

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

Dirección De Normativas y Metodologías Del SEN

Proyecciones de la Población
de la República del Ecuador
2010-2050

Versión 30 de septiembre de 2012



Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS

David Vera

Director Ejecutivo, Encargado

Rosman Camacho Carrión

Director Administrativo Financiero

Jamile Campozano Vásquez

Directora de Planificación

Jorge García Guerrero

Coordinador General Técnico

Magaly Paredes Baño

Directora de Estadísticas Económicas

César Zanafria Niqua

Director de Asesoría Jurídica

Christian Garcés Mayorga

Director de Normativas y Metodologías del Sen, Encargado

Brenda Sempertegui Vanegas

Directora de Comunicación Social

Marco Villavicencio Ortíz

Auditor General

Jorge Gómez Palacios

Director de Estadísticas Sociodemográficas

Geoconda Ocampo Galvinez
Directora de Tecnologías de la Información y Comunicación

Livino Armijos Toro
Director de Estudios Analíticos y Estadísticas

Catalina Valle Piñuela
Directora de Información Cartográfica Estadística

TABLA DE CONTENIDOS

1	PROYECCIÓN NACIONAL	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Preliminares	2
1.2.1.	Conceptos Básicos	2
1.2.2.	Importancia de las Proyecciones	3
1.2.3.	Tipo de Proyecciones	4
1.3.	Proceso de Elaboración	5
1.3.1.	Etapa I: Método de los componentes demográficos	5
1.3.2.	Etapa II: La conciliación demográfica del Ecuador 1990-2010	6
1.3.3.	Etapa III: Formulación de hipótesis	7
1.4.	Fecundidad Nacional	11
1.4.1.	Fecundidad del Ecuador 1990-2010	11
1.5.	Mortalidad Nacional	19
1.5.1.	Mortalidad en el Ecuador 1990-2010	19
1.5.2.	Proyección de la mortalidad nacional	25
1.5.3.	Construcción de tablas de vida	27
1.6.	Migración	32
1.6.1.	Método	33

1.6.2. Fuentes de información	34
1.6.3. Migración Interna	34
1.7. Migración Internacional	35
A MÉTODO DE GRAY	39
A.1. Introducción	39
A.2. El método de estimación	39
A.3. Aplicación	42

1 PROYECCIÓN NACIONAL

1.1 Introducción

Uno de los principales conflictos que tiene que enfrentar un país es el crecimiento poblacional; la idea de que este incremento es imparable, el temor a la progresiva destrucción del planeta, los recientes problemas de algunas centrales nucleares, el miedo a la insuficiencia de recursos, el hambre, el temor a perder o a no alcanzar un cierto nivel de vida, son problemas que preocupan cada vez más al hombre de hoy y le hacen preguntarse por su futuro.

En América latina la tasa de crecimiento demográfico ha aumentado rápidamente, aunque no de manera uniforme ni predecible. Ello puede atribuirse a la baja continua de la mortalidad y a persistentes tasas de elevada fecundidad.

La compleja ejecución de censos poblacionales anuales ha promovido con el paso del tiempo el perfeccionamiento en el cálculo de proyecciones poblacionales y debido a su gran utilidad han conformado un instrumento de vital importancia para todas las políticas y programas de los gobiernos centrales y locales, a la vez que permiten anticipar las demandas sociales básicas relativas en educación, empleo, vivienda, salud y seguridad social, y así encaminar los criterios de asignación de recursos.

En este sentido, las proyecciones de población como metodología establecen los cambios y perspectivas de evolución de la población humana, se encuentran enmarcadas en el campo de las operaciones estadísticas derivadas y se caracterizan principalmente, por generar resultados mediante la aplicación de modelos que tienen como insumo principal

los parámetros obtenidos de la información diagnóstica sobre la evolución reciente de las variables determinantes de la dinámica poblacional.

El presente documento busca dar a conocer los principales aspectos conceptuales, metodológicos y técnicos aplicados en la generación de las proyecciones de población derivadas del Censo General 2010, presentando igualmente los actuales niveles de desagregación disponibles y los logros alcanzados mediante el desarrollo de nuevas herramientas informáticas, en la búsqueda del mejoramiento continuo de los procesos inherentes a esta operación estadística y a la cualificación de sus resultados.

1.2 Preliminares

1.2.1 Conceptos Básicos

A continuación se definen algunos de los principales términos que se han utilizado y que se emplearán a lo largo del documento.

Estimación demográfica.- Indicador o valor calculado de un parámetro relativo a una variable específica de la población [Rincón, 1990].

Estimación de población.- Es el número de personas que se calcula tiene o tuvo una población en un momento específico del tiempo, ya sea globalmente o de una categoría más reducida. Tal volumen no es el producto de medición directa, pero para obtenerla, se tuvo en cuenta alguna información sobre la población [Rincón, 1990].

Proyección de población.- Es en definitiva el resultado de un conjunto de estimaciones demográficas, matemáticas o de otro tipo, por medio de las cuales se busca establecer las tendencias más plausibles de las variables determinantes de la dinámica poblacional y, con ello, la derivación de los volúmenes de población y de sus principales características hacia el futuro. [Rincón, 1990].

Proyecciones de corto plazo.- Partiendo de una población base o población inicial, se hace referencia a aquellas proyecciones que se realizan para los cinco años posteriores.

Proyecciones de mediano plazo.- En este caso se refiere a las proyecciones que se realizan para periodos que van de los cinco años hasta los veinte años siguientes con respecto a la población base.

Proyecciones de largo plazo.- Se refiere a las proyecciones que se realizan para periodos más allá de los veinte años, posteriores a la población de referencia inicial o población base.

Fecundidad.- La fecundidad viene dada por los nacidos vivos con relación a la mujer. La tasa global de fecundidad será el valor que relaciona el número de nacidos vivos con el número de mujeres que se encuentran en edad fértil (15-49 años) en un lugar determinado.

Mortalidad.- Es la segunda causa del cambio demográfico y junto con la fecundidad son los actores centrales de la dinámica de la población. El estudio de la mortalidad se basa en la observación de las muertes que ocurren en una población durante un tiempo determinado, y en su evolución como determinante fundamental del proceso de cambio demográfico.

Migración.- Es el desplazamiento de personas de un lugar a otro. La migración puede ser internacional (desplazamiento entre distintos países) o interna (el desplazamiento dentro de un país, a menudo de las zonas rurales a las urbanas).

1.2.2 Importancia de las Proyecciones

La movilidad espacial de los habitantes de una localidad, región o país, provoca una redistribución geográfica de la población. Como se ha repetido a lo largo del curso, los cambios en la mortalidad y la natalidad, junto con los movimientos migratorios, facilitan los constantes cambios en el tamaño y la distribución de la población. La combinación de

estos elementos dificulta la tarea de estimar el tamaño y composición de la población de una localidad en un momento dado.

La necesidad de contar con estimaciones y proyecciones de población radica en su importancia para la planificación de diferentes actividades, tanto a nivel gubernamental como de empresa privada. En efecto, numerosas instituciones públicas o privadas destinadas a brindar servicios como: educación, salud, infraestructura vial, seguridad social, comercio, etc., requieren de estas cifras para planificar las demandas y necesidades de los usuarios. Por otro lado, actualmente, la planificación a nivel regional ha ganado gran importancia con respecto a la estrategia general de los planes de desarrollo de un gobierno central. Esto obliga a los gobiernos municipales, a conocer las principales características socio-demográficas de las distintas localidades y sus necesidades básicas para el futuro.

1.2.3 Tipo de Proyecciones

Las estimaciones y proyecciones de población pueden efectuarse a nivel nacional o estar referidas a diferentes tipos de áreas político-administrativas: provincias, departamentos, estados, cantones, distritos, etc. Sin embargo, desde el punto de vista de la planificación central de la economía de una nación, pueden ser más necesarias proyecciones de población dirigidas a otras unidades territoriales, entre ellas las proyecciones regionales. Esta regionalización que se realiza en la mayoría de países, responde a intereses meramente de la planificación y no necesariamente al orden político-administrativo. Otra clasificación de gran relevancia para la planificación de la economía de un país, consiste en la urbano-rural. Esta clasificación es la que más destaca las diferencias económicas, sociales y demográficas de su población.

Sin embargo, se pueden determinar otros tipos de proyecciones y estimaciones, dirigidos a sectores particulares, tales como: población económicamente activa (PEA), población en edad escolar, población de mujeres en edad fértil, población mayor a los 65 años, etc.

1.3 Proceso de Elaboración

Las proyecciones que se elaborarán serán a largo plazo, ya que su alcance será hasta el año 2050.

Para su elaboración fue necesario definir la población de base del 2010, la cual resultó de un ejercicio de conciliación demográfica tomando en cuenta las diferentes fuentes de información. Además, se realizó diferentes ejercicios de conciliación con la finalidad evidenciar las posibles trayectorias de los fenómenos demográficos.

1.3.1 Etapa I: Método de los componentes demográficos

Desde hace muchos años, el "método de los componentes" se ha conocido como el modelo básico para elaborar estimaciones demográficas. Su principio básico consiste en desagregar el crecimiento de la población en sus componentes demográficos fundamentales (la mortalidad, la fecundidad y la migración). El modelo se basa en la ecuación conocida como **ecuación compensadora** pero desglosada por sexo y edad. De esta manera se acompaña la evolución de cada cohorte o período de edad en un determinado punto de partida o año base del estudio durante un determinado tiempo. Otra de las características de este modelo es que permite incorporar, de manera integral y sistemática, las propuestas sobre evolución de las variables determinantes de la dinámica poblacional a partir del conocimiento de la evolución histórica.

$$N^{t+5} = N^t + B^{t,t+5} - D^{t,t+5} + I^{t+5} - E^{t+5} \quad (1.1)$$

N^t corresponde a la población estimada en el punto inicial del período de proyección, momento que en la ecuación se define como el año t .

N^{t+5} representa la población estimada por el modelo en el punto final de un período quinquenal $(t, t + 5)$.

$B^{t,t+5}$ representa los nacimientos de mujeres en edad fértil, ocurridos a lo largo del período $t, t + 5$.

$D^{t,t+5}$ corresponde a las defunciones que ocurren entre los miembros de la población inicial N^t , más las defunciones que adicionalmente se registran de los nacimientos ocurridas a lo largo del período $t, t + 5$.

I^{t+5} y E^{t+5} representa el total de inmigrantes y de emigrantes respectivamente que se estima ocurrirán durante el período $t, t + 5$, estimados al final de período, esto es en el momento $t + 5$.

En base a este modelo las cifras de población proyectadas mediante el método de los componentes son, en cada fecha fija futura, el resultado de la acción combinada de los factores determinantes principales del crecimiento, que actúan sobre la población inicial y a lo largo de cada período sobre los sobrevivientes y las nuevas generaciones.

Al incorporar el sexo y la edad como variables explicativas del comportamiento de cada una de las variables demográficas, el tamaño, la composición y la distribución geográfica de la población dependen, al igual que el modelo general, de las tendencias de la mortalidad, de la fecundidad y de la migración con la consideración del sexo y la edad como variables básicas.

1.3.2 Etapa II: La conciliación demográfica del Ecuador 1990-2010

El ejercicio de conciliación intercensal consiste en valorar la población por edad y sexo del VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010, a partir de la población enumerada con los censos previos de 1990 y 2001, junto con la dinámica demográfica observada durante el periodo 1990-2010, lo anterior con base en la información proveniente de los mismos censo, de las encuestas demográficas como las ENDEMAIN, por mencionar algunas, y cada vez con mayor intensidad, con la información de las estadísticas vitales de nacimientos y defunciones.

En otras palabras la población enumerada por los censos, previamente corregida por la

preferencia de edades, se le agregan los nacimientos, se restan las defunciones y se restan, en el caso de Ecuador, la migración internacional para llevar la población a 2010. Lo anterior da como resultado dos poblaciones que se comparan con la enumerada en 2010; es decir, la conciliación demográfica asegura que la población por edad y sexo enumerada en el Censo 2010 es congruente con la población de 1990 a 2001 y la dinámica observada durante el periodo 1990 a 2010.

El insumo principal para una conciliación demográfica es determinar los niveles y tendencias de los fenómenos demográficos, a saber, fecundidad, mortalidad y migración internacional. En los apartados siguientes se dará cuenta de las fuentes de datos y una breve explicación de la metodología empleada para el cálculo de cada uno de los componentes.

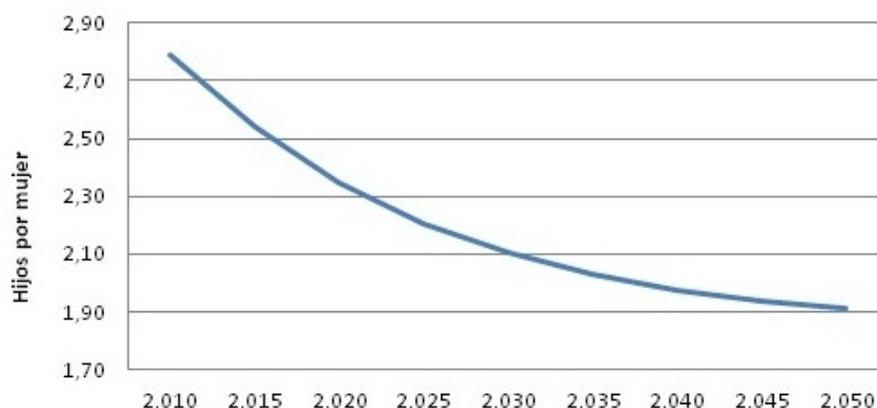
1.3.3 Etapa III: Formulación de hipótesis

Para realizar las proyecciones de población bajo el método de componentes principales, es necesario establecer algunos supuestos sobre la evolución futura de los fenómenos demográficos involucrados en el crecimiento de la población. El presente apartado está destinado a presentar las hipótesis planteadas para el ejercicio de proyección.

Fecundidad. Una vez establecidos los niveles de fecundidad para el 2010 (año base), se prosiguió a plantear las hipótesis de la evolución futura de los niveles y la estructura por edad de la fecundidad, con un horizonte al año 2050, aunque el periodo de proyección corresponde a 2010–2020.

La proyección de los niveles futuros de la fecundidad, se realizó aplicando un modelo logístico a la Tasa Global de Fecundidad (TGF) observada para el periodo 1990 a 2010. Para el modelo, se fijan una cota mínima de 1.85 hijos por mujer para el horizonte de proyección y una cota máxima de 7.3 hijos por mujer. De acuerdo con esta estimación, el nivel de reemplazo se alcanzaría dos años después del periodo de proyección (2022). La gráfica 1.1, muestra la evolución de la TGF en el pasado y su comportamiento resultante de dicha hipótesis.

Gráfico 1.1: Tasa Global de Fecundidad 2010 - 2050



Otro supuesto necesario para la proyección del componente de la fecundidad, está planteado entorno al comportamiento futuro de la estructura por edad de la fecundidad. Siguiendo las recomendaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para ejercicios de prospectiva para países con fecundidad intermedia en su revisión de 2010¹, la hipótesis respecto a la estructura de la fecundidad es que ésta mantendrá la última estructura observada hasta el horizonte de proyección.

Así, se toma la estructura de la fecundidad de 2010 observada en el VII Censo de Población, la cual corresponde a una fecundidad con cúspide temprana que varía hasta 2050 de acuerdo al nivel de la TGF antes proyectado (Ver gráfico 1.1).

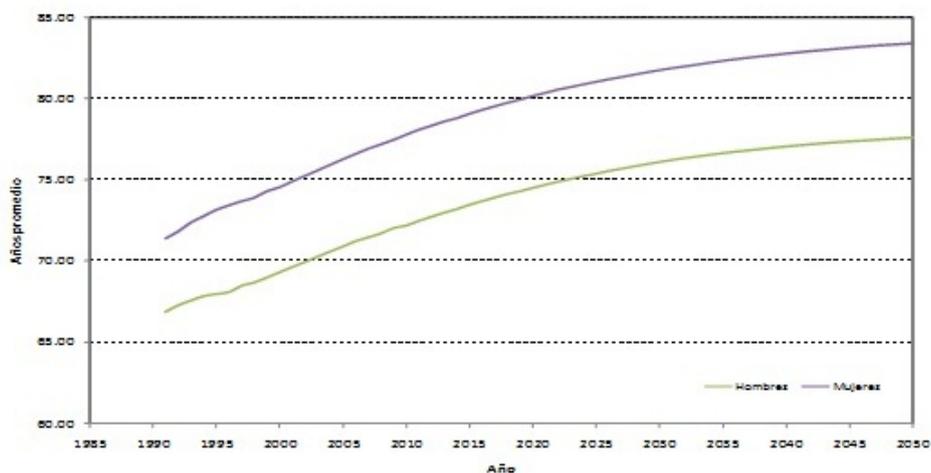
Mortalidad La proyección del componente de la mortalidad, exigió dos supuestos. El primero de ellos entorno al nivel de la esperanza de vida a alcanzar y el segundo respecto a la estructura de la misma, cada uno de estos supuestos, fueron planteados de manera diferencial por sexo. Ambas hipótesis fueron orientadas a presentar patrones similares a los observados en España para el año 2010.

Así, partiendo de los niveles y estructuras estimadas para 2010 en el ejercicio de conciliación, se aplicó un modelo de regresión logística para estimar los niveles de mortalidad para cada año de la proyección con una cota superior de 77.6 de esperanza de vida para

¹La cota mínima corresponde a la recomendada por la Organización de Naciones Unidas (ONU) para proyecciones de población, en su revisión de 2004.

hombres y 83.4 para las mujeres en 2050, con lo cual el indicador se estima en el año 2020 a 80.1 para mujeres y 74.5 años en promedio en hombres (Ver gráfico 1.2).

Gráfico 1.2: Esperanza de vida al nacimiento según sexo 1991-2050



La estructura de la mortalidad por edad y sexo, como se mencionó con anterioridad, también fue supuesta similar a la observada para España en 2010. La estimación anual en el periodo de proyección se hizo mediante un modelo logístico que lleva paulatinamente la estructura estimada en el año base (2010) a la supuesta en 2050. Las gráficas 1.3 y 1.4 muestran las estructuras obtenidas para algunos años seleccionados del periodo entre 2010 y 2020.

Gráfico 1.3: Probabilidades de muerte de hombres, 2010, 2015, 2020 y 2050

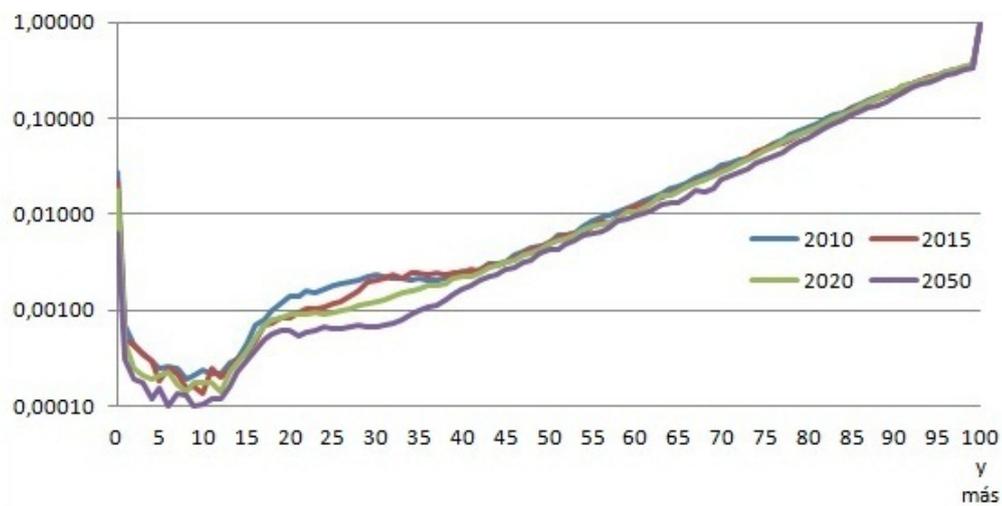
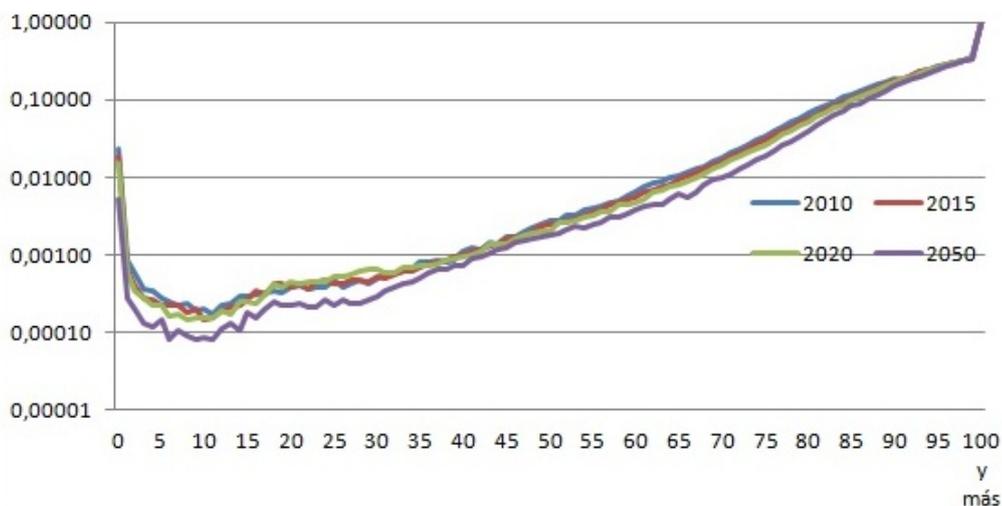
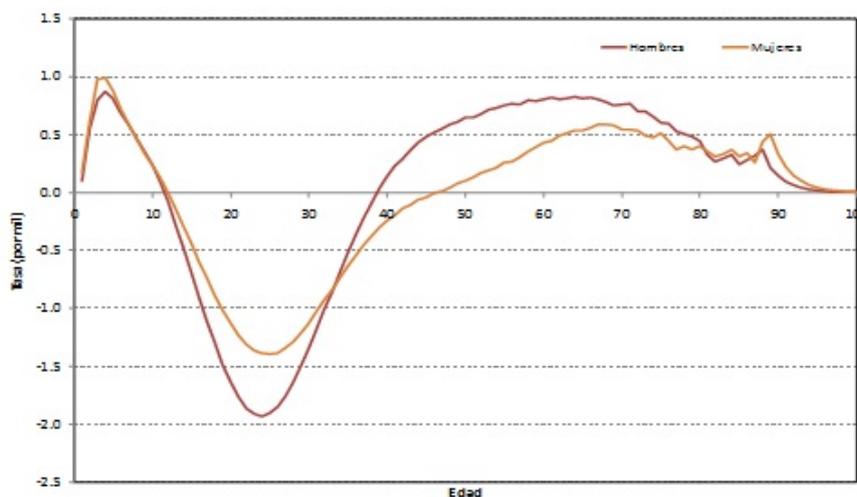


Gráfico 1.4: Probabilidades de muerte de mujeres, 2010, 2015, 2020 y 2050



Migración internacional. Plantear comportamientos futuros sobre la migración, puede resultar muy complejo, ya que el fenómeno responde a la combinación de diversos factores que dificultan la previsión de ambos componentes del fenómeno (emigración e inmigración). Por ello, para el ejercicio de proyección, se decidió mantener constantes las tasas netas migratorias internacionales estimadas para el quinquenio 2005-2010 para cada uno de los sexos y por edades simples.

Gráfico 1.5: netas de migración internacional por edad según sexo, 2005 - 2010



Como se puede observar en la gráfica 1.5, las tasas netas migratorias reflejan la inmi-

gración de población que se hace acompañar de su familia (menores de edad) y el importante éxodo de población que busca oportunidades laborales en el extranjero. Cabe destacar la importante participación de las mujeres dentro del proceso migratorio internacional, que finalmente se refleja en una pérdida de mujeres en edades laborales, que se posterga más que en el caso de los hombres.

1.4 Fecundidad Nacional

1.4.1 Fecundidad del Ecuador 1990-2010

El principal componente del crecimiento de la población de la República del Ecuador durante el siglo XX es la fecundidad, situación que se espera siga prevaleciendo durante el siglo XXI. Por esta razón, es de gran importancia contar con una estimación de calidad en cuanto a las tasas globales de fecundidad y de la estructura por edad que permitan establecer de manera precisa el monto de nacimientos que ocurrieron en el país durante las últimas dos décadas.

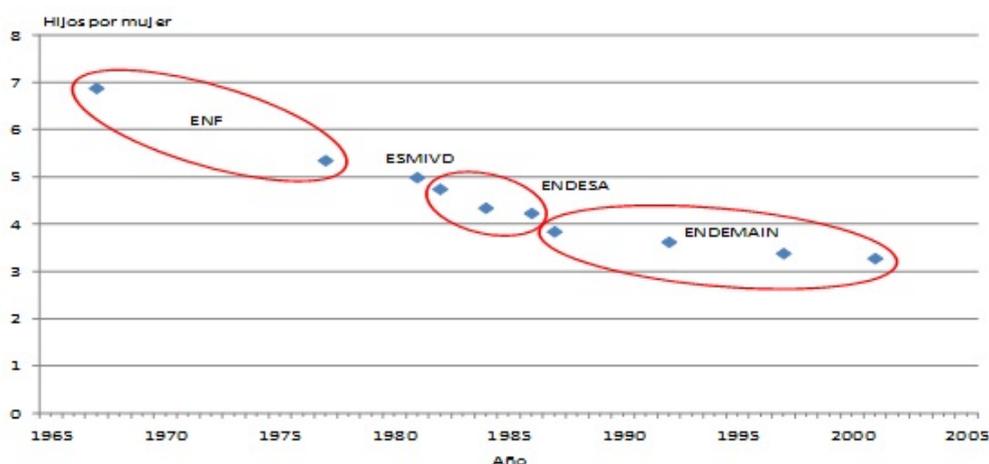
El Ecuador es afortunado en contar con diversas fuentes de datos para conocer el nivel y la tendencia de este fenómeno, información que da cuenta, en buena parte, de la evolución durante la segunda mitad del siglo XX. La principal fuente de datos son las encuestas especializadas por muestreo que dan cuenta de las estadísticas de las mujeres en edad fértil y donde se capta de manera detallada su historia de embarazos.

Para este trabajo se incluyeron las Encuestas Nacionales de Fecundidad de 1976 y 1979 (ENF); la Encuesta de Salud Materno-Infantil y de las Variables Demográficas de 1982 (ESMIVD); las Encuestas Nacionales de Demografía y Salud de 1983 y 1987 (ENDESA); y las Encuestas Nacionales de Demografía y de Salud Materno e Infantil de 1989, 1994, 1999 y 2004 (ENDEMAIN).

En el gráfico 1.24 se presentan las cifras que se obtienen a partir de estas encuestas respecto a la tasa global de fecundidad; se puede observar que el Ecuador a partir de la década de los 60 hasta finales de los 80 disminuye de manera considerable su nivel de na-

talidad al pasar de cerca de 7 hijos por mujer en 1967 a cerca de la mitad (3.8 hijos) en 1987. Posteriormente, las ENDEMAIN, muestran un freno en el descenso de la fecundidad, ya que durante la década de los 90 disminuyó solo 0.3 hijos al pasar de 3.6 hijos por mujer en 1991 a 3.3 hijos en 2001.

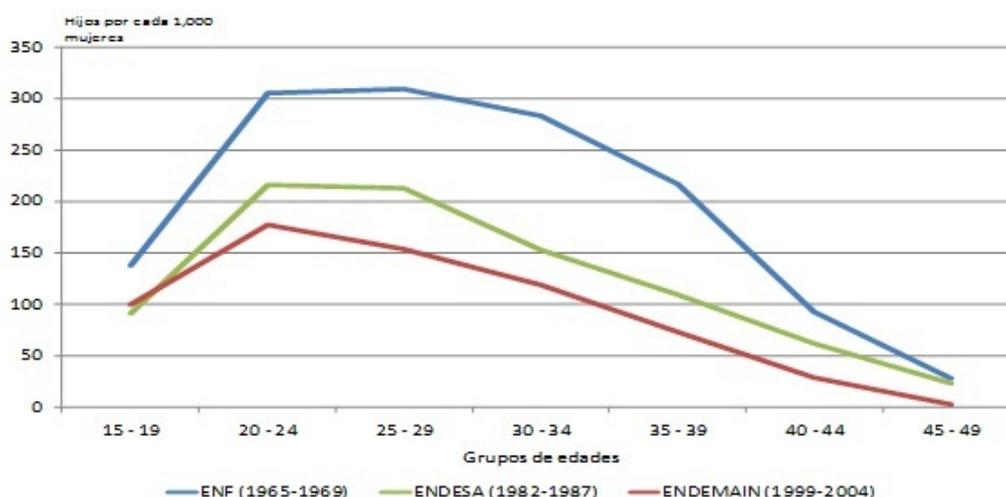
Gráfico 1.6: Tasas globales de fecundidad a partir de las encuestas por muestreo



Estos cambios también se reflejan en la estructura por edad de las mujeres, al observar las tasas específicas de fecundidad para algunas de las encuestas, podemos apreciar como durante la década de los 60 la fecundidad ocurría de manera muy intensa para las mujeres entre 20 y 40 años de edad, lo que explica los niveles cercanos a los 7 hijos por mujer. Posteriormente, en la década de los 80 se nota un cambio radical en la composición de los nacimientos por edad de la madre, aunque sigue observándose una cúspide dilatada, es decir, la mayor cantidad de nacimientos ocurren entre las mujeres mayores de 20 años y menores de 30 (ver gráfico 1.7). La encuesta más reciente sigue mostrando un descenso paulatino y constante de la fecundidad para las mujeres mayores de 20 años; sin embargo, es de llamar la atención que entre las mujeres adolescentes existe un pequeño aumento de la fecundidad.

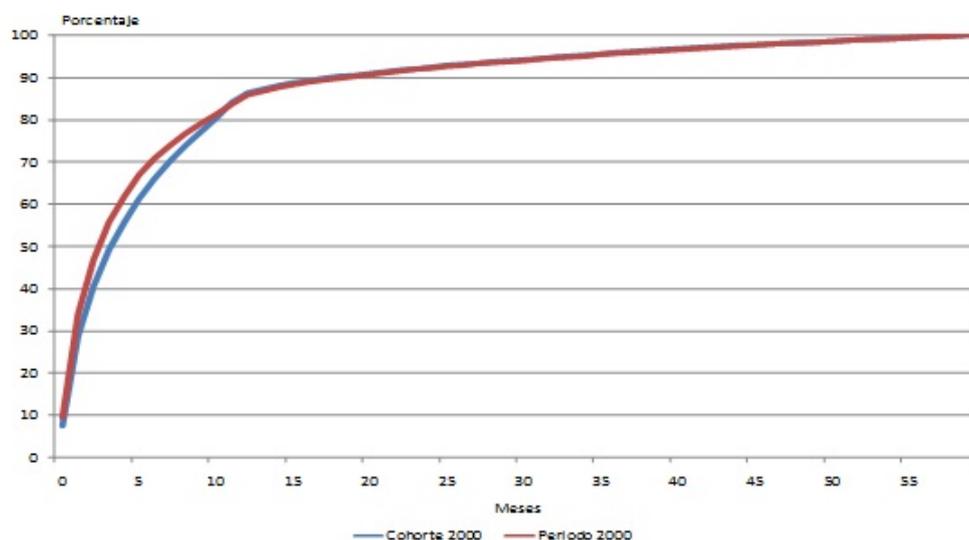
Con los resultados de la encuesta es posible establecer una estimación única a partir de las tasas globales de fecundidad, en la gráfica 1.8 se presenta una estimación con base en un modelo polinomial de segundo grado que se ajusta a las observaciones en 98.6 por ciento. Este modelo nos permite extrapolar la información de las encuestas hasta 2010

Gráfico 1.7: Tasas específicas fecundidad, 1965-1969 a 1999-2004



para poderlas comparar con las otras fuentes. Los datos se pueden revisar en los anexos.

Gráfico 1.8: Tasas globales fecundidad a partir de las encuestas por muestreo, 1967 a 2001



Las tasas globales de fecundidad también es posible estimarlas a partir de las estadísticas vitales, en este caso, los nacimientos se cuantifican por medio de las partidas de nacimiento. Los registros administrativos de nacimientos o estadísticas vitales cuentan con la fecha de nacimiento y la fecha de registro, tanto en año, meses y días por lo que es posible establecer la edad exacta en días que se registró la persona, bajo el supuesto de que

ambas fechas son correctas, para este ejercicio se consideró la edad en meses cumplidos.

Sin embargo, para el caso de cada año de registro solo es posible establecer la edad hasta en 11 meses, es decir, el periodo máximo que se tiene para cada uno de los años de registro se da cuando, por ejemplo, una persona que nació en el mes de enero la registraron en el mes de diciembre. Por lo anterior, es necesario hacer uso de las estadísticas vitales de nacimiento del siguiente año.

Entonces para el año de registro x se puede estimar que el tiempo que transcurrió entre el nacimiento de las personas en el mismo año x y que ocurrió durante ese mismo año va de 0 a 11 meses. Para el año de registro $x + 1$ se pueden contabilizar los nacimientos que ocurrieron en el año x y que se registraron entre 1 y 23 meses de vida. Para el año de registro $x + 2$ se pueden contabilizar los nacimientos que ocurrieron en el año x y que se registraron entre 12 y 35 meses de edad. Así sucesivamente hasta que se acumulan los primeros 60 meses, es decir, los registros realizados entre 0 y 59 meses de edad y que fueron captados por las estadísticas vitales de los años $x, x + 1, x + 2, x + 3, x + 4$ y $x + 5$.

Es por ello que al utilizar la metodología de la reconstrucción por cohorte, solo es posible tener una estadística completa hasta los primeros 60 meses para el año 2005. Entonces al utilizar esta metodología solamente podríamos establecer un periodo de estudios de 5 años atrás que la estadística más reciente.

Debido a que es importante contar con una estadística lo más actualizada posible se propone utilizar la reconstrucción de nacimientos por periodo. Para el caso de la reconstrucción por periodo, se sigue un supuesto similar al que se utiliza para la construcción de las tablas de vida. Es decir, como no es posible seguir una generación o cohorte de población desde que nace hasta que muere el último de sus miembros, al menos en generaciones recientes, se supone que el comportamiento de las defunciones ocurridas durante un año se distribuyen de la misma manera por edad y sexo a las muertes de la generación de ese año. En términos demográficos se dice que se construye una cohorte ficticia o sintética.

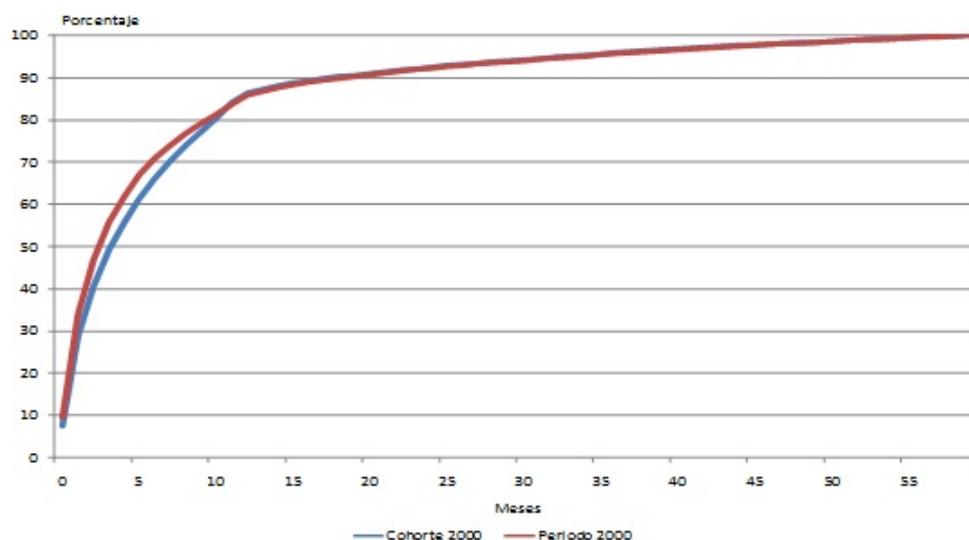
Utilizando esto para el caso de los nacimientos, se contabiliza en un año de registro x todos aquellos nacimientos que se registran de 0 a 59 meses de edad, suponemos que la

edad al registro de los nacimientos en un año x equivalen a la reconstrucción de nacimientos registrados por cohorte.

La ventaja de utilizar está propuesta es que nos permite tener información para cada uno de las estadísticas vitales con las cuales contamos. Entonces es posible tener datos para el periodo completo entre 2000 y 2010. En lugar de quedarnos hasta 2005 bajo la metodología de cohorte.

En la gráfica 1.9 se hace una comparación de los nacimientos acumulados de 0 a 59 meses, tanto por cohorte como por periodo para el año 2000, como se puede observar, no hay diferencias significativas entre ambas metodologías por lo que se tomó la decisión de considerar la estimación de nacimientos a partir del periodo con lo que es posible tener información hasta 2010.

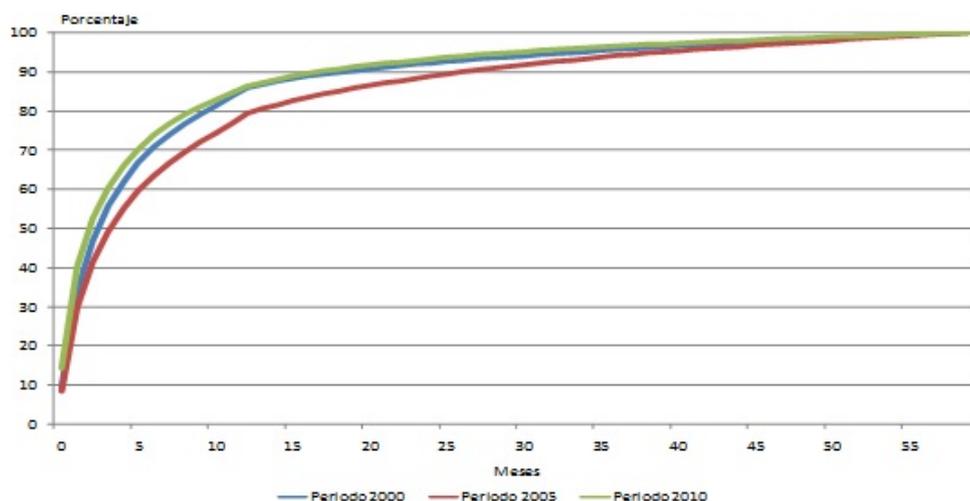
Gráfico 1.9: Comparación del porcentaje acumulado de los nacimientos reconstrucción a partir de la metodología de cohorte y período, 2000



Al analizar la información de nacimientos reconstruidos por periodo para los años de 2000, 2005 y 2010, se puede concluir que la información de las estadísticas vitales sufrió una disminución en el año 2005, uno de los factores que probablemente contribuyó a este descenso en la cobertura del registro de nacimientos haya sido la inestabilidad política que el país vivió alrededor de ese año. Situación que se ve que ha tenido una estabilidad durante el último quinquenio, ya que en 2010 se observa que al cabo del primer año

de vida se han registrado cerca de 85 por ciento de los nacimientos estimados hasta los primeros 5 años. Cifra que aumenta a 93 por ciento en los siguientes doce meses (hasta 36 meses). Véase Gráfica 1.10.

Gráfico 1.10: Porcentaje acumulado de los nacimientos reconstrucción a partir de la metodología de período, 2000-2010

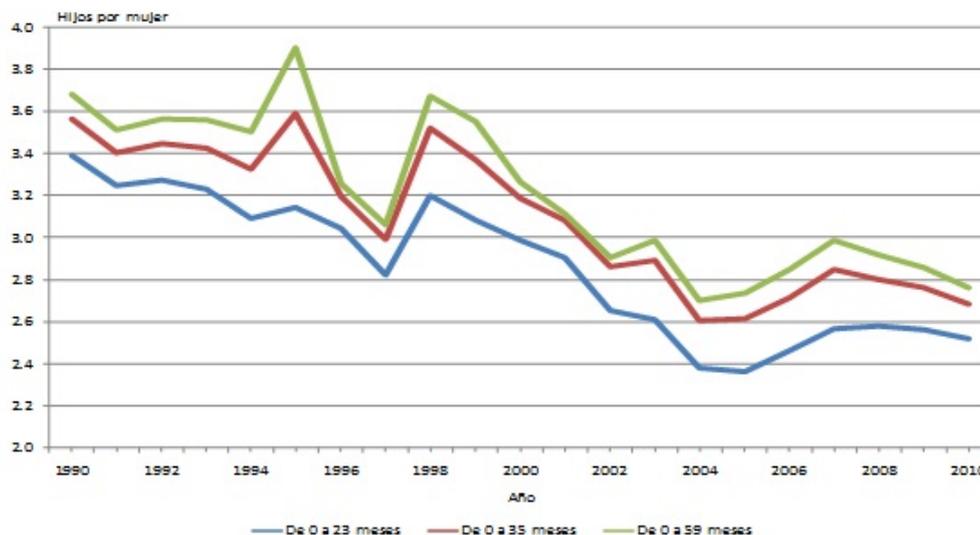


Con esta información y con las estimaciones de la población femenina en edad reproductiva de los censos de 1990 a 2010 es posible calcular las tasas globales de fecundidad a partir de las estadísticas vitales de nacimiento. Debido a que no se tiene la certeza hasta que edad se registran los recién nacidos sin que la información se vea afectada por una duplicidad en las partidas de nacimiento, se consideró tomar tres rangos de edad para este ejercicio: de 0 a 23 meses, de 0 a 35 meses y de 0 a 59 meses.

La gráfica 1.11 muestra las tasas globales de fecundidad bajo estos tres escenarios, en ella se puede observar que alrededor de los años 1997 y 2005 hay un descenso importante en el registro de nacimientos. Sin embargo, durante los últimos 4 años se observa una tendencia monótona decreciente, lo nos señala, una constancia en la cobertura del registro de nacimientos y por ende una mejor estimación del nivel de fecundidad. En cuanto a la mejor estimación bajo los tres escenarios, se recomienda utilizar la estimación de 0 a 35 meses, debido a que no hay una ganancia significativa al agregar 24 meses más y se corre el riesgo de estar incorporando registros duplicados debido a que coincide con la entrada de los niños entre 3 y 5 años de edad a la escuela básica. Por lo anterior, se tomó la decisión

de considerar el nivel de fecundidad a partir de los nacimientos registros de 0 a 35 meses de edad.

Gráfico 1.11: Tasas globales de fecundidad a partir de las estadísticas vitales de nacimientos, 1990-2010



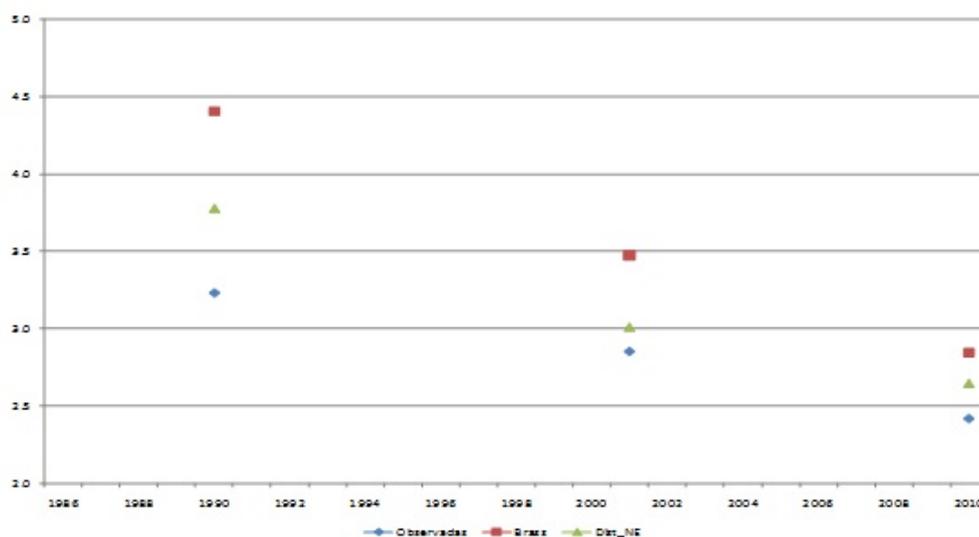
Los censos de población constituyen una tercera fuente de datos para realizar estimaciones sobre los niveles y tendencias de la fecundidad del Ecuador. Los últimos censos de población de nuestro país permiten estimar los niveles recientes de la fecundidad a partir de las preguntas sobre el número de hijos nacidos vivos y, en particular, por la pregunta sobre la fecha de nacimiento del último hijo nacido vivo. Esto permite contar con una estadística sobre el número de nacimientos durante el año previo al levantamiento por edad de la madre.

La información del censo, a diferencia de las encuestas, adolece de una capacitación menor de los entrevistadores y de que el informante, en algunas ocasiones, no es la mujer, lo que significa que un tercero declara sobre el nacimiento, lo que puede resultar en deficiencias en la información. Tres son las principales fallas que pueden afectar las estimaciones de las tasas específicas de fecundidad calculadas a partir del censo. A) La mala declaración de edad de las mujeres. B) La omisión de los hijos nacidos vivos que origina una subestimación del nivel de la fecundidad, y C) la ubicación imperfecta de los nacimientos en el tiempo.

Por lo anterior, las Naciones Unidas, en su Manual proponen un método para corre-

gir estas estimaciones. El método elaborado por W. Brass se denomina de hijos propios. Debido al alto porcentaje de No Especificados que aparecen en la información del mes de nacimiento también se re calcularon las tasas específicas de fecundidad por edad de la madre. A continuación se presentan las estimaciones a partir de la información de los censos de 1990 a 2010, bajo tres diferentes escenarios. Ver Gráfico 1.12.

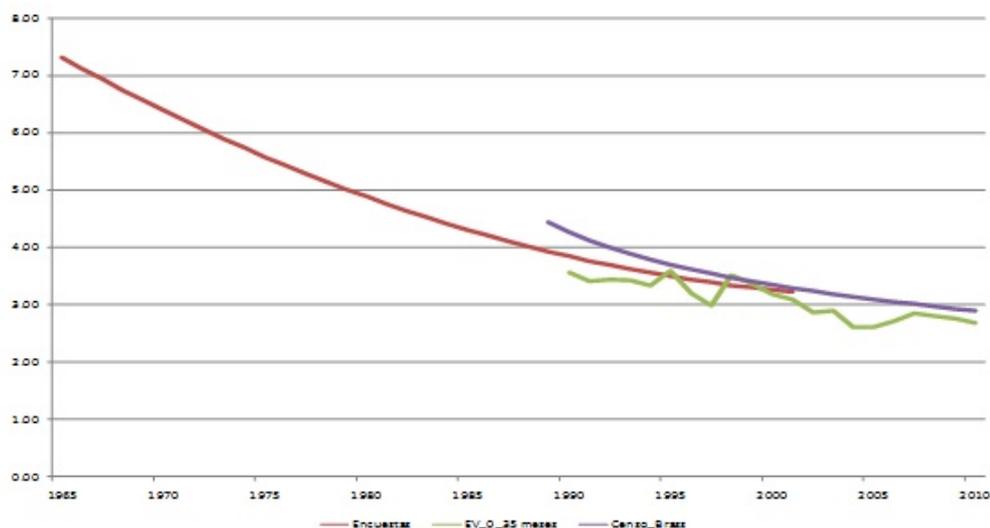
Gráfico 1.12: Tasa global de fecundidad con el Hijo Nacido Vivo del año previo, 1990-2010



En este sentido se considera la estimación de la tasa global de fecundidad corregida por el método propuesto de Naciones Unidas (Brass). Con esta información y junto con las tasas que se obtuvieron por medio de las encuestas y las estadísticas vitales se tienen tres series de tasas globales fecundidad bajo diversas fuentes de datos. Ver Gráfico 1.13.

Si consideramos que las estimaciones más robustas son las que se obtienen a partir de las encuestas por muestreo, es posible tomar las estimaciones realizadas para el periodo 1965 a 2001 (línea roja). Por otra parte, se propone considerar el promedio entre las estadísticas vitales y la estimación de los censos corregidas por Brass para los años 2007 a 2010. Para el periodo 2002 a 2006 se propone realizar una interpolación lineal entre los puntos de 2001 y 2007. Lo anterior da como resultado que la tasa global de fecundidad pase de 3.85 hijos por mujer para el año 1990, a 3.26 en 2000 y para 2010 se estime en 2.79 hijos por mujer. Ver Gráfico 1.14

Gráfico 1.13: Tasa global de fecundidad bajo diversas fuentes, 1965-2010



1.5 Mortalidad Nacional

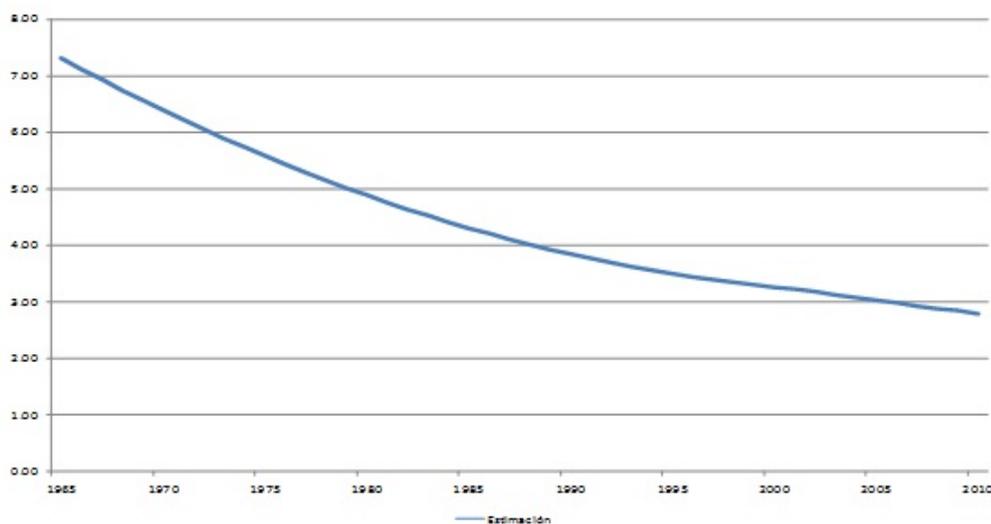
1.5.1 Mortalidad en el Ecuador 1990-2010

En general, la demografía parte del hecho común de que las fuentes de información contienen errores de captación que comprometen los niveles y tendencias de los fenómenos. Por lo cual, se deben desarrollar y aplicar métodos basados en técnicas matemáticas que coadyuven a ofrecer un escenario próximo a la realidad. Sin embargo, a excepción de que se tengan datos empíricos, se debe tener especial cuidado en respetar la información básica, ya que de otra forma el estudio no reflejaría la realidad y sería poco útil para resolver o prever situaciones que pueden alterar de forma negativa los ritmos de crecimiento poblacional.

El eje del presente estudio es ofrecer un panorama adecuado en la reconstrucción del fenómeno para las últimas dos décadas², lo que conducirá a ofrecer indicadores consistentes y útiles para el análisis. Los resultados surgen después de comparar diferentes técnicas, todas ellas valiosas según sus fines, y de plantear diversos escenarios sobre las

²Si bien el estudio abarca la información disponible desde 1990, los resultados del presente documento se presentan sólo a partir del año 2000, con el propósito de facilitar la lectura y su descripción gráfica.

Gráfico 1.14: Tasa global de fecundidad estimada bajo diversas fuentes, 1965-2010



tendencias recientes y futuras. Por lo que se presentan como la base para un análisis adecuado y formal del fenómeno.

La mortalidad es uno de los tres factores de cambio demográfico, sin embargo, a diferencia de los otros, para su estudio sólo se dispone de registros administrativos, a excepción de la mortalidad en la infancia. Sin embargo, no contar con al menos una encuesta que señale los porcentajes de cobertura de la fuente, obliga que el estudio consista en confrontar la información levantada en los ejercicios de enumeración poblacional con la disponible en estadísticas vitales.

Por lo anterior, las fuentes de información son los Censos de Población y Vivienda, además de los datos sobre defunciones captados en registros administrativos disponibles a la fecha de elaboración para el periodo 1990-2010. Para las mismas, se consideró como premisa la posibilidad de que su cobertura y declaración de la edad no fuera adecuada. Con base en ello, el proceso inició con la distribución de los no especificados por edad y sexo, seguido de la corrección de la declaración de la edad³ y el traslado de las poblaciones

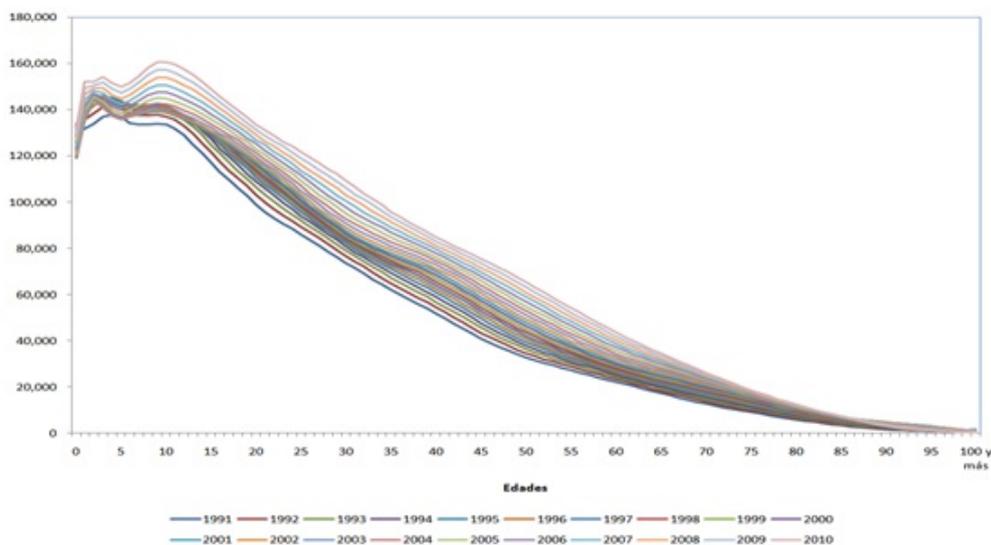
³Para el suavizamiento de las defunciones se aplicó una modificación a la técnica propuesta por Alan Gray. En resumen, se dejaron sin modificar las edades de 0 a 4, en las edades restantes se aplicó el método de Gray de 31 puntos. Las edades de 111 en adelante se hicieron cero y las defunciones no especificadas se agregaron al ajuste de suavizamiento utilizando una búsqueda lineal simple a base de iteraciones para que

censales a inicio de año por medio de tasas de crecimiento intercensales para cada edad.

Posteriormente, dado que el ejercicio se planeó para cada año, sexo y edad individual del periodo 1990-2010, se encontró la situación de la diferente periodicidad en las fuentes. Mientras que sobre defunciones se dispone de información anual, para la población se tiene únicamente información decenal, por lo que surgió la necesidad de reconstruir la población para cada año calendario.

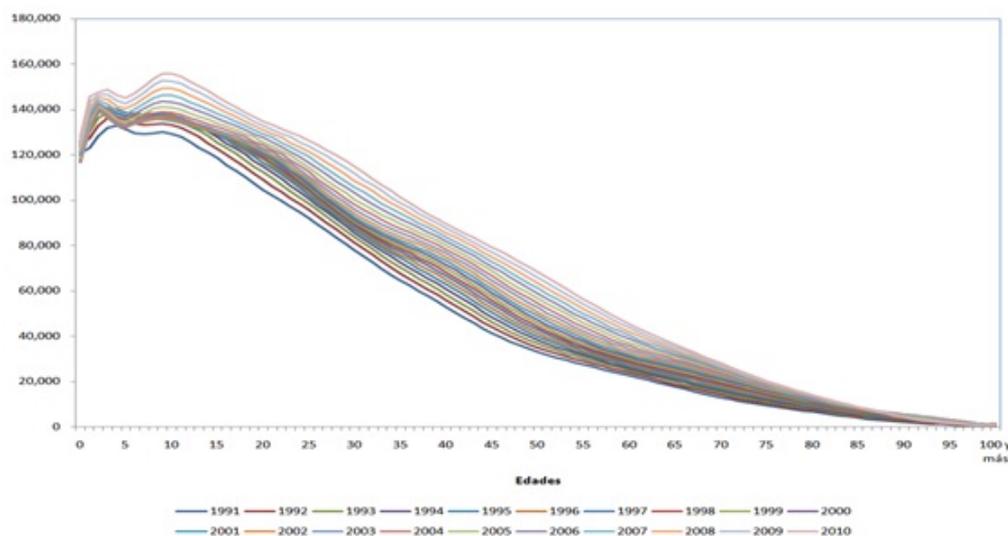
Para esta reconstrucción se seleccionó la técnica de interpoladores cúbicos segmentarios [Burden R. 1990: pp. 141], aplicada a cada una de las edades. Este proceso aportó una primera población para el análisis de las demás componentes, mismas que una vez que se fueron agregando, construyeron la población final utilizada en los cálculos definitivos a presentar (véanse gráficas 1.15 y 1.16).

Gráfico 1.15: Estructuras de las poblaciones anuales interpoladas por edad desplegada 1991-2010, hombres



En el caso de las defunciones de mayores de un año se formuló como guía de corrección que los registros vitales tienen errores por declaración de la edad, además de adolecer de subestimación. Para el primer aspecto se utilizó el mismo procedimiento que el aplicado a la población, es decir, se suavizó con la adecuación sugerida a la técnica de Alan Gray. Mientras que el segundo punto implica que los montos de defunciones corregidos deben se repartieran de manera homogénea sin cambios en el total de defunciones. Ver anexo A.

Gráfico 1.16: Estructuras de las poblaciones anuales interpoladas por edad desplegada 1991-2010, mujeres



ser mayores que los registrados en la fuente. Bajo esta situación se recuperaron premisas de la información básica para forjar el procedimiento útil en el análisis de la mortalidad. A continuación se enumeran las principales:

- La Republica del Ecuador atraviesa un proceso de envejecimiento, lo que implica que el monto anual de defunciones sea creciente.
- Las condiciones de vivienda, desarrollo y cobertura en salud mejoraron en lo general para el periodo 1990-2010 (según lo muestra la información censal y la disponible de diversas encuestas), lo que implica viable suponer una esperanza de vida creciente.
- El comportamiento de la mortalidad está diferenciado entre sexos y edades.
- La estadística de defunciones ha mejorado la captación de eventos paulatinamente.
- La estadística señala las tendencias del fenómeno, a pesar de estar subestimada en sus niveles, por lo que toda corrección debe respetar este hecho.

Teniendo como eje los puntos anteriores, debe intuirse que la mortalidad no está desligada del monto y estructura etaria poblacional, además de que los indicadores construidos deben reflejar un comportamiento adecuado con la información básica y demográficamente consistente. Por lo que se diseñó un procedimiento basado en métodos numéricos que:

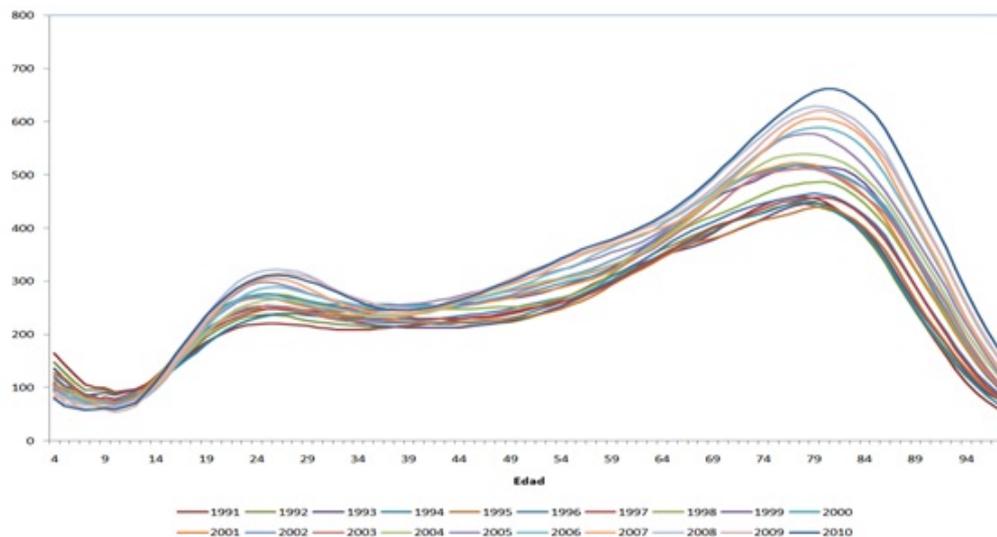
1. Corrige la tendencia de los montos anuales de las defunciones, es decir, mantiene una tendencia creciente en el tiempo bajo el supuesto de un gradual aumento de las defunciones explicado por el envejecimiento etario.
2. En base a la corrección anterior, modifica las estructuras etarias anuales de las defunciones, siendo la premisa respetar las tendencias de cada uno de los años calendario, es decir, se modifican los niveles pero se conservan las tendencias, con lo que se garantiza el uso adecuado de las fuentes.
3. Garantiza que el comportamiento de los indicadores de la tabla de mortalidad sea consistente.

El paso número tres es fundamental para definir los porcentajes de corrección de las defunciones, ya que por construcción la tabla de mortalidad es el instrumento que asocia a la población con su experiencia de muerte. Por lo que los indicadores que de ella surjan deben ser adecuados para, en conjunción con los otros componentes demográficos, reconstruir la población durante el periodo de estudio. Es de recalcar que el suavizamiento de las estructuras etarias, tanto de población como de defunciones, no garantiza per se la asignación correcta de los eventos a sus edades. Situación que se controla por medio de la consistencia de las probabilidades de muerte, las relaciones de sobrevivencia y las esperanzas de vida que ofrece la tabla de mortalidad.

En el gráfico 1.17 se observan las estructuras de las defunciones masculinas suavizadas por efecto de la inexacta declaración de la edad para cada uno de los años del periodo 1991-2010, posteriormente en el gráfico 1.18 se tienen las mismas estructuras pero corregidas por subestimación. Se observa que el efecto de la corrección se centra principalmente en edades comprendidas entre los 45 y 89 años, lo que implica presumir que en estas edades se tienen mayores problemas producto de la no declaración del evento muerte, situación coherente con la premisa de que en edades mayores la intensidad del evento es mayor, por lo que la probabilidad de no captación también incrementa.

Otro punto a recalcar está en las defunciones en edades de entre 15 y 39 años, ya que después de suavizar el efecto de la declaración de la edad y corregir por subestimación, se conserva el comportamiento observado, con lo cual se asevera que el procedimiento

Gráfico 1.17: Estructura de las defunciones suavizadas por mala declaración de la edad, 1991-2010, hombres



respetar en buena forma las tendencias registradas en la estadística vital.

Como se mencionó, el proceso cuidó el comportamiento de los indicadores de la tabla de mortalidad. Sin embargo, a pesar de correcciones previas, los indicadores mantenían fluctuaciones e irregularidades que no corresponden a características reales de la población, sino más bien al procedimiento de interpolación y a errores de diverso tipo de la información básica. En particular, las relaciones de sobrevivencia en las primeras iteraciones mostraron inconsistencias, para edades mayores a los 80 años. Por lo que se decidió suavizarlas con la fórmula de Whittaker-Henderson, al tener la ventaja de que no sigue una curva predeterminada, sino que permite regular la graduación dentro de un margen amplio que va desde la reproducción exacta de los valores observados, hasta valores que siguen una línea recta. De esta manera el procedimiento permitió suavizar la información y mantener la concordancia con los valores originales [Ortega 1987: pp 182].

Con las gráficas 1.19 y 1.20 se comparan los valores de las relaciones de sobrevivencia masculina para edades mayores a 9 años para cada uno de los años calendario del periodo 1991-2010. Se observa que la técnica modifica los valores para edades mayores a los 80 años, la necesidad de este suavizamiento se explica en el comportamiento de los datos originales, dado que los bajos montos de eventos de muerte en las últimas edades de la

Gráfico 1.18: Estructura de las defunciones corregidas por subestimación, 1991-2010, hombres

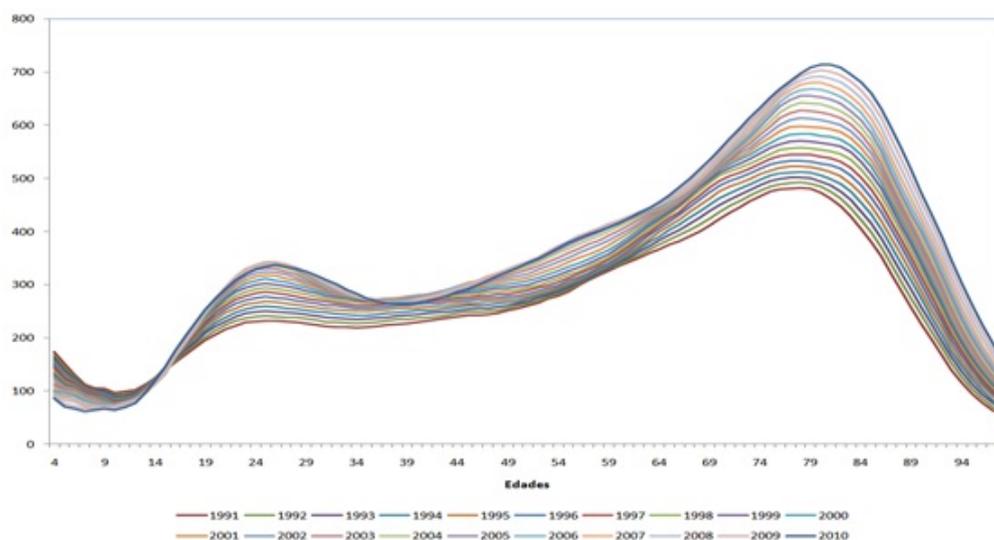


tabla de mortalidad provocan que las series se comporten de manera no adecuada con la relación de sobrevivencia, al considerar que debe mostrar un comportamiento monótono decreciente.

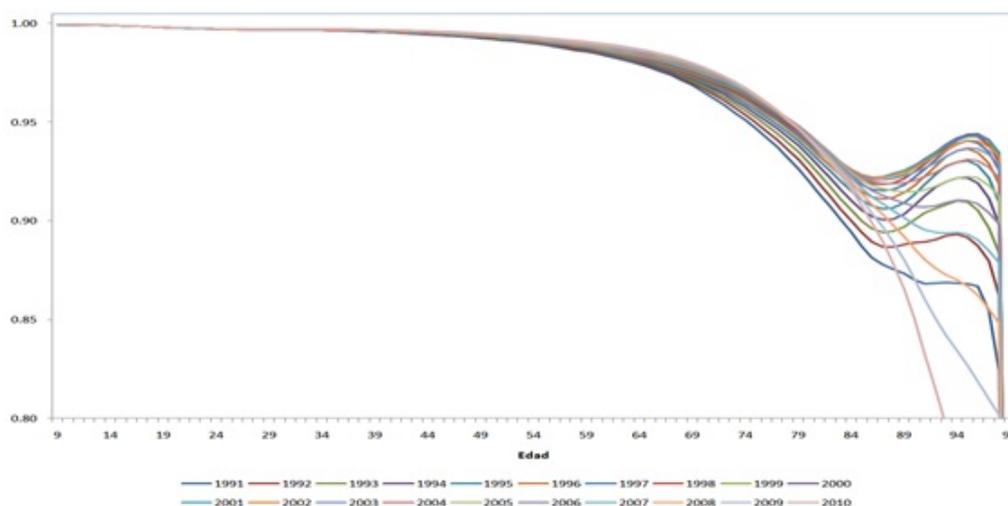
Un procedimiento similar se siguió para el sexo femenino, señalando que para la información sobre defunciones la corrección modificó principalmente las edades mayores a los 50 años, adicionalmente la fuente no señala un notorio aumento de casos en edades jóvenes (ver gráficos 1.21 y 1.22).

La información inherente a mortalidad de menores de un año provino de encuestas, dado que se ha documentado que la información de estadísticas vitales subestima de forma importante los eventos ocurridos para esta edad. Por lo cual se decidió ajustar los datos disponibles para el periodo 1991-2010.

1.5.2 Proyección de la mortalidad nacional

El método utilizado para proyectar la mortalidad es el mismo utilizado en México [Virgilio P : pp 41–83], que permite reproducir los niveles de tendencias de la mortalidad observada recientemente. La proyección del riesgo de fallecer se hizo extrapolando las tendencias contenidas en esa larga reconstrucción del fenómeno. Para caracterizar de manera

Gráfico 1.19: Relaciones de sobrevivencia observadas, 1991-2010, hombres



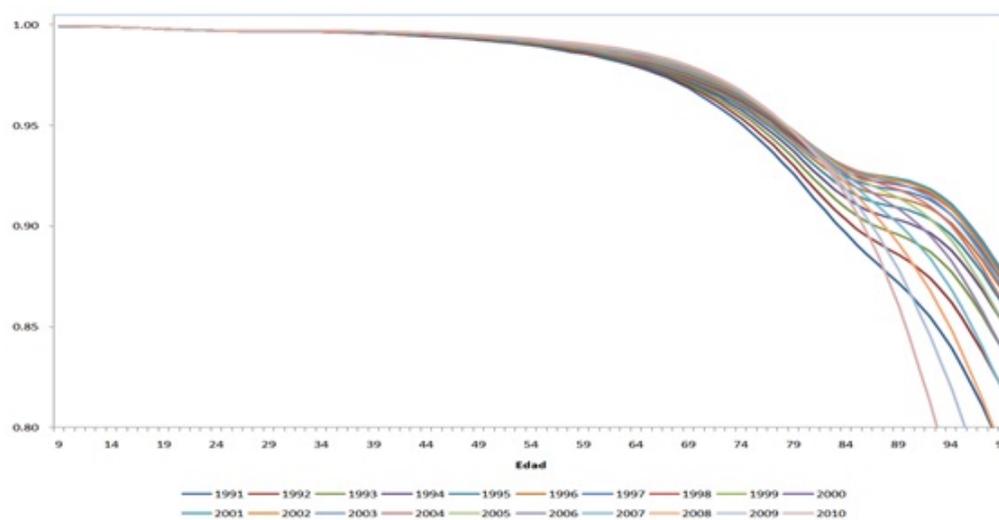
sinéctica esa tendencia, se buscó un procedimiento que ofreciera una evolución suave de las tasas de mortalidad en todas las edades, utilizando técnicas de análisis exploratorio de datos. Tras varias inspecciones se adoptó un modelo aditivo-multiplicativo aplicado al logaritmo de las probabilidades de fallecer ($q_x(t)$) de 1990 a 2010:

$$\ln\{q_x(t)\} = \alpha_x + \beta_x B_t \quad (1.2)$$

donde α_x es una pauta estándar o típica del patrón por edad de las probabilidades a lo largo del periodo de 40 años; β_x expresa la razón de cambio de la composición etaria con respecto al tiempo (primera derivada), que se ve afectado (de manera multiplicativa) por el parámetro de tendencia temporal B_t . El modelo (1.2) se forzó a reproducir íntegro el patrón observado en 2010, es decir, los valores del parámetro α_x corresponden al logaritmo de las probabilidades de fallecer en 2010 en todas las edades y el parámetro de tendencia temporal es nulo ($B_{2010} = 0$). Con esto se buscó evitar que en los primeros años de la proyección las tasas de algunas edades fueran mayores a las observadas en 2010.

El modelo aditivo-multiplicativo retiene la estructura y el cambio temporal de la mortalidad por edad. La proyección del fenómeno se basa en extrapolar la esperanza de vida parcial de 0 a 64 años, es decir, el rango etario que se mantendrá en continua disminución durante los 45 años de la proyección. Para la evolución futura del indicador se supuso que, en los años venideros, aumentaría siguiendo una función logística y se aproximaría

Gráfico 1.20: Relaciones de sobrevivencia suavizadas, 1991-2010, hombres



paulatinamente al límite teórico de 65 años:

$${}_{65}e_0(2010 + y) = \frac{65}{1 + \exp(-2,716866 - 0,033976y)} \quad (1.3)$$

El parámetro de tendencia temporal B_t se obtuvo de tal manera que reprodujera la esperanza de vida parcial 0-64 en (1.3)

1.5.3 Construcción de tablas de vida

La tabla de vida o tabla de mortalidad es un modelo probabilístico que describe la historia de una cohorte . generalmente .cticia. hasta la extinción por muerte del último de sus miembros. La tabla se compone de diversas funciones biométricas:

l_x Supervivientes a la edad exacta x de un efectivo inicial o r dix l_0

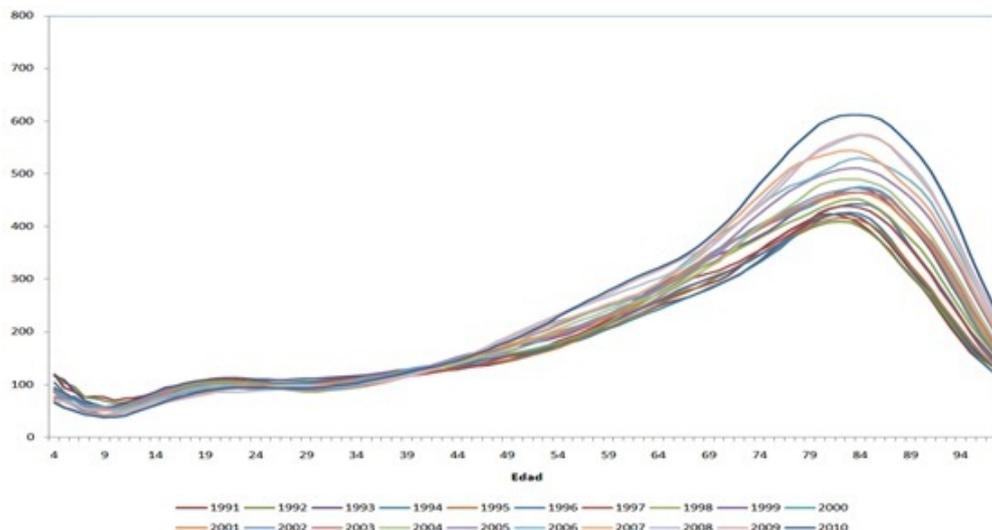
${}_n d_x$ Defunciones entre las edades exactas x y $x + n$. Su valor está dado por:

$${}_n d_x = l_x - l_{x+n} \quad (1.4)$$

${}_n p_x$ Probabilidad que un sobreviviente de edad x tiene de vivir n años adicionales:

$${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x}$$

Gráfico 1.21: Estructura de las defunciones suavizadas por mala declaración de la edad, 1991-2010, mujeres



${}_nq_x$ Probabilidad que un sobreviviente de edad x tiene de fallecer antes de n años:

$${}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{l_x} \tag{1.5}$$

Por los axiomas de la probabilidad y la definición (1.4) se tiene la siguiente propiedad de cerradura:

$${}_np_x + {}_nq_x = \frac{l_{x+n}}{l_x} + \frac{{}_nd_x}{l_x} = \frac{l_x}{l_x} = 1$$

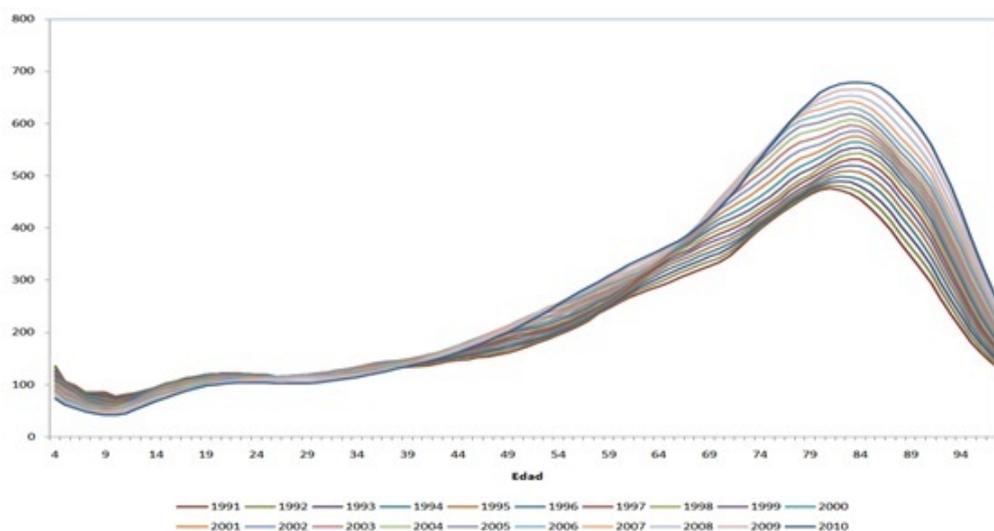
${}_nL_x$ Años-persona vividos entre las edades exactas x y $x + n$ por la cohorte de la tabla.

Su valor estrictamente matemático está dado por:

$${}_nL_x = \int_x^{x+n} l_y dy \tag{1.6}$$

Esta igualdad tiene la siguiente explicación. Supongamos que l_y es una función continua entre las edades exactas x y $x + n$ y sea dy un pequeño periodo medido en años (quizás una milésima de segundo aún es grande.). Al cabo de ese pequeño intervalo, cada uno de los sobrevivientes vive dy años y el conjunto vive un total de $l_y dy$ años. Como una integral definida, en el sentido de Riemann, es la suma de la función sobre todos los infinitesimos de tiempo que cubre el rango de variación (de x a $x + n$), entonces los años-persona vividos por la cohorte de la tabla son el lado derecho de (1.6).

Gráfico 1.22: Estructura de las defunciones corregidas por subestimación, 1991-2010, mujeres



${}_n a_x$ Años-persona vividos entre las edades exactas x y $x + n$ por las defunciones ocurridas en ese intervalo de edades. Su valor claramente está acotado entre 0 (todos los decesos tienen lugar a la edad exacta x) y n (todos acontecen a la edad $x + n$).

Los años-persona vividos por la cohorte ${}_n L_x$ se obtienen entonces como la suma de los años vividos por los sobrevivientes (n años por cada uno) y por las defunciones:

$${}_n L_x = {}_n l_{x+n} + {}_n a_x n d_x \quad (1.7)$$

de donde, incorporando (1.8):

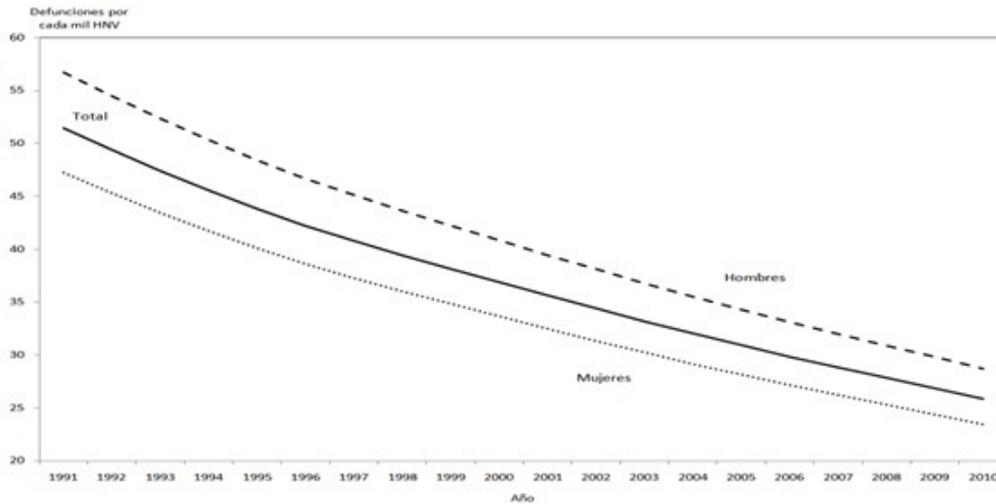
$$L_x = l_{x+n} + {}_n a_x (l_x - l_{x+n}) = {}_n a_x l_x + l_{x+n} (n - {}_n a_x)$$

Si suponemos que las defunciones se distribuyen de manera uniforme durante el intervalo de edades, es decir, ${}_n a_x = n/2$, entonces los años-persona vividos son:

$${}_n L_x = \frac{n}{2} [l_x + l_{x+n}] \quad (1.8)$$

Suponer que las defunciones se distribuyen uniformemente equivale a suponer que la función de supervivientes decrece linealmente dentro del periodo de edades de n años, que es lo mismo que la integración numérica por medio de un trapecioide en (1.6), es decir, la igualdad en (1.8).

Gráfico 1.23: Tasa de mortalidad infantil por sexo, 1991-2010



Una tasa en demografía se define como el cociente que resulta de dividir los eventos ocurridos en un intervalo de tiempo entre los años-persona vividos por la población durante el mismo periodo y expresa un promedio anual per cápita de eventos, independientemente de la longitud del intervalo. De aquí, para la tabla de vida se tiene que:

$${}_n m_x = \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} \tag{1.9}$$

Si introducimos (1.4) en (1.7):

$${}_n L_x = {}_n l_x - n {}_n d_x + n a_x n d_x$$

despejamos

$$l_x = {}_n L_x + n d_x - n a_x n d_x = {}_n L_x + n d_x (n - n a_x)$$

sustituimos en (1.5):

$${}_n q_x = \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x + n d_x (1 - n a_x)}$$

y dividimos numerador y denominador por ${}_n L_x$, por (1.9):

$${}_n q_x = \frac{{}_n m_x}{1 + (n - n a_x) m_x} \quad \text{o} \quad m_x = \frac{{}_n q_x}{n + (n - n a_x) q_x}$$

En el caso de Ecuador, para el primer año de vida se usaron las fórmulas para el modelo Oeste de Coale y Demeny (1983):⁴

$$a_0 = \begin{cases} 0.0425 + 2.875q^* & \text{hombres} \\ 0.05 + 3q^* & \text{mujeres} \end{cases} \quad \text{o} \quad q^* = \begin{cases} q_0 & \text{si } q_0 < 0.1 \\ 0.1 & \text{si } q \geq 0.1 \end{cases} \quad (1.10)$$

y para las siguientes cuatro edades los sugeridos por Naciones Unidas en sus tablas modelo de 1982:

$$a_1 = 0.44, a_2 = 0.47, a_3 = 0.49 \text{ y } a_4 = 0.5 \quad (1.11)$$

En el caso estatal, cuando se estiman las probabilidades de fallecer entre 1 y 5 años de edad ${}_4q_1$, se usaron también las fórmulas para el modelo Oeste de Coale y Demeny (1983):

$$a_0 = \begin{cases} 1.6533 - 3.013q^* & \text{hombres} \\ 1.5237 - 1.627q^* & \text{mujeres} \end{cases} \quad \text{o} \quad q^* = \begin{cases} q_0 & \text{si } q_0 < 0.1 \\ 0.1 & \text{si } q \geq 0.1 \end{cases}$$

A partir de cinco años de edad, se usó la fórmula de crecimiento exponencial para edades individuales

$$q_x = 1 - \exp\{-m_x\} \quad (1.12)$$

Los años-persona vividos se pueden obtener despejando en (1.9):

$${}_nL_x = \frac{{}_n d_x}{n d_x}$$

T_x Años-persona vividos a partir de la edad x . Su valor está dado por:

$$T_x = \sum_{y=x,n}^{w-n} {}_nL_y$$

donde w es una edad extrema avanzada límite de la vida humana, es decir, aquella a la cual nadie sobrevive:

$$l_w = 0$$

e_x Esperanza de vida a la edad x , es decir, el promedio de años que le restan por vivir a cada uno de los sobrevivientes a esa edad:

$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

⁴Coale, A.J. y P. Demeny with B. Vaughan (1983), *Model regional life tables and stable populations*. Academic Press, New York (Second edition).

Para obtener la tabla de mortalidad y , a partir de ella las esperanzas de vida, es necesario encontrar una forma de pasar alguna medida de la mortalidad observada a alguna de las funciones biométricas de la tabla. Generalmente esto se hace suponiendo que las tasas de mortalidad observada y de tabla son iguales, ya que ambas expresan un promedio anual per cápita de decesos:

$${}_n m_x = {}_n M_x$$

donde ${}_n M_x$ es la tasa observada de mortalidad. Con las tasas observadas y las fórmulas (2.30) o (2.31) se obtienen las probabilidades ${}_n q_x$ y con ellas se elabora la tabla, para lo cual se fija arbitrariamente un valor para el r adix l_0 , generalmente uno, cien mil o un mill on.

1.6 Migración

El Instituto Nacional de Estadística y Censos de Ecuador (INEC), instrumenta en sus ejercicios de recolección estadística sociodemográfica, la definición de migración, referida a los cambios de residencia que realizan las personas desde un área geográfica determinada hacia otra . De esta manera, se reconoce a quienes llegan como inmigrantes y a quienes se van de dicha área, emigrantes; definiendo así a la inmigración y emigración respectivamente.

Los eventos de la migración, esto es, llegadas y salidas respecto a un área geográfica determinada, no sólo modifican los montos estimados de la población en dicha área, sino que la relevancia principal del estudio de la migración recae en los cambios que este fenómeno produce en las estructuras por edad y sexo de las poblaciones.

Para cualquier población delimitada geográfica y administrativamente como lo es Ecuador, ocurre que la población cambia su lugar de residencia dentro de dicho territorio, esto es, entre provincias, o bien, que cambia su lugar de residencia más allá de las fronteras del país. Lo primero se denomina como migración interna y el segundo caso migración internacional. La migración internacional, a diferencia de la interna, es la única que puede cambiar el monto y estructura por edad y sexo de la población total del país, por lo que exige una especial atención para explicar, a dicho nivel de análisis, parte de la dinámica demográfica nacional. Por su parte, la migración interna modifica el monto y estructura

demográfica de cada una de las provincias del país, por lo que en conjunto con la natalidad y la mortalidad, brinda elementos explicativos ante la evolución de cada provincia, más allá de la dinámica demográfica, también en contextos sociales y económicos.

Con la intención de contribuir en el estudio de la migración de Ecuador, a continuación se exponen los resultados obtenidos por el INEC y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI), para la migración interna e internacional que presentó el país centroamericano entre 2000 y 2010. Las presentes estimaciones tienen como objetivo establecer el comportamiento cuantitativo de la migración interna e internacional durante la primera década del siglo, por lo que también se contribuye al establecimiento de una población base para ejercicios de prospectiva de la población de Ecuador.

1.6.1 Método

Debido a que la lista de estudios sobre migración es muy rica en cantidad y enfoques, se tiene entonces un amplio número de técnicas y procedimientos para estimar a la migración internacional de un país,⁵ por lo que en el presente documento se expone el procedimiento efectuado para las estimaciones finales, resaltando que la técnica empleada no atiende a un estándar en particular. Esto porque en términos generales lo que se hizo fue aprovechar las fuentes de información más completas con las que a la fecha se dispone.

Sucintamente, las presentes estimaciones se dividen en dos partes. Primero, se estimó la migración interna a partir de los resultados censales derivados de la pregunta sobre residencia habitual cinco años antes a la fecha del levantamiento de los censos de 2001 y 2010, de esta manera, directamente se obtuvo la migración interna para los periodos 1996-2001

⁵Entre otros textos ver a:

Corona Vázquez, Rodolfo. *Estimación de la población de origen mexicano que reside en Estados Unidos*, El Colegio de la Frontera Norte, 1992.

Corona, Rodolfo y Rodolfo Tuirán. "Fuentes mexicanas para el estudio de la migración México-Estados Unidos" en Rodolfo Tuirán (Coordinador). *Migración México-Estados Unidos: Continuidad y cambio*, Consejo Nacional de Población, septiembre de 2000.

ONU, Department of Economic and Social Affairs. *Manual VI, Methods of Measuring Internal Migration*, United Nations, New York, 1970.

y 2005-2010. La estimación para el periodo intermedio que completa el periodo 2000-2010 se hizo mediante interpolación de los montos totales para cada provincia, manteniendo las estructuras por edad, sexo y distribución de los eventos del fenómeno (inmigraciones y emigraciones), a partir de la experiencia registrada por los censos de 2001 y 2010.

La estimación de la migración internacional resultó ser más simplificada, esto porque el Censo de 2010 captó información sobre emigración internacional desde noviembre de 2001, por lo que con el censo de 2001 se completó el periodo de estimación.

1.6.2 Fuentes de información

Se aprovecharon los resultados censales de 2001 y 2010. Particularmente para la estimación de la migración internacional, el aprovechamiento de la información derivada del Censo de Población y Vivienda 2010, hace de éste, la principal fuente de información del fenómeno. Aunado a lo anterior, se analizó información de otros países (principalmente de Estados Unidos de América y España) que van desde registros administrativos, encuestas en hogares y hasta censos de población. Como resultado de este ejercicio, se decidió que la mejor fuente que mayormente nos pueden aproximar al fenómeno, en realidad son las únicas que pueden hacerlo, éstas son, las nacionales ecuatorianas⁶. Ver cuadro 1.1.

1.6.3 Migración Interna

Como ya se ha referido, la migración interna es el fenómeno demográfico derivado del cambio de residencia habitual de las personas al interior de los límites internacionales de nuestro país. De esta manera, cada provincia recibe a nuevos residentes (inmigrantes), los cuales a su vez son emigrantes respecto a la provincia de origen. Estos eventos son instrumentados y registrados en los censos mediante la pregunta referida al lugar de residencia anterior cinco años antes a la fecha censal. La estimación para dicho fenómeno durante 2000-2010 se expone en el siguiente cuadro.

⁶Por ejemplo, la American Community Survey (años 2000 a 2010) levantada en EUA, segundo principal país de destino, refleja una subcobertura de inmigrantes procedentes de Ecuador de mínimo 46% respecto a lo reportado por el censo ecuatoriano de 2010.

Cuadro 1.1: Fuentes y tratamiento de la información para estimar la migración interna e internacional 2000 – 2010

Fenómeno	Tipo de población	Fuentes de información	Tratamiento de la información
Migración interna	Inmigrantes	Censo de Población y Vivienda 2010, Censo de Población y Vivienda 2000.	Para cada provincia, se estimó por edad y sexo, el total de personas que cinco años antes al levantamiento censal vivían en una provincia diferente a la actual de residencia habitual. Para estimar a los inmigrantes menores de cinco años de edad, se seleccionó a todos aquellos residentes menores de cinco años que no nacieron en la provincia de residencia.
	Emigrantes		Para cada provincia, se estimó el total de personas, por edad y sexo, cuyo lugar de residencia actual no fuera el mismo que la provincia en la que residía cinco años atrás a la fecha censal. Los emigrantes menores de cinco años de edad, quedaron determinados por aquellos cuya provincia de nacimiento no fuese la misma que su provincia de residencia actual.
Migración internacional	Inmigrantes	Censo de Población y Vivienda 2010, Censo de Población y Vivienda 2000.	Para cada provincia, se estimó por edad y sexo, el total de personas que cinco años antes al levantamiento censal vivían en otro país. Para estimar a los inmigrantes internacionales, menores de cinco años de edad, se seleccionó a todos aquellos residentes menores de cinco años que no nacieron en Ecuador.
	Emigrantes		Para cada provincia, se estimó por edad y sexo, el total de personas para las que se declaró que habían salido del país entre 2001 y 2010. La estimación de 2000 y parte de 2001 se completó mediante el Censo 2000. La información que brindan las fuentes contempla a menores de cinco años de edad, por lo que su estimación es directa.

Del cuadro 1.2 se observa que durante el periodo de estudio, el total de personas que cambiaron su lugar de residencia, a nivel de provincia, asciende a 1 590 842 migrantes, 48% de estos son mujeres. También se tiene que las provincias más dinámicas han sido Pichincha y Guayas, tan solo entre ambas aglutinan más de 40% de la inmigración y 27.7% de la emigración, aunque en términos netos, provincias como Manabí o Los Ríos registran las mayores pérdidas de población, mientras que en sentido positivo, los saldos netos migratorios más grandes son para Pichincha, Guayas y Azuay.

1.7 Migración Internacional

Las entradas y salidas de población al país se reflejan con mayor dinamismo en tres provincias, Pichincha, Guayas y en menor medida Azuay. Tan solo en estas tres provin-

Cuadro 1.2: Estimación de la migración interna según provincia y sexo 2000 – 2010

2000-2010	Migración Interna					
	Inmigración		Emigración		SNM	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Ecuador	827 290	763 552	827 290	763 552		
Provincia						
1 Azuay	44 665	36 308	27 105	25 209	17 560	11 094
2 Bolívar	10 699	10 494	18 564	17 566	-7 865	-7 072
3 Cañar	15 836	12 829	9 880	10 186	5 956	2 643
4 Carchi	13 036	11 880	17 338	17 100	-4 302	-5 220
5 Cotopaxi	19 557	17 394	28 467	26 288	-8 910	-8 894
6 Chimborazo	20 778	18 859	33 802	31 569	-13 024	-12 710
7 El Oro	38 400	31 808	39 658	36 117	-1 258	-4 309
8 Esmeraldas	35 794	32 043	49 948	46 500	-14 154	-14 457
9 Guayas	128 177	124 579	113 961	108 011	14 216	21 568
10 Imbabura	22 520	21 777	26 630	25 460	-4 110	-3 683
11 Loja	24 961	21 252	35 161	32 985	-10 200	-11 733
12 Los Ríos	40 431	37 171	58 464	56 036	-18 033	-18 865
13 Manabí	47 704	43 967	93 693	88 017	-45 989	-44 050
14 Morona Santiago	11 892	8 367	9 524	9 732	2 368	-1 365
15 Napo	7 399	6 572	8 114	7 670	-715	-1 098
16 Pastaza	11 093	8 991	7 414	6 869	3 679	2 122
17 Pichincha	194 868	193 983	119 279	104 652	75 589	89 331
18 Tungurahua	23 162	22 075	25 726	22 974	-2 564	-899
19 Zamora Chinchipe	9 399	7 145	7 213	7 087	2 186	58
20 Galápagos	4 090	3 774	2 830	2 466	1 260	1 308
21 Sucumbios	23 261	18 616	18 133	15 869	5 128	2 747
22 Orellana	18 617	14 384	24 048	21 269	-5 431	-6 885
23 Santo Domingo de los Tsáchilas	36 865	37 777	40 487	37 632	-3 622	145
24 Santa Elena	17 072	14 917	10 331	9 887	6 741	5 030
Zonas no delimitadas	7 014	6 595	1 520	1 401	5 494	5 194

cias se concentra 55.6% de la inmigración internacional y 57.8% de la emigración hacia otros países. Estas tres áreas geográficas presentan migración neta negativa a dicho nivel geográfico, siendo Guayas la que registra la cifra más alta en sentido negativo. Durante 2000-2010, el país recibió a 176 384 nuevos residentes, mientras que se fueron al extranjero 477 302 emigrantes, como resultado, en dichos años el país una pérdida neta de 300 918 migrantes, 53.8% de estos son hombres (cuadro 1.3).

El gráfico ilustra la evolución del fenómeno, mediante la migración neta internacional por edad; se resalta que el nivel de éste no sólo varía entre provincias, sino que el perfil migratorio por edad cambia tal grado de registrar para algunas provincias en ciertas edades saldos netos migratorios positivos. No obstante, de la grafica se aprecia que para todos las

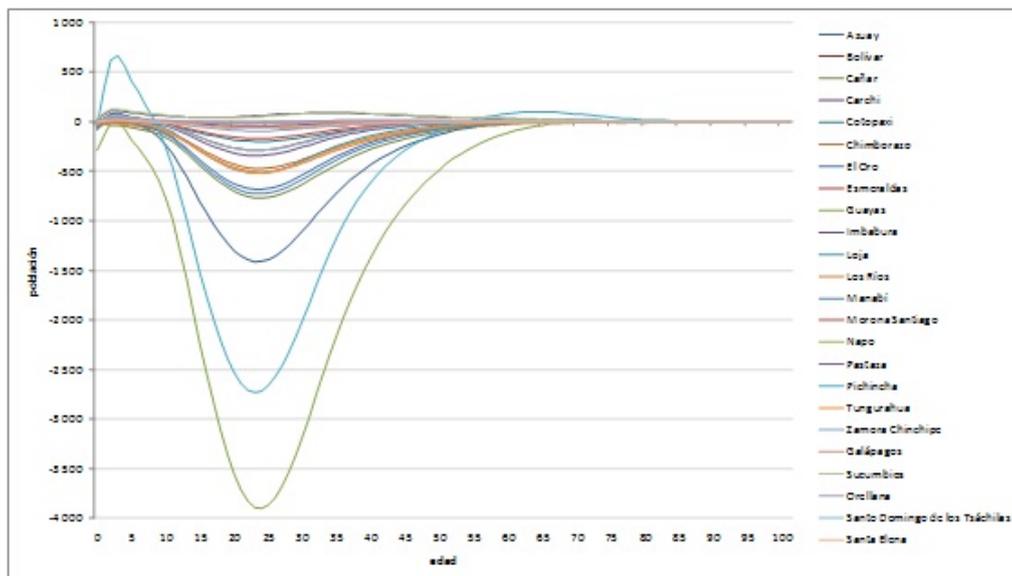
Cuadro 1.3: Estimación de la migración interna según provincia y sexo 2000 – 2010

2000-2010	Migración internacional					
	Inmigración		Emigración		SNM	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Ecuador	94 039	82 345	256 061	221 241	-162 022	-138 896
Provincia						
1 Azuay	8 884	6 084	31 231	15 568	-22 347	-9 484
2 Bolívar	238	186	1 082	1 021	-844	-835
3 Cañar	2 307	1 219	15 214	7 686	-12 907	-6 467
4 Carchi	2 943	2 899	900	836	2 043	2 063
5 Cotacachi	925	797	3 437	2 991	-2 512	-2 194
6 Chimborazo	1 706	1 480	8 662	6 039	-6 956	-4 559
7 El Oro	4 175	3 432	12 130	10 923	-7 955	-7 491
8 Esmeraldas	3 152	3 120	5 170	6 333	-2 018	-3 213
9 Guayas	14 076	12 774	59 275	63 048	-45 199	-50 274
10 Imbabura	3 121	3 128	7 035	5 922	-3 914	-2 794
11 Loja	4 151	3 434	11 030	7 440	-6 879	-4 006
12 Los Ríos	1 343	1 144	7 024	8 343	-5 681	-7 199
13 Manabí	3 657	3 072	12 054	11 762	-8 397	-8 690
14 Morona Santiago	1 334	749	3 981	1 839	-2 647	-1 090
15 Napo	352	272	776	759	-424	-487
16 Pastaza	498	466	1 059	729	-561	-263
17 Pichincha	29 121	27 113	54 635	52 276	-25 514	-25 163
18 Tungurahua	2 673	2 356	9 720	7 337	-7 047	-4 981
19 Zamora Chínchipe	998	726	2 199	1 367	-1 201	-641
20 Galápagos	155	165	250	233	-95	-68
21 Sucumbios	3 508	3 451	1 383	1 286	2 120	2 165
22 Orellana	1 107	999	795	725	312	274
23 Santo Domingo de los Tsáchilas	2 884	2 666	5 689	5 468	-2 805	-2 802
24 Santa Elena	736	613	1 330	1 310	-594	-697

provincias, la pérdida o bien ganancia de población, es consistente con los patrones modelo de migración, esto es, que la migración presentada por los infantes es consistente con la de edades adultas, es decir, se mantiene el supuesto de que el movimiento de adultos implica, guardando las correspondientes proporciones, el movimiento de infantes, infantes hijos de la mayoría de esos adultos.⁷

⁷A. Rogers y Luis J. Castro. Patrones modelo de migración, Demografía y Economía, Vol. 16, Núm. 3, México, El Colegio de México, 1982, pp. 267-327.

Gráfico 1.24: Tasas globales de fecundidad a partir de las encuestas por muestreo



A MÉTODO DE GRAY

A.1 Introducción

En estas últimas décadas se han desarrollado numerosos recursos técnicos para la estimación estadística de la población con resultados satisfactorios. Uno de los recursos mas relevantes para los demógrafos es la distribución de la población.

La edad es importante en algunas sociedades mas que en otras. Cuando la edad no es considerada con la importancia debida, las personas tienden a no declarar su edad con mucha precisión y reportan un “número redondo” cuando se les pregunta. Estos números redondos tienden a ser múltiplos de cinco y esto resulta en distribuciones por edad de poblaciones con un gran número de personas en estas edades y con pocas personas en edades intermedias. Este problema es denominado como *preferencia de digital* [García V. : pp.91].

A.2 El método de estimación

Sea P_x^* el número de personas de algún sexo en la edad x de la población analizada, y sea P_x el número real, si se corrige el error de edad. Entonces, se puede suponer el siguiente modelo, para el error en la edad:

$$P_x^* = P_x + e_x, \quad (\text{A.1})$$

además,

$$\mathbf{E} \left[\sum_{i=-5}^4 e_{x+i} \right] = \mathbf{E} \left[\sum_{i=-4}^5 e_{x+i} \right] = 0, \quad (\text{A.2})$$

donde E es el valor promedio o esperanza [Gray 1987].

Un supuesto básico en cualquier procedimiento de suavizamiento es que las cifras de población deben, de echo, formar una curva aproximadamente suave. Si se reemplaza esta suposición muy restrictiva con el supuesto que para una edad fija x_0 existe un polinomio de orden w tal que para cualquier entero i

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

Por razones que quedarán claras, un límite local de 3 para w resulta en un método de estimación objetiva. En este caso, "local" significa, esencialmente, un lapso de diez o 20 edades consecutivas.

En lo que sigue, un 2×10 -período de la media móvil será

$$S(P_x) = \frac{1}{20} \left(\sum_{i=-5}^4 P_{x+i} + \sum_{i=-4}^5 P_{x+i} \right) \quad (\text{A.4})$$

Se puede verificar con la ecuación (A.4) que

$$S(P_x) = P_x + k_x \quad (\text{A.5})$$

where $x = x_0 + j$ con

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

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

Efectivamente, k_x es el sesgo introducido por la aplicación del operador lineal S . El objetivo es por tanto encontrar una modificación a S que no tiene este término de sesgo.

La construcción de la modificación requerida se basa en el resultado, que puede ser verificada algebraicamente, que si w es menor que cuatro, entonces

$$S(k_x) = k_x. \quad (\text{A.6})$$

Esto no es cierto para polinomios de grado superior, realizados en la ecuación (A.3), y es la fuente de la restricción del método que se describe a la suposición de que la distribución de la edad subyacente puede tener no más de dos puntos de inflexión locales.

Ahora se puede comprobar la siguiente propiedad:

$$\begin{aligned} 2S(P_x^*) - S^2(P_x^*) \\ = 2S(P_x + e_x) - S^2(P_x + e_x) \end{aligned} \quad (\text{Por A.1})$$

$$\begin{aligned} = 2S(P_x) - S^2(P_x) + 2S(e_x) - S^2(e_x) \\ = 2(P_x + k_x) - S(P_x + k_x) - 2S(e_x) - S^2(e_x) \end{aligned} \quad (\text{Por A.5})$$

$$\begin{aligned} = 2P_x + 2k_x - S(P_x) - S(k_x) + 2S(e_x) - S^2(e_x) \\ = 2P_x + 2k_x - (P_x - k_x) - k_x + 2S(e_x) - S^2(e_x) \quad (\text{Por A.6}) \\ = P_x + 2S(e_x) - S^2(e_x). \end{aligned}$$

Luego, se deduce de la ecuación (A.2) lo siguiente

$$\mathbf{E}[S(e_x)] = 0,$$

y se sigue entonces que

$$\mathbf{E}[2S(e_x) - S^2(e_x)] = 0.$$

De esta manera, ahora se ha demostrado que bajo los supuestos de las ecuaciones (A.1) a (A.3),

$$\begin{aligned} \mathbf{E}[2S(P_x^*) - S^2(P_x^*)] &= \mathbf{E}[P_x^* + 2S(e_x) - S^2(e_x)] \\ &= P_x \end{aligned} \quad (\text{A.7})$$

(siempre y cuando w sea de grado menor 4). Esta es otra manera de decir que el operador lineal $2S - S^2$ produce estimaciones imparciales de P_x de los valores numéricos de P_x^* .

Ahora puede verse que un sistema de media móvil (visto como operador lineal) puede ser refinado considerablemente reemplazando la base del operador media móvil S , que produce estimaciones sesgadas por el término k_x , con el operador lineal $2S - S^2$, que produce estimaciones insesgada bajo el modelo de representación errónea de la edad y forma de la pirámide de edad que ha sido asumido aquí. Se puede verificar de manera similar que cualquier operador lineal de la forma

$$Q_k = (k + 1)S^k - kS^{k+1} \quad (\text{A.8})$$

puede sustituir a $2S - S^2$ en la ecuación (A.7) si k es mayor que cero.

Cuadro A.1: Operadores lineales para derivar estimaciones no sesgadas para la edad x

Edad	Operadores Lineales				
	S	S^2	S^3	Q_1	Q_2
15-19			0.000125		-0.00025
$x - 14$			0.00075		-0.0015
$x - 13$			0.00225		-0.0045
$x - 12$			0.00475		-0.0095
$x - 11$			0.00825		-0.0165
$x - 10$		0.025	0.01275	-0.0025	-0.018
$x - 9$		0.1	0.01825	-0.01	-0.0065
$x - 8$		0.2	0.02475	-0.02	0.0105
$x - 7$		0.3	0.03225	-0.03	0.0255
$x - 6$		0.4	0.04075	-0.04	0.0385
$x - 5$	0.05	0.5	0.049875	0.05	0.0503
$x - 4$	0.1	0.6	0.0585	0.14	0.0603
$x - 3$	0.1	0.7	0.0655	0.13	0.079
$x - 2$	0.1	0.8	0.0705	0.12	0.099
$x - 1$	0.1	0.9	0.0735	0.11	0.123
x	0.1	0.95	0.0745	0.105	0.136
$x + 1$	0.1	0.9	0.0735	0.11	0.123
$x + 2$	0.1	0.8	0.0705	0.12	0.099
$x + 3$	0.1	0.7	0.0655	0.13	0.079
$x + 4$	0.1	0.6	0.0585	0.14	0.0603
$x + 5$	0.05	0.5	0.049875	0.05	0.0503
$x + 6$		0.4	0.04075	-0.04	0.0385
$x + 7$		0.3	0.03225	-0.03	0.0255
$x + 8$		0.2	0.02475	-0.02	0.0105
$x + 9$		0.1	0.01825	-0.01	-0.0065
$x + 10$		0.025	0.01275	-0.0025	-0.018
$x + 11$			0.00825		-0.0165
$x + 12$			0.00475		-0.0095
$x + 13$			0.00225		-0.0045
$x + 14$			0.00075		-0.0015
$x + 15$			0.000125		-0.00025

Elaboración: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC

A.3 Aplicación

La idea de la aplicación del método de Gray para la corrección de la distribución de edad es la siguiente: corregir P_x^* (población estimada en la edad x) mediante el operador Q_k , es

decir

$$P_x = Q_k(P_x^*)$$

donde P_x es el valor corregido de P_x^* . Para este trabajo se considera los operadores Q_1 y Q_2 .

Para utilizar cualquiera de estos operadores lineales, los datos estimados de las edades vecinas a una edad particular x están alineadas con los pesos que se muestran en la tabla A.1, luego se calcula la suma ponderada de los valores. Un ejemplo de cálculo de P_x con ayuda del operador lineal Q_1 es el siguiente:

$$\begin{aligned} P_x = Q_1(P_x^*) = & -0.0025P_{x-10}^* - 0.01P_{x-9}^* - 0.02P_{x-8}^* - 0.03P_{x-7}^* - 0.04P_{x-6}^* + 0.05P_{x-5}^* + 0.14P_{x-4}^* \\ & + 0.13P_{x-3}^* + 0.12P_{x-2}^* + 0.11P_{x-1}^* + 0.105P_x^* + 0.11P_{x+1}^* + 0.12P_{x+2}^* + 0.13P_{x+3}^* \\ & + 0.14P_{x+4}^* + 0.05P_{x+5}^* - 0.04P_{x+6}^* - 0.03P_{x+7}^* - 0.02P_{x+8}^* - 0.01P_{x+9}^* - 0.0025P_{x+10}^* \end{aligned}$$