

DIRECCIÓN DE CENSOS Y DEMOGRAFÍA

Convenio Interadministrativo No.095 del 19 de marzo de 2020, celebrado entre el Fondo Rotatorio del DANE-FONDANE y el Distrito Capital – Secretaría Distrital de Planeación

Documento Metodológico de elaboración de las proyecciones de población de Bogotá, D.C., a nivel de localidad hasta el año 2035 y de Unidad de Planeamiento Zonal – UPZ hasta el año 2024.

Diciembre 2020



**El futuro
es de todos**

**Gobierno
de Colombia**

Tabla de contenido

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Contexto metodológico
 - a. Crecimiento natural o vegetativo
 - b. Crecimiento migratorio
 - c. Diferencias en el marco metodológico de estimación o proyección de la población, los hogares y las viviendas.
4. Definición de la población, los hogares y las viviendas base, 2018
 - a. Población base en las localidades
 - b. Población base en las UPZ
 - c. Hogares base, localidades y UPZ
 - i. Aspectos metodológicos
 - ii. Ajuste por cobertura
 - iii. Resultados
 - d. Viviendas base, localidades y UPZ
 - i. Aspectos metodológicos
 - ii. Ajuste por cobertura
 - iii. Resultados
5. Proyecciones de población por localidades, 2019-2035
 - a. Aplicación del método de los componentes
 - i. Estimación y proyección del componente fecundidad
 1. Aspectos metodológicos
 2. Principales resultados
 - ii. Estimación y proyección del componente mortalidad

1. Aspectos metodológicos
 2. Principales resultados
 - iii. Estimación y proyección del componente emigración
 1. Aspectos metodológicos
 2. Principales resultados
 - iv. Estimación y proyección del componente inmigración
 1. Aspectos metodológicos
 2. Principales resultados
 - b. Proceso de proyección de la población
 - i. El software
 - ii. Aspectos metodológicos
 - iii. Principales resultados
6. Proyecciones de población por Unidades de Planeamiento Zonal – UPZ:
2019-2024
- a. Aspectos metodológicos
 - b. Principales resultados
7. Proyecciones del número de hogares
- a. Localidades
 - i. Aspectos metodológicos
 - ii. Principales resultados
 - b. Unidades de Planeamiento Zonal - UPZ
 - i. Aspectos metodológicos
 - ii. Principales resultados
8. Proyecciones de viviendas
- a. Localidades

- i. Aspectos metodológicos
 - ii. Principales resultados
 - b. Unidades de Planeamiento Zonal - UPZ
 - i. Aspectos metodológicos
 - ii. Principales resultados
- 9. Hogares en déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda, 2018
 - a. Localidades
 - i. Aspectos metodológicos
 - ii. Principales resultados
 - b. Unidades de Planeamiento Zonal - UPZ
 - i. Aspectos metodológicos
 - ii. Principales resultados
- 10. Otros modelamientos y análisis poblacionales probados
 - a. Retroproyecciones de población
- 11. Conclusiones y recomendaciones
- 12. Bibliografía

1. Introducción

La población es el eje fundamental de la política pública. El conocimiento de las características fundamentales de la población permite a los gobiernos direccionar acciones y definir estrategias eficientes, que impacten de manera positiva y brinden soluciones a sus problemáticas. En este sentido, la Secretaria Distrital de Planeación (en adelante SDP) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) a través del Fondo Rotatorio FONDANE, suscribieron el convenio 095 del 2020, para el desarrollo por parte del DANE de los siguientes productos: Proyecciones de población a nivel de localidad y UPZ, por sexo y edad; proyección de hogares a nivel de localidad y UPZ y proyecciones de demanda de vivienda, a nivel de localidad y UPZ. El objetivo de este proyecto era estimar las proyecciones de población, hogares y viviendas para las localidades de Bogotá y las Unidades de Planeamiento Territorial (UPZ)

La primera fase de la construcción de la población base es la homologación cartográfica entre la censal definida por el DANE y la catastral definida por el Distrito Capital. Dado que este es un ejercicio que requiere la revisión y consenso de ambas entidades, se decide aceptar la cartografía censal del DANE¹ como base para la construcción de la población base y de las proyecciones; la proyección desagregada del total Bogotá se basó en esta distribución cartográfica, en este sentido, es claro que el presente documento se encuentra complementado con el informe técnico de homologación cartográfica presentado como producto base de

¹ Informe técnico (Marco de viviendas Convenio SDP) – DANE, Dirección de Geoestadística, junio de 2020.

soporte por el área de Geoestadística del DANE, en el marco del presente convenio².

La población base desagregada por sexo y edades simples de las localidades y las UPZ de Bogotá, insumo para la proyección de estos niveles, se construye a partir de la población observada en el censo 2018 y los ajustes por cobertura definidos para cada unidad geográfica objeto de este análisis. Los niveles de cobertura resultaron del proceso minucioso de conciliación y empalme de los comportamientos observados en los censos previos (1985, 1993 y 2005), donde se obtienen como resultado las estructuras definitivas ajustadas.

El método a utilizar para la proyección de localidad, el de componentes demográficos, exige que se construyan los componentes base: la fecundidad, la mortalidad, la inmigración y la emigración. Los cuales, como se explicará en el aparte del componente, fueron definidos a partir de las observaciones de su comportamiento en los censos 2018 y 2005; los registros administrativos de nacimientos y defunciones y la encuesta multipropósito.

La sumatoria de la proyección de población a nivel de localidad debe ser igual a la proyección total de Bogotá. Por esta razón, parte de la construcción de la población base implica confrontar y evaluar la información de la proyección de Bogotá, la cual ha sido estimada previamente.

² La información georeferenciada de las capas de localidades y UPZ responde a los shapes de localidades y UPZ entregados por el Distrito, asociando la información de manzanas y secciones censales a la localidad y UPZ más cercana o predominante en los casos de conflictos limítrofes, así mismo, se incorporaron las unidades censales ubicadas en áreas de cabecera a las localidades y UPZ que las contienen, de acuerdo a los consensos técnicos contemplados.

Para el desarrollo de los productos esperados se utilizó como fuente principal el Censo Nacional de Población y Vivienda (en adelante CNPV); los registros administrativos de nacimientos y defunciones; la Encuesta Multipropósito de Bogotá y la información resultante del modelo de ocupación territorial

Población base, localidades, centros poblados y rural disperso en la ciudad de Bogotá para el año 2018 se tuvo en cuenta la información suministrada por el marco de georreferenciación del DANE, el cual permitió ubicar la localidad de cada una de las personas censadas en Bogotá a partir del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (CNPV-2018) y así obtener la distribución de personas por edades simples y sexo para cada una de las áreas menores; este proceso se replicó para la construcción de la población base en las Unidades de Planeamiento Territorial (en adelante UPZ).

Vivienda Base, localidades y UPZ; las viviendas base para el año 2018 en Bogotá requirieron consultas acerca del número de hogares por viviendas ocupadas y el número de hogares por viviendas totales desagregados para localidades y UPZ, estas consultas fueron realizadas de acuerdo a la información censal año 2018. Para el cálculo del número de viviendas ocupadas por localidad se usó la información definida anteriormente sobre el número de hogares en cada localidad, además, la consulta sobre el número de hogares por vivienda ocupada, de manera que, al aplicar el cociente entre el primer insumo sobre el segundo, se genera una estimación del número de viviendas ocupadas, a partir de las cuales se conoce la distribución de los datos para ajustar el total de viviendas ocupadas para cada localidad según los totales publicados a nivel Bogotá.

Las proyecciones de población de las localidades se realizaron por el método de los componentes, a través del software desarrollado en R por el Instituto de

Estadística y Cartografía de Andalucía, el cual utiliza un modelo multiregional para áreas menores bajo dos metodologías, la primera se llama "simple" y la segunda "con consistencia".

2. Antecedentes

Existen confluencias entre los intereses de las entidades participantes de la realización del presente proyecto estadístico, a razón de sus funciones y competencias que han facilitado el desarrollo de estudios postcensales para la elaboración de estimaciones y proyecciones demográficas y poblacionales al menos desde el anterior levantamiento censal de 2005; siendo renovadas estas construcciones colectivas de información estadística desagregada de acuerdo con las agrupaciones locales al interior del territorio de la ciudad de Bogotá y teniendo en cuenta su proceso de urbanismo.

Si bien, el DANE produce estadísticas oficiales para las entidades territoriales del país, en general, este proceso especializado de desagregación a nivel de áreas menores (como las áreas al interior de un municipio) para la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) presenta la particularidad por sus volúmenes poblacionales de contar con información robusta para el desglose de indicadores demográficos que no suelen ser comúnmente elaborados en áreas menores, siendo una fortaleza al momento de estimar a través del modelo de componentes de cohortes y no a través únicamente del uso de funciones estadísticas o matemáticas que se encuentran restringidas a cortos periodos de estimación.

Otro aspecto a destacar, que hace parte de los hitos de los que se deriva el presente proyecto, es la disponibilidad de datos actualizados resultantes del más reciente Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018, el cual ha logrado difundir de manera transparente a los mayores niveles de desagregación geográfica, los microdatos anonimizados de la operación estadística de mayor envergadura en el país, permitiendo contrastar con mayor precisión y alcance técnico la información con los diferentes registros con los que cuentan las autoridades centrales y locales para acceder a un importante número de análisis y

comparaciones para comprender su realidad sociodemográfica y entorno poblacional.

3. Contexto metodológico

Las perspectivas aplicadas sobre la evolución de las variables determinantes de la dinámica poblacional (es decir, la fecundidad, la mortalidad y la migración) a partir de las observaciones de la evolución histórica reciente, con base en la ecuación compensadora o de balance, desagregada por sexo y edades, hace referencia al seguimiento de cada cohorte de edad en un determinado punto de partida o año base de estudio en un determinado período (según la información disponible en censos o registros), que en el caso específico corresponde al año censal 2018.

Lo anterior, responde a una de las características que permite estimar, de manera integral y sistemática, dado que estos volúmenes de cada subgrupo de la población responden al resultado de la interacción de los componentes de crecimiento o del cambio demográfico. A su vez, la elaboración de las estimaciones y proyecciones de la población por sexo y edad total de cada localidad al interior de la ciudad de Bogotá a través de la aplicación de este "Modelo de componentes de cohortes", se derivan paralelamente una serie amplia y detallada de indicadores sociodemográficos, como insumos para fortalecer el desarrollo del quehacer en la planificación estatal y de diferentes actividades sectoriales.

En este sentido, es importante diferenciar que el crecimiento poblacional es un resultado inercial y dependiente de las tendencias de cambio en los fenómenos o variables demográficas, por lo cual más allá de un conjunto de sumas y restas, la aplicación de este modelo, se encuentra estrechamente vinculada a los procesos de transición y sus etapas, documentados ampliamente en la literatura demográfica³,

³ Universidad Externado de Colombia. Centro de Investigaciones sobre Dinámica Social. (2007). Ciudad, espacio y población: el proceso de urbanización en Colombia. Fondo de Población de las Naciones Unidas.

el modelo es sensible en dos grandes aspectos, el primero corresponde a la calidad de las fuentes de información y la asertividad en la aplicación de técnicas de ajuste o corrección por cobertura y contenido de la fuente, así mismo, un segundo aspecto depende de la compatibilidad de las observaciones ajustadas entre sí y la población base de estimación, para ilustrar mejor este segundo aspecto, es importante para la evolución de las estimaciones que se tenga en cuenta en la aplicación metodológica la sinergia de las diferentes variables que interactúan al interior de la ecuación compensadora o de balance demográfico⁴.

Las proyecciones demográficas son el resultado del balance entre el crecimiento natural o vegetativo y los movimientos migratorios⁵, sin embargo, estos indicadores del cambio poblacional no corresponden a las variables a ser modeladas al interior del aplicativo de proyección, dado que son el resultado de la transformación de indicadores sintéticos en un modelo múltiple de la evolución de las cohortes, como fue mencionado en el anterior apartado, por ende, para su replicabilidad, cada variable al interior del modelo debe interactuar con las demás por lo cual el resultado del crecimiento poblacional es dependiente de todas interacciones por sexo y edad de manera no lineal.

En este sentido, en capítulos posteriores, la presente descripción metodológica se concentrará en profundizar las técnicas implementadas para la conformación y el desglose de cada indicador insumo transformado para su inclusión en el modelo general de proyección.

a. Crecimiento natural o vegetativo

Este es comúnmente entendido como la diferencia entre las tasas brutas de natalidad y mortalidad de una población, razón por la cual, realizar estimaciones directas con base

⁴ Ejemplo: las probabilidades de morir en edades avanzadas al interactuar con los resultados de los patrones (edad y sexo) de las migraciones internas e internacionales pueden agotar o duplicar las cohortes de poblaciones base en edades adultas mayores generando inconsistencias en la estructura de la población; por otra parte la emigración sostenida de mujeres en edades productivas, genera alteraciones en la base de la pirámide poblacional, la cual está afectada por la mortalidad en la niñez, es así que las cohortes sobrevivientes de nacidos vivos deben ser consecuentes con la relación de niños con el grupo de mujeres en edad fértil.

⁵ Asociado a los cambios permanentes en la residencia habitual de las personas (definición de migrante de largo plazo de referencia de la Organización de Naciones Unidas)

estas tasas crudas no es recomendable dado el efecto distorsionado que la edad presenta en las diferentes poblaciones, es así que se construyen indicadores sintéticos “teóricos” que permiten refinar los resultados para medir el cambio real en la población por los eventos naturales, es decir, los nacimientos y las defunciones.

Estos eventos o hechos vitales son captados de forma directa a través de los registros y certificaciones civiles o de antecedentes médicos, sin embargo, como todas las fuentes de información presentan errores de cobertura y contenido, por lo cual existen técnicas directas e indirectas de aproximarse a sus valores plausibles, por lo cual, los nacimientos estimados corresponden al resultado de obtener tasas específicas de fecundidad según la edad de las madres, las cuales se agregan en una medida resumen que es conocida como la Tasa Global de Fecundidad (TGF) que representa el número promedio de hijos por mujer, la cual a su vez es una medida de transformación para analizar la paridez acumulada o la fecundidad de toda la vida de las mujeres en su periodo fértil. Estos indicadores demográficos son la base de la precisión en el modelo de componentes de cohortes, dado que los nacimientos esperados dependerán tanto del volumen de **mujeres en edad reproductiva en un momento dado (año censal) y de las tendencias de paridez media**. Por otra parte, las defunciones estimadas corresponden, al igual que en la fecundidad, al resultado de indicadores teóricos que permiten analizar el tiempo vivido de una población y las probabilidades de morir o sobrevivir, las cuales son diferenciales por edad y sexo en cada lugar o territorio dado.

En consecuencia, existen factores diferenciales que evidencian que el riesgo de morir para los residentes en la localidad de Suba es diferente de los residentes en la localidad de La Candelaria, así mismo, para una mujer o un hombre así cuenten con la misma edad. Por lo tanto, el modelo de componentes de cohortes incorpora las tasas centrales de mortalidad por sexo y edad de cada subgrupo poblacional (m_x) o las probabilidades de morir (q_x) para estimar el **tiempo de vida que aporta cada cohorte** en el periodo de la estimación, como

resultado se obtienen las esperanzas de vida para cada sexo y grupo de edad (e_x), que representan el nivel de la mortalidad.

En este sentido, si bien a grandes rasgos el crecimiento natural puede ser analizado a grandes rasgos de una manera simple, como la diferencia entre nacimientos y defunciones estimados, esta visión desconoce los determinantes reales del crecimiento natural, es decir, los efectos en las cohortes de las tendencias inerciales de la fecundidad y del tiempo vivido o esperado de vida, su sobrevivencia.

b. Crecimiento migratorio

De manera análoga al crecimiento natural o vegetativo, con el fin de minimizar los problemas de las fuentes de información directa de los fenómenos demográficos, para el caso de los movimientos migratorios, se estiman indicadores sintéticos que den cuenta del cambio poblacional asociado a este factor determinante del crecimiento, por lo tanto, es importante entender de los movimientos en el cambio de residencia habitual de las personas que este es un número en general mayor o más amplio que el de personas migrantes, es decir, una persona puede registrar más de un movimiento migratorio a lo largo de un periodo de tiempo dado, por lo cual, para obtener una medida más precisa que de cuenta de los flujos migratorios recientes independientemente de su motivación; se estiman tasas de migración, ya sea de inmigración o de emigración desde un lugar de origen hacia un destino, nacional o en el exterior, estas tasas o índices sintéticos nos permiten cuantificar la probabilidad o número de veces que un individuo migra en el transcurso de su vida, por lo cual se interpreta como una propensión marginal a migrar.

Para la ciudad de Bogotá, es notorio que el comportamiento migratorio comienza a desarrollar un papel dinamizador en el comportamiento de la población, en tanto se desarrollen las características de la tercera transición demográfica representada por unas bajas tasas de crecimiento vegetativo, la aceleración del proceso de envejecimiento y un comportamiento migratorio más influyente. Sin embargo, en consecuencia, asociado a los

movimientos migratorios cobran fuerza los debates de saturación de los procesos urbanos y los modelos de desconcentración (counterurbanization⁶) desafiando las visiones tradicionales de los modelos de desarrollo de los territorios.

- c. Diferencias en el marco metodológico de estimación o proyección de la población, los hogares y las viviendas.

Como es lógico, el marco metodológico para la proyección de la población presenta determinantes del crecimiento diferentes al marco metodológico de los hogares y las viviendas, el cual se basa en el cálculo de las tasas específicas de jefatura de acuerdo con características específicas, sin embargo, estas tasas comprendidas como propensiones marginales de un individuo a ser jefe de hogar dado que presenta una tipificación definida en la información de base censal. Por lo anterior, la población y los hogares se basan en conceptos determinantes diferentes, mientras la dinámica poblacional se basa en el cambio en las cohortes de personas por los fenómenos de fecundidad, mortalidad y migración, los hogares en cambio se basan en un contexto de determinantes sociodemográficos, económicos y ambientales para determinar la probabilidad de que los individuos tomen la decisión de conformar o destruir un hogar, por ejemplo los matrimonios, divorcios, separaciones familiares, emancipación de las personas, fallecimientos, entre otros aspectos asociados a las relaciones de parentesco por afecto, conyugalidad o consanguinidad, son las situaciones que si bien están conectadas indirectamente a los determinantes del crecimiento demográfico, no corresponden a relaciones estadísticas que sean modeladas en conjunto.

Es decir, es importante aclarar que los métodos de estimación de la población y de los hogares son independientes no solo en sus procesos de cálculo sino especialmente en su formulación conceptual, así las proyecciones de hogares correspondan a un derivado de

⁶ Berry, B. J. L. (Ed.). (1976). Urbanization and counter-urbanization (Vol. 11). SAGE Publications, Incorporated.

las proyecciones demográficas, corresponden a unidades de observación y de análisis independientes, aunque correlacionadas. Así mismo, se considera una práctica no recomendada, el estimar los hogares asumiendo constante el promedio de personas por hogar (Ocaña, 2006)⁷, dado que las relaciones entre ambas unidades de medida presentan interconexiones complejas de analizar por separado al influir y retroalimentarse paralelamente del stock de viviendas.

4. Definición de la población, los hogares y las viviendas base 2018

a. Población base en las localidades

La población inicial que sirve de referencia para comenzar los cálculos de la proyección es uno de los elementos fundamentales que condicionan la calidad de las mismas, independientemente del método utilizado para lograr su ajuste. Por tal razón, para la definición de la población base de localidades, centros poblados y rural disperso en la ciudad de Bogotá para el año 2018 se tuvo en cuenta la información suministrada por el marco de georreferenciación del DANE, el cual permitió ubicar la localidad de cada una de las personas censadas en Bogotá a partir del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (CNPV-2018) y así obtener la distribución de personas por edades simples y sexo para cada una de las áreas menores.

Luego, teniendo en cuenta el total Bogotá de personas publicados por el DANE a partir de las proyecciones de población departamental para el periodo 2018-2050 con base en el CNPV 2018, según cabecera, centro poblado y rural disperso para hombres y mujeres, se obtuvo la población no censada (población omitida), la cual se ajustó a cada localidad según la distribución de personas por edad y sexo

⁷ Ocaña, C. O. (2006). Hogares y viviendas en la prospección demográfica de la planificación urbanística. BAETICA. Estudios de Historia Moderna y Contemporánea, 1(28), 507-525.

descrita anteriormente. Por último, para obtener la población base de Bogotá de acuerdo con cada área menor, sexo y edad se agregó la población censada con la población omitida.

Es importante articular la evolución de la población base de proyección a las hipótesis de evolución futura de los componentes del cambio poblacional, las cuales corresponden a decisiones metodológicas que se determinan teniendo en cuenta el comportamiento observado en otros territorios o países con mejores fuentes de información disponible, en especial de registros vitales, así mismo, se revisan los ritmos de aceleración o desaceleración de las tendencias del pasado reciente en la región de Latinoamérica y sus tendencias límites de cambio. Se analizan adicionalmente los patrones de cambio esperados de acuerdo con las políticas públicas del territorio (por ejemplo, en materia de embarazo en adolescentes y planificación familiar, entre otros aspectos). Por último, se contrastan las tendencias en supuestos demográficos con entidades multilaterales y otros institutos nacionales de estadística de acuerdo con la documentación disponible de ejercicios académicos de estimaciones demográficas.

b. Población base en las UPZ

Para la definición de la población base de las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) de la ciudad de Bogotá para el año 2018 se tuvo en cuenta la información suministrada por el marco de georreferenciación del DANE, el cual permitió localizar las personas censadas en cada una de las UPZ en Bogotá a partir del CNPV 2018 y así obtener la distribución de personas por edades quinquenales y sexo para cada una de las áreas menores.

Luego, dado que ya se tienen ajustados los totales de la población base por edad y sexo para cada una de las localidades que cuentan con UPZ se obtuvo la población no censada (población omitida), la cual se ajustó a cada UPZ de acuerdo con la distribución de personas por edad quinquenal y sexo descrita anteriormente. Por último, para obtener la población base de Bogotá de acuerdo con cada UPZ, sexo y edad quinquenal se agregó la población censada con la población omitida.

c. Hogares base, localidades y UPZ

Una vez definida la población base para localidades, se calcula el número promedio de personas por hogar para las mismas áreas geográficas a partir de la información obtenida del CNPV 2018. Con base a estos dos insumos se obtiene la estimación del número de hogares base para Bogotá 2018 a nivel localidad, por medio del cociente entre el número promedio de personas por hogar y la cantidad de personas. Teniendo las estimaciones de los hogares, se identifica la estructura de los datos, y con los respectivos techos de hogares Bogotá se ajusta el número de hogares por localidad como resultado final.

Consolidado el total de hogares por localidad, se procede a calcular el número promedio de personas por hogar en cada UPZ y junto con la información de población base UPZ se aplica la misma metodología usada anteriormente para localidades, es decir, se estima el número de hogares por UPZ para extraer la distribución de los datos y con esta ajustar a los totales localidad según pertenezca cada UPZ. Finalizados estos procedimientos se cuenta con el número de hogares por localidad y por UPZ ajustado a techo Bogotá

d. Viviendas base, localidades y UPZ

Las viviendas⁸ base para el año 2018 en Bogotá requirieron consultas acerca del número de hogares por viviendas ocupadas y el número de hogares por viviendas totales desagregados para localidades y UPZ, estas consultas fueron realizadas de acuerdo con la información censal año 2018, cabe destacar que corresponde al marco conceptual establecido para esta operación estadística⁹.

Para el cálculo del número de viviendas ocupadas por localidad se usó la información definida anteriormente sobre el número de hogares en cada localidad, además, la consulta sobre el número de hogares por vivienda ocupada, de manera que, al aplicar el cociente entre el primer insumo sobre el segundo, se genera una estimación del número de viviendas ocupadas, a partir de las cuales se conoce la distribución de los datos para ajustar el total de viviendas ocupadas para cada localidad según los totales publicados a nivel Bogotá.

De manera similar se aplica el procedimiento para las áreas geográficas definidas por UPZ con la diferencia que los totales tomados como techos de las viviendas ocupadas ahora corresponden a los totales de su respectiva localidad.

⁸ DANE, concepto censal: Vivienda (Unidad de uso vivienda): Espacio independiente y separado, habitado o destinado para ser habitado por una o más personas.

- Independiente, porque tiene acceso directo desde la vía pública, caminos, senderos o a través de espacios de circulación común (corredores o pasillos, escaleras, ascensores, patios). Las personas que habitan una unidad de vivienda no pueden ingresar a la misma a través de áreas de uso exclusivo de otras unidades de vivienda, tales como dormitorios, sala, comedor, entre otras.
- Separada, porque tiene paredes u otros elementos, sin importar el material utilizado para su construcción, que la delimitan y diferencian de otros espacios

⁹ DANE Ibid. Las viviendas censales difieren del concepto tradicional de vivienda arquitectónica entendida para efectos del CNPV 2018 como edificación: Construcción independiente y separada, compuesta por uno o más espacios en su interior.

- Independiente porque tiene acceso directo desde la vía pública, caminos, senderos o a través de espacios de circulación común (corredores o pasillos, escaleras, patios).
- Separada porque tiene paredes u otros elementos, sin importar el material utilizado para su construcción, que la delimitan y diferencian de otras. Una edificación puede tener varias entradas y generalmente está cubierta por un techo.

Análogamente al procedimiento empleado para viviendas ocupadas, el número de viviendas totales por localidad y UPZ se calcula teniendo en cuenta las consultas realizadas sobre el número de hogares por viviendas totales, hallando el cociente entre el número de hogares por vivienda total y el número total de hogares para cada área, luego de esto se encuentra la distribución de estos datos y con los techos indicados nivel Bogotá se ajusta el número de viviendas totales por localidad.

Por otra parte, al ejecutar la metodología para las UPZ, los techos usados son ahora los encontrados anteriormente a nivel localidad y con esto se obtiene finalmente el número de viviendas totales por localidad y UPZ, al igual que el número de viviendas ocupadas por localidad y UPZ.

5. Proyecciones de población por localidades, 2019-2035

e. Aplicación del método de los componentes

El método presenta la ventaja de considerar el crecimiento de la población como el resultado de la combinación de la evolución futura de los diferentes componentes demográficos y la interrelación entre ellos y las estructuras de población

En el método de componentes, a diferencia de los de extrapolación de las tasas de los fenómenos demográficos que determinan la evolución de una población, se calculan a partir de la población sometida al riesgo de sufrir el fenómeno y su intensidad a los diferentes grupos de edad.

El aspecto clave al hacer una proyección es la fase de formulación de hipótesis sobre el comportamiento futuro de los fenómenos demográficos

i. Estimación y proyección del componente fecundidad

Con el objetivo de aplicar el método de los componentes para la estimación y proyección poblacional a nivel localidades en Bogotá, se ajusta inicialmente el componente de fecundidad para la población base año 2018, una vez ajustada la información base, se procede a proyectar el componente hasta el año 2035 desagregando a nivel localidad. Para lo cual se emplearon las siguientes dos metodologías.

Ajuste de las Tasas Específicas y Globales de Fecundidad mediante el modelo Relacional de Gompertz para el año base

Una vez obtenidas las tasas específicas de fecundidad observadas para las mujeres en edad fértil de la población en estudio, como es el caso de las localidades en Bogotá, se realiza la consulta sobre la paridez media para este mismo grupo que comprende las mujeres en edades entre 10-49 años, con estos insumos se aplica la metodología propuesta por Moultrie TA. (2013) que se encuentra publicada por la IUSSP (*International Union for the Scientific Study of Population*) sobre El modelo relacional de Gompertz el cual realiza un refinamiento del método de ratio P/F de Brass basado en la información de Paridez media y fertilidad para grupos específicos de edad.

Este método se basa en aplicar transformaciones matemáticas como la función Sigmoidal y la función Gompit a la distribución acumulada de las tasas de fecundidad observadas como lo muestra la siguiente expresión:

$$Y(x) = -\ln(-\ln(G(x)))$$

Donde $G(x)$ es la función sigmoideal aplicada a la distribución acumulada de las tasas de fecundidad. Realizada esta transformación, el método propone linealizar el comportamiento de estos valores en términos de una estructura de fecundidad estándar, es decir:

$$Y(x) = \alpha + \beta * Y^s(x)$$

Siendo $Y^s(x)$ la transformación denotada anteriormente aplicada a una estructura de fecundidad estándar preestablecida, este ajuste permite controlar comportamientos atípicos es la estructura de la fecundidad observada, evitando que los datos tomados en áreas pequeñas lleguen a degenerar los patrones del componente de fecundidad debido usualmente a la alta presencia de ceros. De la misma manera se emplean las respectivas transformaciones para la estructura de la paridez media y con base a estos dos ajustes se estiman los parámetros de la linealización por medio del método de ratio P/F de Brass, con el cual se obtienen los valores de las tasas específicas de fecundidad ajustadas.

Establecidas las tasas específicas de fecundidad para mujeres en edad fértil en cada localidad, se calculan las Tasas Globales de Fecundidad ajustadas para cada localidad a partir de esta información.

Extrapolación del patrón relativo de fecundidad mediante la función gompitz

El proceso de extrapolación se basa en identificar el comportamiento del componente de fecundidad en un período de tiempo con el cual se plantea el horizonte de la proyección utilizando la metodología conocida como Gompitz, similar al método de los Logitos usado en el componente de mortalidad. Se trata

de relacionar dos estructuras de fecundidad mediante una regresión lineal aplicando transformaciones previas a los datos.

Particularmente se usan las Tasas Específicas de Fecundidad (TEF) y las Tasas Globales de Fecundidad (TGF) ajustadas, tanto del año base como de años anteriores para determinar el patrón que sigue el componente de fecundidad. Se usa inicialmente las TGF a las cuales se les aplica la transformación Gompitz para el año base y para el registro histórico, valores a los cuales se les ajusta la regresión lineal y con base a la estimación de los parámetros de la regresión, se realizan las proyecciones de las TGF.

En el caso de las TEF se usa la distribución de las tasas acumuladas y se procede con los siguientes pasos:

- Calcular las TEF acumuladas relativas (% F) para el año 2018 y 2017
- Evaluar los valores anteriores en la función Gompitz, es decir

$$G(x) = \text{Ln}(-\text{Ln}(\%F(x)))$$

- Ajustar el modelo lineal y estimar los parámetros

$$G(x_{2018}) = \alpha + \beta * G(x_{2017})$$

- Proyectar hasta el año 2035 las funciones gompitz de las TEF acumuladas según los parámetros ajustados
- Aplicar la función inversa de la función gompitz para obtener los valores de las TEF acumuladas para cada año proyectado
- A partir de las TEF acumuladas relativas, se obtienen las TEF relativas
- Proyectada la estructura de las TEF, se multiplica la TGF de cada área para obtener las TEF proyectadas

1. Aspectos metodológicos

Para la implementación del Modelo Relacional de Gompertz donde se ajustan las TEF y TGF para el año base, se realizaron consultas del CNPV 2018 y Estadísticas Vitales (EEVV) 2018 acerca de las TEF, TGF observadas y la paridez media para las mujeres entre 10-49 años de edad en cada una de las localidades, con esta información y bajo el supuesto de que el componente de fecundidad no tiene cambios demasiado fuertes en su comportamiento en períodos de tiempo recientes, se ajustan las respectivas tasas agrupando por edades quinquenales, de manera que se evite comportamientos atípicos en las estimaciones debido a la presencia de ceros en algunos grupos de edad, luego de hacer el respectivo ajuste y estimar los parámetros, se generan las tasas de fecundidad para edades simples con base a los parámetros encontrados.

1. Habiendo ajustado las tasas globales de fecundidad, se aplica el método de la función Gompitz para proyectar las TGF, el registro usado para esta proyección fue el de los años 1993, 2005 y 2018, tomado de los recursos censales publicados por el DANE. Con estos resultados son proyectadas las tasas globales de fecundidad hasta el año 2035, dicha proyección debe realizarse previamente a las proyecciones de las TEF ya que son insumos según la metodología planteada por la función Gompitz.
2. Con las TGF proyectadas y las TEF ajustadas para los años 2018 y 2017, se aplica el procedimiento establecido para proyectar el patrón de fecundidad mediante la función Gompitz, obteniendo como resultado las TEF para cada una de las localidades y desagregadas en edades simples entre 10-49 años. Cabe resaltar que

la información del año 2017 sobre las TEF también fue ajustada aplicando el Modelo Relacional de Gompertz ya comentado.

2. Principales resultados

A partir de los resultados anteriores se genera uno de los insumos principales para la proyección poblacional a nivel de localidad, edad y sexo en Bogotá, el archivo aquí generado contiene las TGF para cada localidad y total Bogotá desde el año 2018 hasta 2035. Podemos ver una representación gráfica en la siguiente figura, de las TGF para total Bogotá y la localidad 1 – Usaquén. Allí se identifican los valores observados de las TGF para los últimos tres años censados y la proyección de la misma hasta 2035, vemos como presenta un notable decrecimiento, aunque al final de la proyección es clara la tendencia a estabilizarse.

Figura 1: Tasa Global de Fecundidad observada Vs estimada - Bogotá

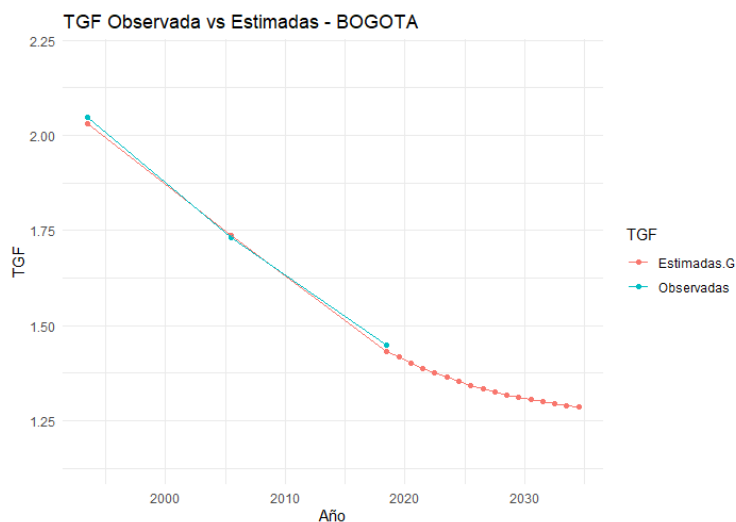
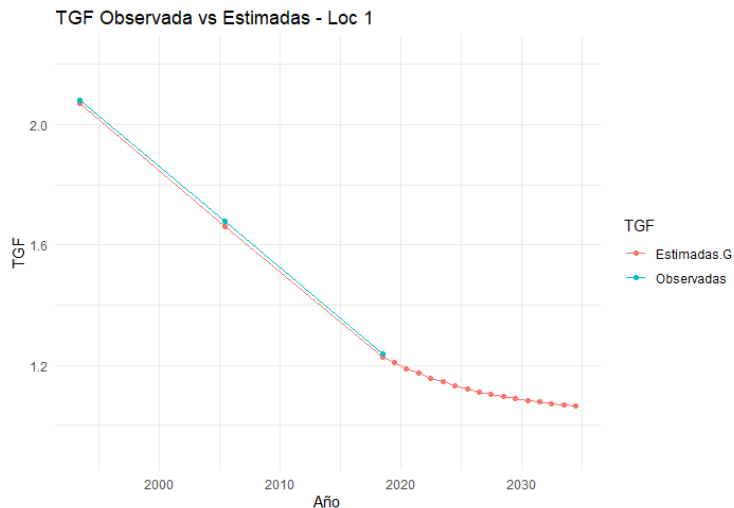
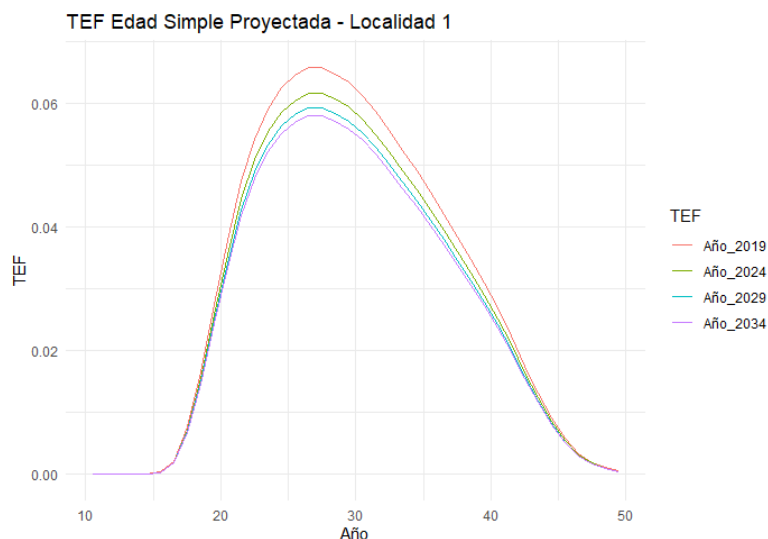


Figura 2: Tasa Global de Fecundidad observada Vs estimada – Localidad de Usaquén



Adicionalmente el archivo presenta las TEF en edades simples desde el año 2018 hasta 2035 por cada localidad, se presenta a continuación un gráfico de las TEF observadas y las ajustadas para la localidad 1 - Usaquén. Por efectos visuales únicamente se grafican los años 2018, 2024, 2029 y 2034, de este gráfico se evidencia el claro decrecimiento en las TEF en esta localidad, además se nota que la mayor tasa de fecundidad se encuentra entre las edades 25-30 años.

Figura 3: Tasas Específica de Fecundidad Proyectada, Localidad de Usaquén



ii. Estimación y proyección del componente mortalidad¹⁰

El ajuste y estimación de la estructura de la mortalidad por edad y sexo para la definición de este componente se hace a través de una estimación bayesiana de la mortalidad y la esperanza de vida específicas por edad para áreas pequeñas con registros vitales defectuosos (Schmertmann & Gonzaga; 2018), con suavizamiento de las tasas a partir de un modelo relacional TOPALS. A continuación, se describen detalladamente las metodologías empleadas la lograr el ajuste de este

¹⁰ El nivel y estructura de la mortalidad, identificado a través de la esperanza de vida por edad y sexo, es elaborado con las tablas de vida o de mortalidad, las cuales resumen el análisis demográfico de la mortalidad como uno de los principales indicadores del bienestar social, esta medida síntesis del desarrollo, describe los resultados del estado de bienestar de una sociedad en un territorio dado, es así, que expone la interacción de diferentes aspectos sociales que mejoran las condiciones de vida y en especial de sobrevivencia de la población al acceder a mejores características en sus viviendas, agua potable, acceso a servicios de salud, seguridad alimentaria, mejores hábitos de salubridad asociados al acceso a educación, en especial de las madres y en los jefes de los hogares; en general, mejoras asociadas a la prevención de la mortalidad evitable por enfermedades infecciosas asociadas a la pobreza, al entender el bienestar como el aumento en los años vividos por la sociedad (tiempo de vida acumulado). Para mayores detalles consultar Organización Panamericana de la Salud. (2017). *Lineamientos básicos para el análisis de la mortalidad* o en artículos especializados como Arriaga, E. E. (1996). Los años de vida perdidos: su utilización para medir los niveles y cambios de la mortalidad. *Notas de población*; Arriaga, E. E. (1996). *Comentarios sobre algunos índices para medir el nivel y el cambio de la mortalidad. Estudios demográficos y urbanos*, 5-30.

componente y la definición del patrón para el año base 2018 y para los años de proyección 2019 a 2035 para cada una de las 20 localidades de Bogotá.

Suavizamiento bayesiano de las tasas específicas de mortalidad para el año 2018

Considere que se tienen las tasas específicas de mortalidad observadas por edades simples para cada una de las áreas menores asociadas a un área mayor y dado que estas áreas menores corresponden a un área pequeña el patrón de mortalidad asociado puede resaltar comportamientos anómalos que no corresponden con el patrón subyacente de mortalidad que pueden tener las áreas de interés, por tal razón se emplea un suavizamiento de las tasas específicas de mortalidad descrito por Schmertmann & Gonzaga (2018), los cuales a partir de un modelo relacional TOPALS tienen en cuenta que las tasas específicas de mortalidad se pueden expresar como la suma de dos componentes:

- Un estándar que incorpora el patrón de mortalidad básico.
- Una función lineal por partes compuesta por segmentos entre las edades designadas ($x=0, 1, 10, 20, 40, 70, 100$) que representa la diferencia entre el estándar y las tasas específicas en la población de interés.

Luego, el modelo asociado a este tipo de suavizamiento se puede expresar de la siguiente manera:

$$\mu_x(\alpha) = \exp(\lambda_x^* + \mathbf{b}'_x \alpha) \quad x = 0, \dots, 100$$

donde $\mu_x(\alpha)$ representa la tasa específica de mortalidad suavizada para la edad x , λ_x^* es el estándar de mortalidad para la edad x , \mathbf{b}'_x es un vector de funciones base

lineales B-Spline para la edad x y α un vector de parámetros que van a ser estimados mediante un enfoque bayesiano.

Suavizamiento con Logitos

De acuerdo a Arriaga (2001) los logitos se usan para suavizar las funciones de una tabla de vida cuando la información está tan distorsionada que otro método de suavizamiento no genera resultados aceptables; a continuación se define la función logito:

$$Y = \text{logito } y = \frac{1}{2} \ln \frac{1-y}{y}$$

Luego, este método puede ser utilizado para ajustar las tasas específicas de mortalidad derivadas de las tasas específicas de mortalidad observadas y un modelo estándar de mortalidad a partir de la siguiente relación:

$$Y_1 = a + bY_2$$

donde Y_1 y Y_2 representan los logitos de las tasas específicas de mortalidad observadas y el estándar de mortalidad, respectivamente; a y b son las constantes de la relación lineal que pueden ser estimadas mediante mínimos cuadrados ordinarios. Por último, se toma antilogito de los logitos suavizados para obtener las tasas específicas de mortalidad suavizadas.

Extrapolación del nivel de mortalidad para los años 2019 a 2034

Para poder extrapolar el nivel de mortalidad a través de los años de proyección mediante el uso de un modelo logístico se deben tener al menos dos puntos de información asociados al nivel de mortalidad para definir la tendencia creciente o

decreciente, en este caso la esperanza de vida al nacer. Dado que ya se han descrito dos procedimientos que permiten suavizar las tasas específicas de mortalidad, ahora se puede obtener el primer punto de información de la esperanza de vida al nacer para cada una de las áreas menores, luego el punto restante puede ser obtenido por información histórica de la esperanza de vida al nacer para cada una de las áreas de interés. Luego, el modelo que va a permitir la extrapolación del nivel de mortalidad va estar dado por:

$$e_0^t = \frac{U + e^{a+\omega t}L}{1 + e^{a+\omega t}}$$

donde U y L representan las asíntotas del modelo logístico y van a controlar que la extrapolación no tome valores extremos, a y w los parámetros ajustados del modelo y t el año de proyección.

Extrapolación de la estructura de mortalidad para los años 2019 a 2034

Para lograr obtener la estructura de la mortalidad por edad para los años contemplados de la proyección de acuerdo con sexo y cada área menor se realiza el siguiente procedimiento para cada una de estas combinaciones:

- Proyectar el nivel general de la mortalidad mediante el ajuste de un modelo logístico a la serie observada de esperanza de vida al nacer por sexo.
- Seleccionar una tabla de mortalidad límite como estructura del horizonte de la mortalidad.
- Hacer una interpolación lineal entre las funciones de la tabla de vida de la combinación (área menor, sexo) en el 2018 y la tabla límite modelo.

- Luego, de cada una de las interpolaciones se obtiene una serie que permite construir una tabla de vida (para este caso se generan $n=400$ series)
- De las $n=400$ tablas de vida generadas se seleccionan las que ofrecen una esperanza de vida al nacer similar a la proyectada previamente mediante el modelo logístico y así se obtiene la estructura de la mortalidad por edad.

1. Aspectos metodológicos

Para el cálculo de las tasas específicas de mortalidad para el año 2018 se tuvo en cuenta la información de defunciones a nivel de localidad para el año base de acuerdo con el sexo y edad suministrada por estadísticas vitales (EEVV), además se utilizó información de la Secretaría de Salud de Bogotá para apoyar la geolocalización del evento vital y se hizo uso de la población base ajustada a nivel de localidad según sexo y edad descrita anteriormente.

En búsqueda de definir el patrón de mortalidad por edad y sexo en el año base para cada una de las localidades de Bogotá, se utilizó la metodología del suavizamiento bayesiano la cual tiene en cuenta información del patrón de las tasas específicas de mortalidad por edades simples del área mayor Bogotá para el año 2018 y la información asociada a las defunciones de cada área menor; logrando así un patrón ajustado de las tasas específicas de mortalidad para cada una de las localidades que está controlado por el patrón del área mayor.

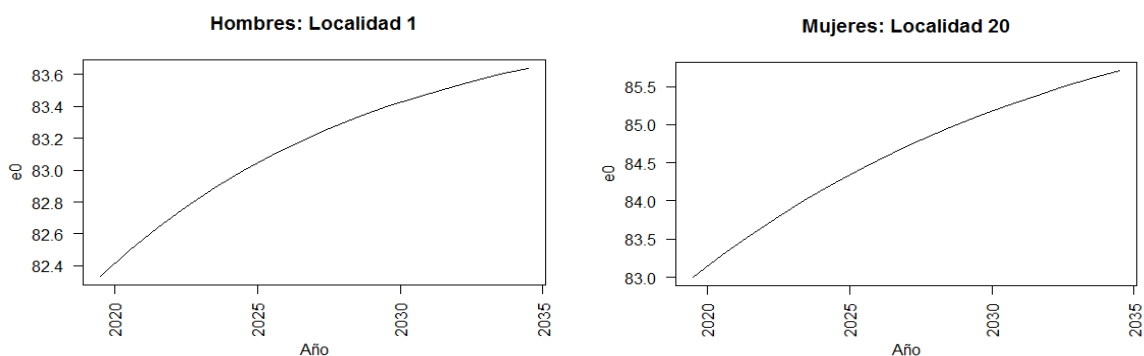
Cabe resaltar que el patrón estándar tenido en cuenta fue tomado de las proyecciones de los componentes del cambio demográfico a nivel departamental

2018-2050 publicados por el DANE teniendo en cuenta que para la localidad de Sumapaz se tomó el estándar de centros poblados y rural disperso y para las demás localidades se hizo uso del estándar cabecera municipal.

El ajuste de las tasas específicas de mortalidad se realizó para cada una de las 20 localidades según sexo y edad. Por otra parte, para las localidades de Santa Fe, los Mártires y la Candelaria se obtuvo un sobreajuste en las tasas de mortalidad infantil para hombres y mujeres, por tal razón se implementó un suavizamiento con logitos para buscar corregir este problema.

Luego, una vez ajustadas las tasas específicas de mortalidad se construyeron las tablas de vida de acuerdo con la localidad, sexo y edad obteniendo la esperanza de vida al nacer para el año base en cada una de las áreas menores. Posteriormente, haciendo uso de esta información conjunto a la esperanza de vida al nacer por localidad para el año 2005 se construyeron los dos puntos necesarios para extraer el comportamiento de la tendencia del nivel de mortalidad y mediante un modelo logístico extrapolar el nivel de mortalidad en los años de proyección; es importante resaltar que las asíntotas que intervinieron en el ajuste del modelo logístico para cada una de las localidades fueron controladas de acuerdo a la información de la esperanza de vida al nacer proporcionadas por las tablas de vida por sexo y área a nivel departamental 2018-2050 publicadas por el DANE.

Figura 4: Extrapolación de la esperanza de vida al nacer



Por último, dado que se construyeron tablas de vida por sexo y localidad para el año 2018 y se tienen tablas límite de mortalidad por sexo (modelo general UN nivel 90) se utilizó la metodología de extrapolación de la estructura de mortalidad para así obtener en cada año de proyección la estructura por edad correspondiente.

2. Principales resultados

En la figura 5 y 6 se presenta un ejemplo de la comparación entre las tasas específicas de mortalidad observadas y las tasas específicas de mortalidad con el suavizamiento bayesiano para hombres y mujeres en la localidad de Suba, resaltando que al agregar un estándar de mortalidad general para cada una de las áreas menores se obtiene un patrón de mortalidad sin presencia de comportamientos anómalos.

Figura 5: Tasas específicas de mortalidad observadas y las tasas específicas de mortalidad con el suavizamiento bayesiano para hombres y mujeres en la localidad

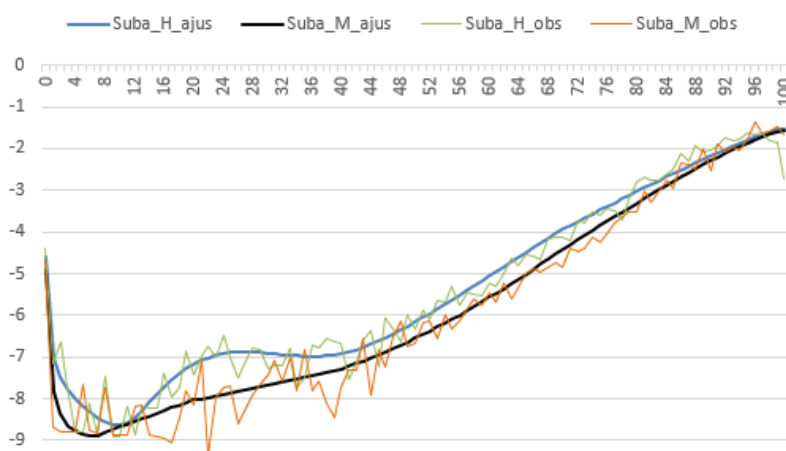
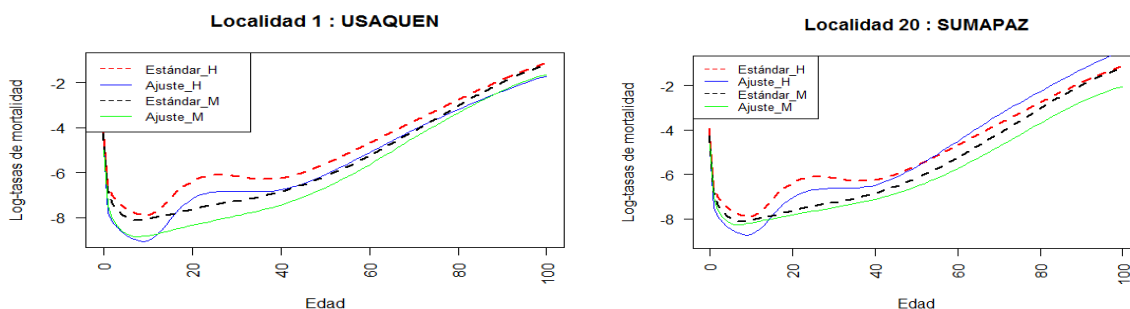


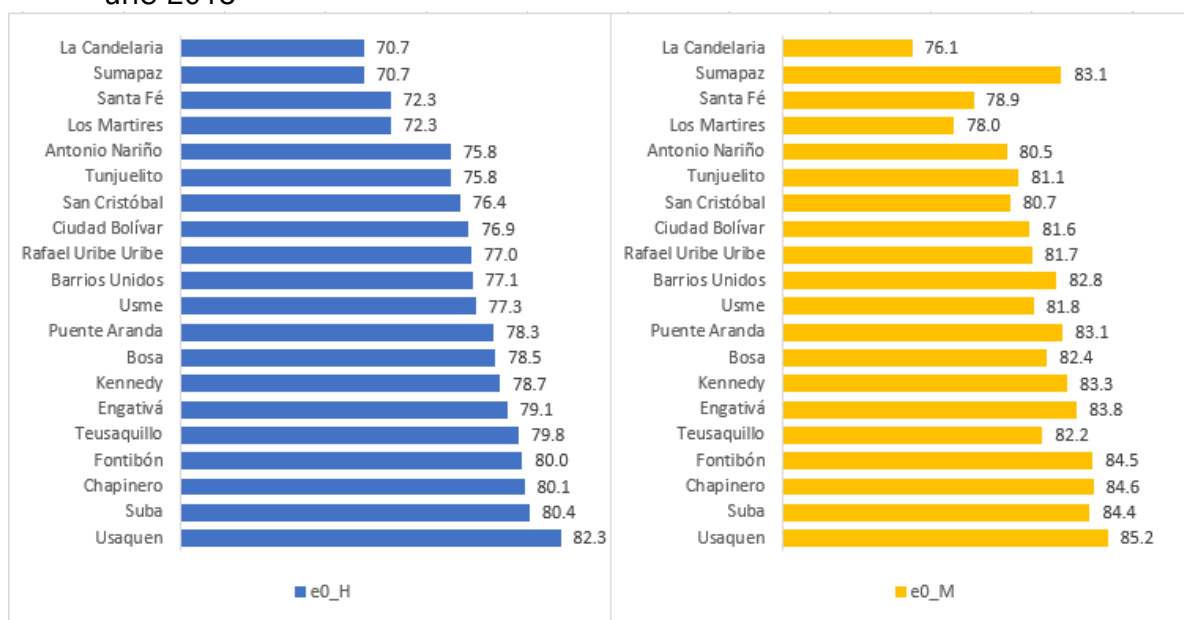
Figura 6: Tasas específicas de mortalidad observadas y las tasas específicas de mortalidad ajustadas para hombres y mujeres en 2 localidades



Luego, en la figura 6 se presenta el nivel de mortalidad según localidad y sexo para el año 2018. En la figura 7 la esperanza de vida al nacer para los hombres y mujeres, resaltando que este indicador en la cabecera municipal oscila alrededor

de los 77 y 82 años respectivamente; además las localidades que presentan mayor esperanza de vida al nacer para hombres y mujeres son Usaquén, Chapinero y Suba, en cambio las que tienen menores valores de esperanza de vida al nacer son la Candelaria, Santa Fé y los Mártires. Por otra parte, la esperanza de vida al nacer para hombres y mujeres en la localidad de Sumapaz es de 71 y 83 años respectivamente.

Figura 7: Esperanza de vida al nacer para hombres y mujeres por localidad al año 2018



iii. Estimación y proyección del componente emigración

La emigración, a diferencia de los flujos de inmigrantes, depende de la población de partida y, por tanto, se proyecta a partir de tasas de emigración que relacionen los efectivos poblaciones con la propensión a emigrar según el sexo y la edad. En el tratamiento de la emigración no se considerará el lugar de destino, ya que este es

ajeno al sistema de proyección, tratándose el conjunto de las salidas las localidades de Bogotá con independencia de su destino.

1. Aspectos metodológicos

El componente de emigración, parte de la información de destino, ya sea internacional, nacional o hacia otra localidad y la estructura de la migración se obtiene a partir de las preguntas censales sobre hijos viviendo en el exterior, para el caso de la emigración internacional; matriz de migraciones para reconocer los flujos de la emigración interna y la pregunta de lugar de residencia hace 5 años de la encuesta multipropósito (2017) para el caso de la emigración implícita o la emigración que se da entre localidades. La emigración depende de la población de partida, y se proyecta a partir de las tasas de emigración que relaciona los efectivos poblacionales con la propensión a emigrar, según la edad y el sexo.

La proyección de la emigración se realiza a partir de tasas de emigración por sexo y edad, la cual se aplica a la población correspondiente. A partir de los datos base se estima un Índice Sintético de Migración (en adelante ISM), que sintetiza la propensión general a la emigración de los residentes de las localidades de Bogotá; es un indicador con las mismas características e interpretación que el Índice Sintético de fecundidad y se construye con la sumatoria de las tasas específicas de emigración (e) ponderadas por el número de años que definidos en el intervalo etario.

$$e_{x,s}^t = \frac{E_{x,s}^t}{P_{x,s}^t}$$

$$ISM_s^t = \sum_{x=0}^{100} e_{x,s}^t$$

Dónde,

t= 2016, 2017 y 2018

El ISM para cada año de la proyección se desagrega en las tasas específicas de la emigración, utilizando un patrón relativo de emigración que se mantiene constantes, el cual ha sido calculado a partir de los datos observados en las diferentes fuentes, y a los cuales se les han realizado los suavizados correspondientes.

En primer lugar, se estiman las tasas de emigración media entre 2016 y 2018, y su correspondiente calendario relativo:

$$e_{x,s}^{2016-18} = \frac{E_{x,s}^{2016} + E_{x,s}^{2017} + E_{x,s}^{2018}}{0,5 \times P_{x,s}^{1/1/2016} + P_{x,s}^{1/1/2017} + P_{x,s}^{1/1/2018} + 0.5 \times P_{x,s}^{1/1/2019}}$$

$$\% e_{x,s}^{2016-18} = \frac{e_{x,s}^{2016-18}}{\sum_{x=0}^{100} e_{x,s}^{2016-18}}$$

El calendario observado presenta fluctuaciones entre edades, esto se debe al escaso número de efectivos y de eventos en alguna de ellas, como siempre, esto se presenta más en edades avanzadas. Para corregirlo se procede a un suavizado, el

esquema es similar al de la inmigración y se obtiene un patrón suavizado que se identifica con la notación.

$$\% e'_{0,s}, 2016-18$$

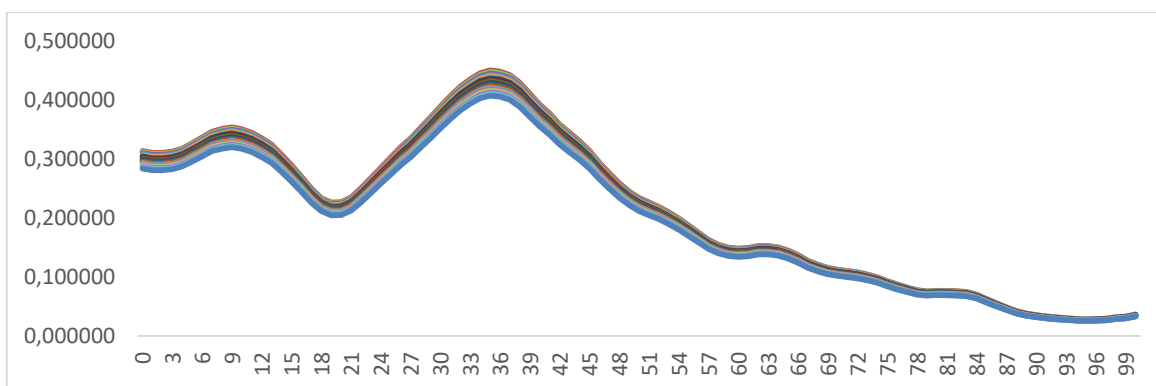
Finalmente, a partir del ISM proyectado y del calendario suavizado se obtienen para cada año las tasas de emigración (e) por sexo (s) y edad (x) que constituyen el input de emigración de la proyección.

$$e^t_{x,s} = ISM^t_s \times \% e'_{s,x}{}^{2016-18}$$

2. Principales resultados

Una vez aplicado el proceso mencionado antes, se obtienen las tasas de emigración por sexo y edad, que, para cada localidad hacia los distintos orígenes previstos, para el año 2018, y la estimación de las futuras tasas de emigración hasta el año 2035.

Figura 8: Tasas de emigración edad-año de hombres, localidad de suba



iv. Estimación y proyección del componente inmigración

En este componente, los datos de entrada de la inmigración para el modelo de proyección son los inmigrantes absolutos. Para su estimación se parte los absolutos de inmigrantes clasificado por edad-periodo y sexo; se procede la triagularización para cada sexo y finalmente se obtienen los inmigrantes edad-cohorte en valores absolutos por sexo. Se basa en la estimación del número de entrada absolutas en cada año de la proyección. Se realiza de forma independiente para cada edad y cada sexo, diferenciando el origen: extranjero, nacional o localidad

Esta diferenciación se hace para solucionar las diferencias en la estructura demográfica de los diferentes flujos. Como datos de partida se toman los años 2016, 2017 y 2018 (los da la proyección total)

1. Aspectos metodológicos

A partir de los datos de partida se estiman los patrones relativos de la migración, para cada sexo (s), edad (x) y lugar de procedencia (LugPro).

$$\% I_{x,s,LugPro}^{2016-18} = \frac{I_{x,s,LugPro}^{2016} + I_{x,s,LugPro}^{2017} + I_{x,s,LugPro}^{2018}}{\sum_{x=0}^{100} (I_{s,LugPro}^{2016} + I_{s,LugPro}^{2017} + I_{s,LugPro}^{2018})}$$

siendo s el sexo y LugPro resto de Colombia, del Extranjero o de otra localidad.

Los patrones observados presentan fluctuaciones entre edad debido al escaso número de eventos en algunas de ellas, por lo que se procede a realizar un suavizado.

Para este ejercicio, simplificamos el procedimiento al utilizar un doble suavizado de orden cinco (5) con ponderación específica en edades extremas, que son las de mayor variabilidad. Como resultado se obtiene una nueva estructura de inmigración, que será identificada como:

$$\% I'_{x,s}, 2016-18 \text{ Lug Pro}$$

Y que será calculada mediante las siguientes funciones:

$$\% I'_{0,s}, 2016-18 = \left(\% I_{0,s}^{2016-18} * 3 + \% I_{1,s}^{2016-18} + \% I_{2,s}^{2016-18} \right) / 5$$

para $x = 0$

$$\% I'_{1,s}, 2016-18 = \left(\% I_{0,s}^{2016-18} + \% I_{1,s}^{2016-18} * 2 + \% I_{2,s}^{2016-18} + \% I_{3,s}^{2016-18} \right) / 5$$

para $x = 1$

$$\% I'_{z,s}, 2016-18 = \left(\% I_{z-2,s}^{2016-18} + \% I_{z-1}^{2016-18} + \% I_z^{2016-18} + \% I_{z+1}^{2016-18} + \% I_{z+2}^{2016-18} \right) / 5$$

para $x = 2... 98$

$$\% I'_{99,s}, 2016-18 = \left(\% I_{97,s}^{2016-18} + \% I_{98,s}^{2016-18} + \% I_{99,s}^{2016-18} * 2 + \% I_{100,s}^{2016-18} \right) / 5$$

para $x = 99$

$$\% I'_{100,s}^{2016-18} = \left(\% I_{98}^{2016-18} + \% I_{99,s}^{2016-18} + \% I_{100,s}^{2016-18} * 3 \right) / 5$$

para $x = 100$

Partiendo de la información reciente sobre los colectivos de migrantes por origen, y de los supuestos que se realicen sobre su evolución en la serie a estimar, se determina el número de inmigrantes por sexo y edad para cada año de la proyección. El flujo de los años anteriores se obtiene por interpolación lineal entre el valor observado en el 2016, último disponible, y el fijado normativamente para el 2035.

Para la hipótesis de inmigración procedente del extranjero se sustenta en la previsión que el DANE hizo para Bogotá y la capacidad de atracción observados en los censos 2005 y 2018, así como las estimaciones realizadas para Bogotá a partir del censo 2018, las cuales son el techo de la estimación de las localidades. A partir de ese flujo se deriva el número de entradas cuyo destino son las localidades de Bogotá.

Por tanto:

$$I_{Hombres, Extranjero}^{CV;t} = I_{Hombres, Extranjero}^{ESP;t} \times \left(\frac{I_{Hombres, Extranjero}^{CV, 2016-18}}{I_{Hombres, Extranjero}^{ESP, 2016-18}} \right) \times \left(\frac{I_{Hombres, Extranjero}^{CV, 2016-18}}{I_{Extranjero}^{CV, 2016-18}} \right)$$

$$I_{Mujeres, Extranjero}^{CV;t} = I_{Mujeres, Extranjero}^{ESP;t} \times \left(\frac{I_{Mujeres, Extranjero}^{CV, 2016-18}}{I_{Mujeres, Extranjero}^{ESP, 2016-18}} \right) \times \left(\frac{I_{Mujeres, Extranjero}^{CV, 2016-18}}{I_{Extranjero}^{CV, 2016-18}} \right)$$

para $t = 2019, 2020... 2035$.

Una vez se estima la inmigración de todos los orígenes, se distribuye por edades basados en el patrón ajustado. El input para la proyección, es decir los inmigrantes por sexo y edad simple para cada año de la serie se construye con la suma de todos los inmigrantes.

$$I_{x,s,LugPro}^t = I_{s,LugPro}^t \times \% I_{s,LugPro}^{2016-18}$$

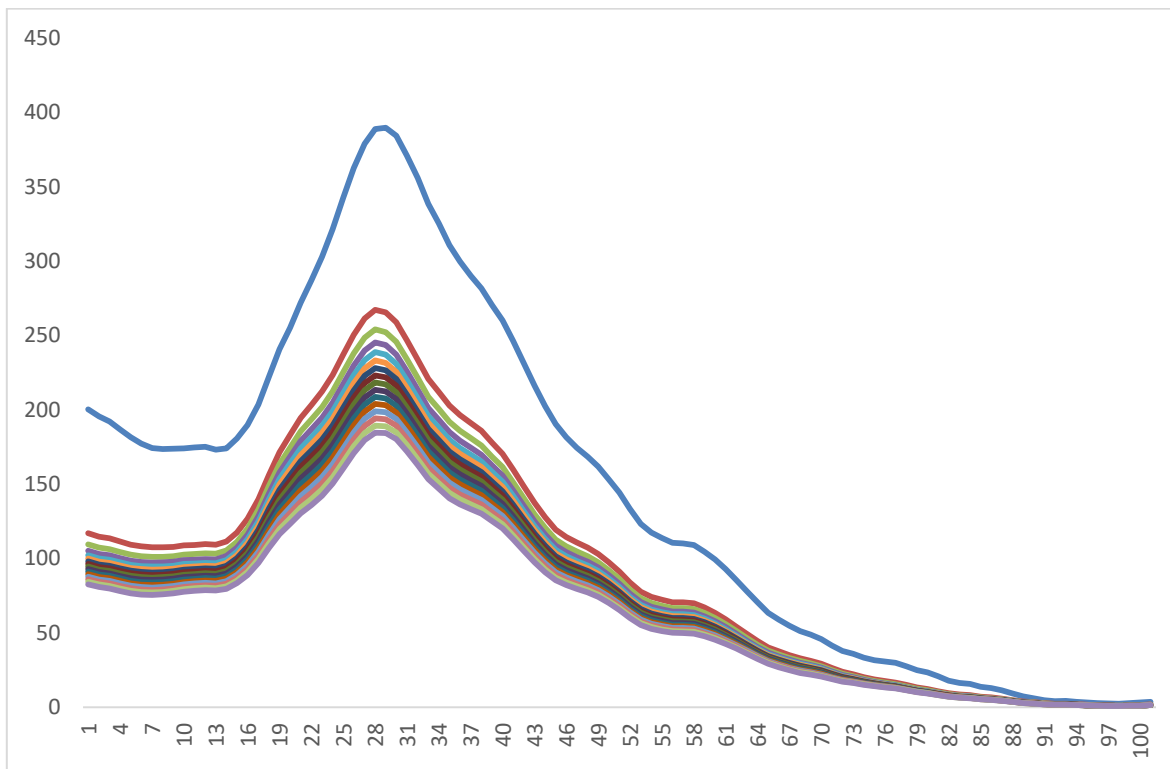
siendo s el sexo y $LugPro$ resto de Colombia, extranjero u otra localidad, para $t = 2019, 2020... 2035$.

Finalmente, se suman los inmigrantes que provienen diferentes orígenes con el fin de obtener el input de inmigración del sistema de proyección, es decir los inmigrantes por sexo y edad simple para cada uno de los años del periodo proyectado.

2. Principales resultados

Una vez aplicado el proceso mencionado antes, se obtiene el número de personas por sexo y edad, que, inmigrado a cada localidad desde los distintos orígenes previstos, para el año 2018, y la estimación de los inmigrantes futuros hasta el año 2035.

Figura 9: Inmigrantes absolutos hombres, localidad de Usaquén.



f. Proceso de proyección de la población

i. El software

Para ejecutar la proyección poblacional se solicitó un recurso de software implementado por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, especialmente el área del Servicio de Estadísticas Demográficas y Sociales, el software desarrollado en R cuenta con dos puntos para su ejecución, uno en java y otro directamente en R o en su interfaz gráfica RStudio, se usó este último por facilidad de ejecución parcial y control del programa.

El software maneja un modelo multirregional para áreas menores bajo dos metodologías, la primera es llamada *simple* y la segunda *con consistencia*, la razón principal por la cual se decidió realizar las proyecciones poblacionales con este programa usando la segunda metodología es porque el modelo con consistencia nos permite ajustar las proyecciones poblacionales y de cada componentes a resultados ya existentes definidos para un área mayor, sea el caso de Bogotá como región mayor con respecto a las localidades como regiones menores.

La metodología seleccionada requiere un archivo de insumos en el cual se encuentre información poblacional especificada por sexo, edad y por los componentes: mortalidad, fecundidad, inmigración y emigración. Cada uno de los componentes debe ingresar proyectado hasta al menos un año antes del año al cual se quiere proyectar la población. En el caso de localidades se proyectó hasta el año 2035 cada una de las componentes por diferentes métodos como ya se indicó.

ii. Aspectos metodológicos

Una vez seleccionada la metodología del modelo, se crea el archivo consistencia para ajustar los techos de las proyecciones, este contiene las proyecciones de las defunciones, nacimientos, emigraciones e inmigraciones desagregadas en localidad, edad y sexo, esta información fue generada a partir de las publicaciones del DANE a nivel Bogotá. Adicionalmente se crea un fichero insumo para el modelo donde se indica la población definida para el año base 2018, las tasas específicas de fecundidad, tasas específicas de mortalidad, tasas específicas de emigración y absolutos de las emigraciones al mismo nivel de desagregación que las consistencias hasta el año 2035, insumos creados a partir de las proyecciones individuales de cada componente.

Creados estos dos ficheros, el programa consolida la información suministrada hasta el año 2035 y genera un archivo salida donde se proyecta el tamaño de la población año a año, las proyecciones de las defunciones, los nacimientos, las inmigración y emigración ajustando cada una de ellas según la consistencia nivel Bogotá, desagregadas por localidad, edad y sexo.

Para mayor información sobre los volúmenes de población en las localidades remitirse al anexo 1.

6. Proyecciones de población por Unidades de Planeamiento Zonal – UPZ: 2019-2024

Para la realización de las proyecciones con desagregación a nivel de UPZ se tienen en cuenta métodos de estimación de poblaciones menores basados en funciones matemáticas las cuales pueden ser ajustadas y validadas mediante proyecciones confiables del total agregado de todas las áreas menores estimadas. Arriaga (2001) recomienda que las proyecciones que estén basadas en funciones matemáticas se realicen para periodos cortos de tiempo que no superen los 15 años y destaca que para periodos breves de tiempo cualquier elección de la función matemática que se utilice va a generar resultados similares si se tiene una proyección de la población total de las áreas menores que sirva de control de ajuste.

Luego, el objetivo es extrapolar mediante un modelo logístico la tasa de participación de un área menor i con respecto a un área mayor j teniendo en cuenta la información de dos puntos que determinen la tendencia de crecimiento o decrecimiento de la participación de cada área menor; el modelo es descrito a continuación:

$$P_{ij}^t = U + \frac{(L - U)}{1 + e^{a+b(t-t_0)}}$$

donde P_{ij}^t representa la tasa de participación del área menor i con respecto al área mayor j en el año t , U y L son las asíntotas superior e inferior respectivamente, a y b son los parámetros que ajustan la tendencia del modelo, t el año a proyectar de interés y t_0 el primer año de referencia involucrado en la tendencia (año del censo anterior).

a. Aspectos metodológicos

La aplicación de metodologías demográficas se encuentra supeditada a la disponibilidad de información confiable del área geográfica objeto de proyección, por tanto, es posible llevar a cabo esta tarea a feliz término, cuando se habla de proyectar áreas geográficas grandes con información robusta, es decir, para aquellas que se dispone de series históricas sobre información de nacimientos, defunciones, patrones de migración, indicadores demográficos, procedentes bien sea de fuentes censales, estadísticas vitales, encuestas especializadas y otros estudios relacionados.

La aplicación del método de los componentes está restringida a la escala nacional, departamental y algunos municipios con volúmenes poblacionales robustos, como es el caso de Bogotá y además de algunas agregaciones como las áreas metropolitanas.

Por lo anterior, en la medida que se pretende proyectar áreas geográficas cada vez más pequeñas, la disponibilidad de información demográfica también es menor y los resultados de las proyecciones de población en esas áreas puede resultar muy poco confiable, por ello es conveniente limitar la producción de información prospectiva a un número de residentes habituales que permita obtener resultados de fecundidad, mortalidad y migración coherentes con la dinámica demográfica esperada, entre censos, en este caso los de los años 2005 y 2018.

Los eventos demográficos ocurridos en poblaciones pequeñas, relacionados con fecundidad o mortalidad, pueden alterar drásticamente su tasa de crecimiento, lo cual hace inviable la aplicación de técnicas matemáticas o demográficas que resulten consistentes en el corto plazo.

Por otro lado, la migración puede jugar un papel decisivo en la redistribución territorial. Puede suceder que la migración diferencial haga que la población de ciertas zonas se incremente por efecto de traslados (zonas de inmigración neta) mientras que en otras zonas la migración tiende a reducir la población (zonas de emigración neta) por lo cual el perfil de la localización especial de la población se modifica. (Welti, C. 1998). Alterando la posibilidad obtener cifras confiables en el corto plazo al intentar proyectar la población.

Louis Duchesne aconseja que si se quiere proyectar áreas muy pequeñas se recurra a la métodos que tengan en cuenta la disponibilidad del suelo "Para un nivel geográfico muy pequeño (pueblos, barrios u otros), sin desconocer la utilidad que prestan los métodos demográficos, pueden resultar poco adecuados para predecir la población en un momento determinado, siendo preferible en estos casos, usar métodos que tomen en cuenta aspectos tales como la densidad de población, la

disponibilidad de terreno, etc. y cuya selección y aplicación deben hacerla caso por caso personas que conozcan bien la situación local”.

En general se aconseja no realizar proyecciones de población para estas micro áreas geográficas, debido a que en estas áreas están sujetas a un error promedio mucho mayor que el error para las áreas geográficas mayores. En este sentido, es importante recalcar que los subgrupos de población o las desagregaciones según sexo o edad, son consideradas con el mismo tratamiento a áreas menores, dado que en general se identifica a subgrupos de población, como información bajo la cual con la aplicación de modelos determinísticos sus sesgos o variabilidades estadísticas corresponden a datos con una alta incertidumbre por sus pesos relativos.

En consecuencia, la desagregación de información poblacional y sociodemográfica depende de la calidad, asimetría de esta y volatilidad de la prevalencia de los fenómenos de estudio tanto en la desagregación geográfica para áreas menores como en la desagregación o alcance temático para subgrupos de la población. Si bien a través de técnicas matemáticas se pueden extrapolar las estructuras poblacionales para inferir las tendencias de los totales de subgrupos de población, esta información a mediano y corto plazo (mayor a 5 años), no reflejará los cambios asociados a las dinámicas demográficas y de población por la movilidad en la residencia de las poblaciones humanas en áreas menores, por lo tanto el uso de proyecciones a este nivel de desagregación es restringido y no es recomendable por su natural incertidumbre como ejercicio especulativo, razón por la cual, la información fue elaborada para un periodo de máximo cinco años a futuro, es decir al año 2024, siguiendo las recomendaciones técnicas.

Para las proyecciones de población por Unidades de Planeamiento Zonal se tuvo en cuenta el cálculo de la tasa de participación de cada UPZ con respecto a la localidad a la que pertenece mediante información asociada con la población a nivel de UPZ y localidad a partir de los censos 2005 y 2018, es importante resaltar que se calculó la tasa de participación de personas en cada UPZ con respecto al total de la localidad según sexo.

Luego, se aplicó el modelo logístico para extrapolar la tasa de participación de cada combinación sexo-UPZ sobre la localidad hasta el año 2024 y para la determinación de las asíntotas del modelo se tuvo en cuenta la magnitud del crecimiento o decrecimiento de esta entre los años 2005 y 2018. Dado que las extrapolaciones de las tasas de participación de todas las UPZ que pertenecen a una misma localidad tienen la restricción de sumar la unidad, se reajustaron las extrapolaciones de participación desde el 2019 a 2024.

Una vez ajustadas las tasas de participación de cada UPZ en las localidades, se procedió a utilizarlas sobre las proyecciones de población a nivel de localidad por sexo para los años 2018 a 2024 para obtener el volumen de población a nivel de UPZ según sexo.

Por último, dado que ya se ajustó la población total por sexo de cada subárea se procedió a encontrar la estructura etaria a través de tablas de contingencia mediante el procedimiento descrito en el Manual VIII Naciones Unidas (1975), el cual requirió la siguiente información:

- Población por edad quinquenal del área mayor (localidades) según sexo, proyectada para los años deseados.

- Población por edad quinquenal de cada UPZ a partir del CNPV 2018.
- Estimación de la población total de cada UPZ según sexo para el año deseado de proyección mediante el modelo logístico.

Para más información sobre los volúmenes de población en las UPZ remitirse al anexo 2.

7. Proyecciones del número de hogares

El marco metodológico establecido para las proyecciones de los hogares a nivel departamental por clase (áreas mayores incluyendo Bogotá D.C.), se realizaron a través del método de las tasas específicas de jefatura (proporción de personas en un determinado grupo de edad y sexo, jefes en una clasificación de hogar), en éste sentido para la desagregación de las proyecciones de hogares a nivel de municipios y de áreas menores como localidades y UPZ, se realizó a través de la tasa de jefatura (proporción personas jefes de hogar) que corresponde al inverso del número de personas por hogar, es decir, lo anterior permite identificar que, si bien se presenta concordancia metodológica, al utilizar la misma metodología en ambos niveles de desagregación, a nivel departamental se detalla mayor especificidad en la sofisticación del modelo para áreas mayores, mientras que en áreas menores para garantizar la consistencia interna de los resultados se presentaron resultados agregados.

a. Localidades

La proyección del número de hogares por localidad en Bogotá se realiza con base a la metodología empleada a nivel nacional que tiene en cuenta el número promedio de personas por hogar y la población proyectada en el área geográfica definida. Teniendo el número promedio de personas por hogar para cada localidad se

proyectan estos valores hasta el año deseado mediante la metodología de la función logit.

Calculados estos insumos se procede con el cociente entre la población proyectada sobre el numero promedio de personas por hogar para cada año de proyección, de manera que resulta la proyección del número de hogares a nivel localidad para cada año.

i. Aspectos metodológicos

Inicialmente se extrae la información del número promedio de personas por hogar de los años 2005 y 2018 a partir del CNPV 2005 y 2018, obtenidos estos indicadores se realiza la proyección mediante la función logit hasta el año 2035. En el proceso de extrapolación es fundamental la definición de los límites de la función logit ya que esto permite controlar y monitorear el comportamiento de los indicadores asegurando que no crezcan de forma desmedida a lo largo del tiempo. Estos límites son definidos según el crecimiento que presente el indicador en cada localidad entre el año 2005 y 2018.

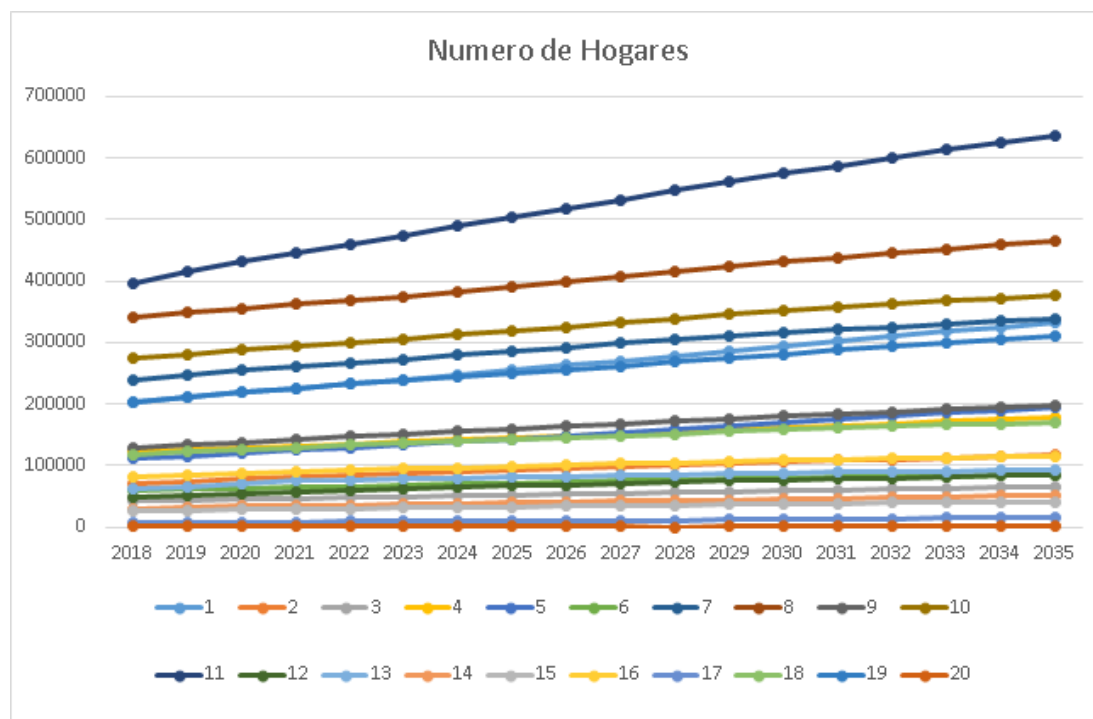
Para el ajuste de los hogares se debe tener en cuenta que la población LEA no es incluida ya que requiere un tratamiento diferente, así que la población insumo es la población total eliminando las personas LEA, lo anterior con el fin de evitar la sobreestimación del número de hogares, ya que al encontrarse en la zona una cárcel o algún tipo de recinto especial con mayor cantidad de personas que las usuales en un hogar, implicaría un crecimiento en la estimación del número de hogares en esta localidad o UPZ.

Una vez aplicado el ajuste a la población, se procede con la metodología para proyectar el número de hogares mediante el cociente entre la población y el número promedio de personas por hogar del área definida con lo que se tiene el número de hogares proyectado. Finalmente, con las proyecciones anteriores se determina la estructura de los hogares para hacer el ajuste a los respectivos techos que se tienen a nivel Bogotá según los registros publicados por el DANE.

ii. Principales resultados

A continuación, se presenta una gráfica del número de hogares proyectado hasta el año 2035 por localidad. Es claro el comportamiento creciente que tienen los hogares a lo largo del tiempo y su tendencia a estabilizarse, dado que la función logit permitió asegurar comportamientos no atípicos.

Figura 10: Número de hogares por localidad, proyectado hasta el año 2035



Para mayor información sobre número de hogares en las localidades remitirse al anexo 3.

b. Unidades de Planeamiento Zonal – UPZ

Con la misma metodología empleada para la proyección del número de hogares a nivel localidad se trabaja en las proyecciones de hogares para las UPZ, registrando inicialmente el número promedio de personas por hogar para cada UPZ y proyectándolo en el tiempo hasta el año 2024 mediante la función logit. Adicionalmente, haciendo uso de la información poblacional para la misma área geográfica, se estiman los hogares proyectados para cada UPZ calculando el cociente entre la población sobre el número promedio de personas por hogar.

i. Aspectos metodológicos

Con base a los registros censales reportados en el DANE sobre hogares para los años 2005 y 2018 se extrae la información respecto a la cantidad de personas promedio que habitan en un hogar para ambos años, registros con los cuales se proyecta el indicador hasta el año 2024 mediante la metodología de la función logit, en la cual se tiene especial cuidado en la definición de los límites requeridos por la metodología, estos límites se establecen con base a la tasa de crecimiento entre los años censales para el indicador de cada UPZ, dando flexibilidad a la proyección pero asegurando que no existan comportamientos atípicos.

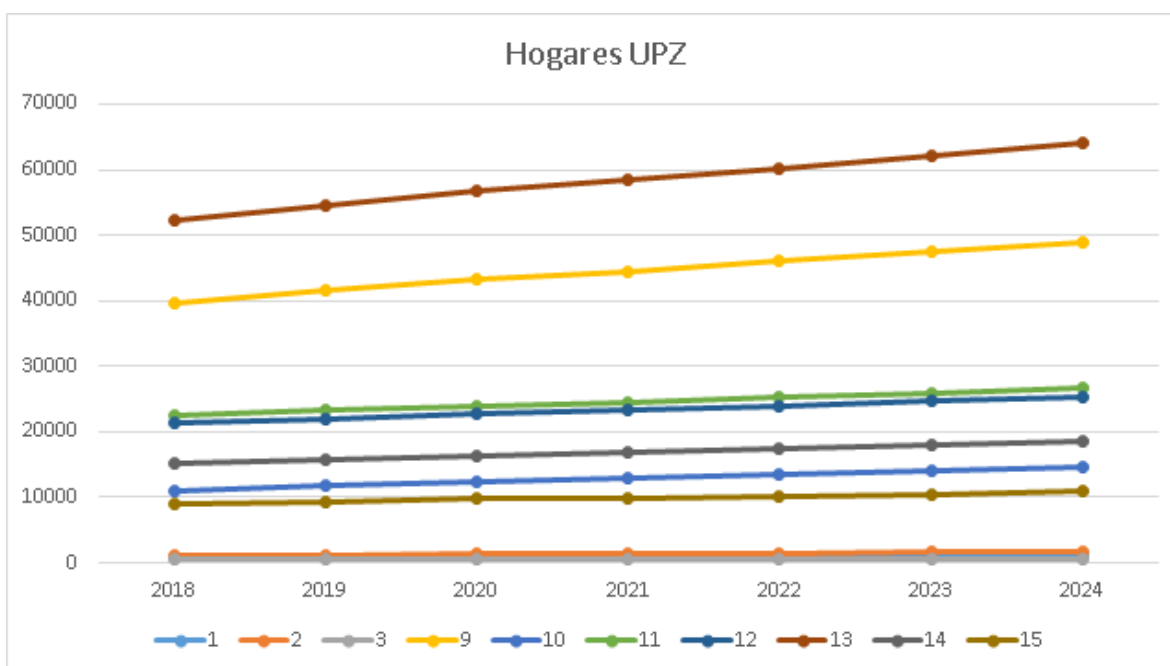
Ya estimados los indicadores hasta el año a proyectar y con uso de la información poblacional proyectada hasta dicho año, se procede a calcular el cociente ya definido con el cual obtenemos la estimación del número de hogares por UPZ, así, queda establecida la estructura que tienen los hogares a este nivel de

desagregación. Finalmente, al tener la estructura de los hogares en UPZ y con base a las proyecciones de hogares por localidades ya estimadas, tenemos los respectivos techos bajo los cuales se aplica la distribución encontrada, teniendo en cuenta que los techos de las UPZ son limitados por los techos obtenidos de su respectiva localidad.

ii. Principales resultados

Para ilustrar el comportamiento del número de hogares por UPZ, a continuación, se presenta un gráfico con 10 de las 112 UPZ con su respectivo número de hogares partiendo desde el año 2018 hasta el año 2024, en general los hogares aumentan para cada UPZ, sin embargo, existen unidades de planeamiento zonal donde se denotan comportamientos con ligeros incrementos que se estabilizan rápidamente, como es el caso de la UPZ 3.

Figura 11: Número de hogares por UPZ, proyectado hasta el año 2024



Para mayor información sobre número de hogares en las UPZ remitirse al anexo 4.

8. Proyecciones de la demanda de vivienda

a. Localidades

Para la proyección de las viviendas se aplica de manera similar la metodología de la función logit para proyectar el número promedio de hogares por viviendas ocupadas y por viviendas totales para cada localidad, y con base a las proyecciones realizadas para la cantidad de hogares, se calcula el cociente entre la cantidad de hogares para localidad sobre el número promedio de hogares por viviendas ocupadas y por viviendas totales. Con lo cual se tiene el número de viviendas ocupadas y el número de viviendas totales para cada una de las 20 localidades hasta el año 2035.

i. Aspectos metodológicos

Dadas las proyecciones de hogares a nivel localidad obtenidas previamente, procedemos a calcular el número promedio de hogares por viviendas ocupadas y por viviendas totales según el CNPV de 2005 y 2018, con base a estas consultas se aplica la metodología de la función logit, teniendo como registro histórico los años 2005 y 2018 para proyectar este número promedio. Son ajustados los respectivos límites de la función asegurando que el comportamiento de dicho indicador no salga de control al realizar la extrapolación, estos límites se establecen dependiendo de la tasa de crecimiento del indicador calculado en cada localidad.

Una vez calculados estos indicadores se usa la información de los hogares proyectados por localidades y con esto se calculan las viviendas ocupadas y

viviendas totales computando el cociente entre el número total de hogares sobre el número promedio de hogares por viviendas, tanto para viviendas ocupadas como para viviendas totales.

Así, se determina la estructura de las viviendas ocupadas y viviendas totales según su localidad, a partir de lo cual se distribuyen los techos según las publicaciones a nivel Bogotá del número de viviendas por parte del DANE, de manera que se tiene ajustado el número de viviendas ocupadas y totales para cada localidad respetando la cantidad de viviendas reportadas para la capital.

ii. Principales resultados

Vemos en las siguientes figuras el comportamiento del número de viviendas ocupadas y viviendas totales para las 20 localidades entre los años 2018 y 2035, notamos que el número de viviendas totales siempre aumenta y en general el número de viviendas ocupadas tiene un comportamiento creciente a pesar que algunas de las localidades como la 15 tiende a estabilizarse más rápido que las demás, ya que su crecimiento es leve en comparación a las otras zonas.

Para mayor información sobre número de viviendas en las localidades remitirse al anexo 5.

b. Unidades de Planeamiento Zonal – UPZ

Para las proyecciones de viviendas al nivel de desagregación UPZ es empleada la misma metodología de las funciones logit de manera que se pueda proyectar el indicador del número de hogares por viviendas ocupadas y por viviendas totales para cada UPZ, así, al tener este indicador proyectado hasta el año 2024 y con la información del número de hogares por UPZ que fue estimada anteriormente, se calcula el número estimado de viviendas ocupadas y viviendas totales mediante el cociente de estos dos insumos. Una vez estimadas las viviendas, se realiza el ajuste a techos para cada UPZ según su participación dentro de la localidad.

i. Aspectos metodológicos

Partiendo de las estimaciones del número promedio de hogares por viviendas ocupadas y viviendas totales extraído de la información censal de los años 2005 y 2018 se tienen los insumos necesarios para ejecutar la proyección de este indicador hasta el año 2024 para cada una de las regiones definidas mediante la función logit. Siendo las UPZ el nivel de desagregación más alto de las proyecciones, es necesario tener precaución en la bondad de los límites que requiere la metodología ya que en ocasiones la escasez de información puede alterar y promover comportamientos de crecimientos o decrecimientos que al proyectarse en el tiempo pueden elevar o disminuir en exceso el indicador, así que para estas proyecciones fueron realizadas pruebas de consistencia asegurando que el número de hogares sea igual o mayor al número de viviendas ocupadas y que el número

de viviendas ocupadas fuese menor o igual al número de viviendas totales para cada año proyectado.

Finalizadas las proyecciones de las viviendas, se determina su estructura dada la participación que tiene cada UPZ con respecto a la localidad que pertenece, con base a estas participaciones se distribuyen los techos que corresponden al total de viviendas obtenidos por localidad en el ajuste especificado con anterioridad, obteniendo el total de viviendas ocupadas y totales de todas las UPZ.

ii. Principales resultados

El número de viviendas ocupadas y viviendas totales para las UPZ 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15 se ilustra en las figuras siguientes donde se identifica el aumento de viviendas en cada UPZ, en el caso de la UPZ 2 vemos que entre el año 2018 y 2024 no aumentan las viviendas a la misma velocidad como aumentan las viviendas en la UPZ 9 y 13, estas UPZ muestran crecimientos rápidos y mayor número de viviendas que en efecto dependen directamente de la cantidad de población con la que cuentan.

Para mayor información sobre número de viviendas en las UPZ remitirse al anexo 6.

9. Hogares en déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda, 2018

El cálculo de déficit habitacional para Bogotá tuvo cambios en su metodología¹¹ para el año 2018, indicador derivado del más reciente censo, siguiendo los consensos técnicos de las mesas temáticas realizadas con UNHabitat, DNP, MinVivienda, MinAgricultura y DANE, empezando por la exclusión de hogares que habitan en viviendas étnicas o indígenas, permitiendo un análisis más específico para este tipo de viviendas. Por otra parte, para las viviendas que no están en esta categoría se llevó a cabo el análisis de déficit habitacional a nivel de localidad y UPZ para la ciudad de Bogotá, este consta de dos componentes principales, el Déficit habitacional Cuantitativo y el Déficit habitacional Cualitativo.

Con base al déficit cuantitativo se determina si deben ser agregadas nuevas viviendas al stock total de viviendas, debido a la gravedad y tipo de déficit de la vivienda, de manera que no se considera la posibilidad de mejora de esta. Este componente mide las siguientes características, Tipo de vivienda, Material de las paredes exteriores, Cohabitación y Hacinamiento no mitigable, estas variables indican las condiciones estructurales y espaciales de las viviendas, por ende, se decide bajo estos criterios si la vivienda no supera el estado de déficit aun aplicando mejoras.

El segundo componente es el déficit cualitativo con el cual se identifican las viviendas a las que deben aplicarse mejoras para considerarse habitacionalmente adecuadas, sin embargo, este tipo de déficit no hace necesario agregar una

¹¹ Nota metodológica disponible en <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/deficit-habitacional/deficit-hab-2020-nota-metodologica.pdf>

vivienda más al stock de viviendas, sino que deben aplicarse correcciones a las viviendas en esta categoría según las características que aquí se miden. Las variables ubicadas en este componente son, Hacinamiento mitigable, Material de los pisos, Cocina, Acueducto, Alcantarillado, Energía y Recolección de basuras.

Adicionalmente, el indicador obtenido a partir de las viviendas en déficit cualitativo permite hacer seguimientos de medidas de mejoramiento de las viviendas, sin embargo, una vivienda en esta condición de déficit no es incluida dentro del déficit habitacional, únicamente son tenidas en cuenta las viviendas que su indicador señala estar en déficit cuantitativo. La mutua exclusión de estos componentes permite evitar dobles conteos dentro del déficit habitacional.

a. Localidades

Las variables antes nombradas tanto para el déficit de vivienda cuantitativo como cualitativo fueron resumidas a conteos, de manera que si una vivienda presenta déficit en alguna de las características adicionará una unidad al resumen de esta variable, es así como se procede a emplear la base de datos extraída del CNPV 2018 sobre el déficit habitacional y asignarle la respectiva georreferenciación para lograr estructurar las variables por localidades. Se generan cuadros resumen donde se presentan la cantidad de viviendas en déficit habitacional junto con la cantidad de viviendas con déficit en cada una de las características, añadiendo también cuadros de salida donde se tienen los porcentajes de participación en déficit habitacional y las demás variables, según el número total de viviendas por cada área geográfica.

El procedimiento de conteo es realizado para las 20 localidades en Cabecera municipal y, Centros poblados y rural disperso en Bogotá. Se ubican en filas las

áreas geográficas para generar dos salidas en el mismo archivo, en la primera hoja se encuentran los absolutos de las viviendas en déficit, es decir, la cantidad de viviendas que presentan déficit según la característica ubicada en la columna, en la siguiente hoja son presentados los porcentajes de participación según la cantidad total de viviendas en la localidad y el número de viviendas en déficit.

Como nota metodológica, en la segunda hoja del fichero de déficit habitacional por localidades, las localidades diferentes de Sumapaz que cuentan con área en el sector de Centros poblados y rural disperso representan el aporte porcentual de cada localidad al porcentaje total de déficit en el área de Centros poblados y rural disperso sin Sumapaz.

b. Unidades de Planeamiento Zonal - UPZ

Finalizada la georreferenciación de las viviendas en déficit, se clasifica la información según la UPZ a la que pertenezca la vivienda y se procede de la misma manera como se abordó el análisis para localidades. Ahora las Unidades de Planeamiento Zonal son ubicadas en 112 filas y en las columnas, las características como Total de hogares, Déficit habitacional, Déficit cuantitativo, Déficit cualitativo y las demás variables que estos componentes incluyen. El archivo salido maneja el mismo formato planteado para localidades. Para las UPZ también hay dos cuadros de salida, el primero presenta los valores absolutos de las viviendas para cada tipo de déficit y el segundo los porcentajes que representa el número de viviendas según el total de viviendas en la UPZ respectiva.

10. Otros modelamientos y análisis poblacionales probados

Para el desarrollo de los productos, además de los moldeos descritos antes se revisaron y probaron otros modelos como los que se describen a continuación.

Modelo Lee-Carter para el ajuste de las tasas específicas de mortalidad.

Originalmente la metodología propuesta por Lee y Carter (1992) permite modelar y extrapolar las tendencias observadas de las tasas específicas de mortalidad para una población en un área determinada durante un horizonte de predicción. El modelo planteado parte de la relación lineal entre el logaritmo de las tasas específicas de mortalidad y variables explicativas tales como edad y tiempo; a continuación, el modelo es presentado:

$$\ln(m_{xt}) = \alpha_x + \beta_x k_t + \varepsilon_{xt}$$

donde $\ln(m_{xt})$ representa el logaritmo natural de la tasa específica de mortalidad en la edad x y tiempo t , α_x representa un patrón constante de una edad específica x de mortalidad, β_x representa el patrón de desviación del perfil de edad x a medida que k varía, k_t representa el índice de mortalidad o tendencia en el tiempo y ε_{xt} el término de error dado por la edad y el tiempo.

Es importante resaltar que para poder ajustar el modelo descrito anteriormente se debe contar con datos históricos de las tasas específicas de mortalidad para el área de interés, luego para áreas donde no se cuenta con esta información o que la calidad de la información no sea confiable es mejor abordar otras metodologías.

Método de los incrementos relativos

La metodología fue desarrollada por los demógrafos Madeira y Simões (1972), en esta se tiene en cuenta las tendencias observadas de crecimiento poblacional para las áreas menores en relación a la tendencia de crecimiento del área mayor asociada a las áreas menores.

La metodología se basa en la subdivisión de un área mayor en n áreas menores, resaltando que para el área mayor ya se debe tener las proyecciones de población en los años de interés; además la población para el área mayor en un año t , va a estar dada por:

$$P(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

donde $P_i(t)$ representa la población del área menor i en el año t para $i=1,2,\dots,n$, luego cada una de las poblaciones asociadas a las áreas menores va poder ser representada por:

$$P_i(t) = a_i P(t) + b_i$$

en donde intervienen los coeficientes a_i y b_i , los cuales son el coeficiente de proporcionalidad del incremento de la población del área menor i con relación al incremento de la población del área mayor y el coeficiente lineal de corrección, respectivamente; además $P(t)$ representa la población del área mayor en el año t de interés.

Es importante resaltar que para determinar los coeficientes anteriores se utilizan dos censos de población consecutivos, en donde se va a considerar que t_0 y t_1 representan las dos fechas ordenadas cronológicamente de la aplicación de los últimos censos de población; luego los coeficientes van a estar dados por:

$$a_i = \frac{P_i(t_1) - P_i(t_0)}{P(t_1) - P(t_0)},$$

$$b_i = P_i(t_0) - a_i P(t_0)$$

tal que $P_i(t_0)$, $P_i(t_1)$ representa la población del área menor i obtenida a partir de los censos de población t_0, t_1 y $P(t_0), P(t_1)$ representan la población asociada al área mayor obtenida en los censos de población t_0, t_1 .

Por último, una desventaja que presenta la metodología es que para áreas menores que cuentan con poblaciones reducidas y grandes magnitudes en el coeficiente de proporcionalidad la proyección de la población para el área menor en un año de interés podría llegar a tomar valores negativos; sin ser este un valor coherente.

a. Retroproyecciones de población

Las estimaciones o retroproyección poblacional para Bogotá a nivel de localidad desde el año 2005 hasta el año 2017 se realizó implementado el modelo logístico en dos etapas para generar la interpolación de las participaciones clasificadas por clase, localidad, sexo y edad; en la primera etapa del ajuste se aplicó el modelo logístico para estimar el patrón de las participaciones según la clasificación definida, con este insumo se encontró una primera estimación de las retroproyecciones poblacionales, luego para asegurar la consistencia de los niveles poblacionales se ejecuta nuevamente el modelo logístico sobre las participaciones dadas por clase, localidad y sexo con información de los registros censales del año 2005 y 2018, utilizando además información del período 2005-2017 obtenida en la estimación inicial.

Al obtener las participaciones estimadas, se emplean las retroproyecciones departamentales publicadas por el DANE para Bogotá y se asignan los respectivos porcentajes de participación ajustando así la retroproyección poblacional según clase, localidad, sexo y edad al interior de Bogotá, esta información puede consultarse en el anexo 1, en donde se encuentran los resultados obtenidos a partir del uso de técnicas estadísticas y funciones matemáticas.

Por otra parte, para finalizar, es importante que se tenga en cuenta el conocimiento delimitado por el marco conceptual y metodológico asociado a cada una de las unidades de observación, es decir, población, hogares y viviendas, con el fin de evitar confusiones y malinterpretaciones que combinen las hipótesis de comportamiento y evolución de la información estimada de acuerdo con la base censal 2018.

Bibliografía

Arriaga, E. (2001). *El Análisis de la Población con Microcomputadoras*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.

González, L. & Torres, E. (2012). Estimaciones de población en áreas menores en América Latina: revisión de métodos utilizados. In: CAVENAGHI, S. (Org.). *Estimaciones y proyecciones de población en América Latina. Desafíos de una agenda pendiente*. Rio de Janeiro: Alap.

González, L. & Torres, E. (2012). Estimaciones de población en áreas menores en América Latina: revisión de métodos utilizados. In: CAVENAGHI, S. (Org.). *Estimaciones y proyecciones de población en América Latina. Desafíos de una agenda pendiente*. Rio de Janeiro: Alap.

Lee, R. & Carter, L., (1992). Modelling and forecasting the time series of US mortality. *Journal of the American Statistical Association* 87, 659-671.

Madeira, J. & Simões, C., (1972). Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da federação, de 1960/1980 por uma nova metodologia. *Revista Brasileira de Estatística*, Rio de Janeiro: IBGE, v. 33, n. 129, p. 3-11.

Moultrie TA. (2013). "The relational Gompertz model". In Moultrie TA, RE Dorrington, AG Hill, K Hill, IM Timæus and B Zaba (eds). *Tools for Demographic Estimation*. Paris: International Union for the Scientific Study of Population. <http://demographicestimation.iussp.org/content/relational-gompertz-model>.

NACIONES UNIDAS (1975), "Manual VIII. Métodos para hacer proyecciones de la población urbana y rural". New York, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Estudios de Población, N° 55.

Schmertmann, C. & Gonzaga, M. (2018). Bayesian estimation of age-specific mortality and life expectancy for small areas with defective vital records. *Demography* 55, 1363-1388.

Anexos

Cuadros de salida: Archivo formato Excel **Anexo estadístico 1.xlsx**



@DANE_Colombia



/DANEColombia



/DANEColombia



DANEColombia

Si requiere información adicional, contáctenos a través del correo

contacto@dane.gov.co

Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE

Bogotá, Colombia

www.dane.gov.co