

**Departamento Administrativo  
Nacional de Estadística  
Dirección de Censos y Demografía**



**PROYECCIÓN TOTAL MEDELLÍN POR  
SEXO, EDAD SEGÚN COMUNAS Y  
CORREGIMIENTOS  
2005 – 2015  
METODOLOGIA**

**Mayo 2010**

## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. GENERALIDADES.....</b>	<b>4</b>
<b>3. PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DE RELACION DE COHORTES.....</b>	<b>5</b>
3.1. LOS SUPUESTOS DEL MODELO .....	5
3.2. ESTRUCTURA DEL MODELO .....	5
3.2.1. <i>Coefficiente de Crecimiento departamental por cohortes (CR)</i> .....	7
3.2.2. <i>Crecimiento diferencial de los municipios: Índice de crecimiento diferencial o factor (K)</i> .....	7
3.2.3. <i>Población menor de cinco años</i> .....	9
3.2.4. <i>Población del grupo de edades 5 años a 80</i> .....	12
3.2.5. <i>Población del grupo de edades abierto (80 años y más)</i> .....	12
3.3. UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA PEQ-AR VERSIÓN 2.0 .....	12
3.3.1. <i>Preparación de los insumos</i> .....	13
3.3.1.1. <i>Definición de los Pivotes de Proyección para el Total de cada Municipio</i> .....	15
3.3.2. <i>El procesamiento de los datos en RCoortes</i> .....	16
3.3.2.1. AJUSTES DE LOS FACTORES K .....	16
<b>4. PROYECCION DE LA ZONA RURAL DE MEDELLIN Y PROYECCION DEL PERIMETRO URBANO.....</b>	<b>17</b>
4.1. OBJETIVO.....	17
4.2. MARCO METODOLOGICO .....	18
4.3. INSUMOS UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN RESIDENTE EN LA ZONA RURAL 2006 -2010.....	18
4.4. ETAPAS METODOLÓGICAS PARA LA ESTIMACIÓN ANUALIZADA DE LA POBLACIÓN RESIDENTE EN LA ZONA RURAL 2006 -2010 Y PROYECCIÓN POR GRUPOS DE EDAD Y SEXO 2011 - 2015 .....	18
4.5. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN RESIDENTE EN EL PERÍMETRO URBANO DE MEDELLÍN 2006 - 2015	19
<b>5. PROYECCION DE LOS CORREGIMIENTOS.....</b>	<b>19</b>
5.1. OBJETIVO.....	19
5.2. MARCO CONCEPTUAL .....	20
5.3. CONSIDERACIONES METODOLOGICAS.....	20
5.4. JUSTIFICACION.....	21
5.5. INSUMOS Y ETAPAS METODOLOGICAS PARA LA PROYECCIÓN ANUALIZADA DE LA POBLACION RESIDENTE EN LOS CORREGIMIENTOS DE MEDELLIN POR GRUPOS DE EDAD SEGÚN SEXO. PERIODÓ 2006- 2015.....	21
5.5.1. <i>Insumos a utilizar para la elaboración de las proyecciones de los Corregimientos de Medellín</i>	21
5.5.2. <i>Hipótesis</i> .....	22
5.5.3. <i>Etapas metodológicas para la proyección de los corregimientos.</i> .....	22
5.5.3.1. <i>Ajuste a las estructuras por grupos de edad y sexo según corregimiento</i> .....	22
5.5.3.1.1. <i>Principios básicos para el "ajuste" de las estructuras por corregimiento. Censos 1993- 2005</i> .....	23
5.5.3.1.2. <i>Estructuras por edad y sexo con los datos reales y datos ajustados</i> .....	25
5.5.3.2. <i>Calculo del incremento medio anual por sexo y edad según corregimiento</i> .....	35
5.5.3.3. <i>Aplicación del incremento medio anual</i> .....	35
5.5.3.4. <i>Algoritmos utilizados para obtener proyección anualizada</i> .....	35
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La información demográfica cobra mayor protagonismo en el siglo XXI, acorde con la evolución de teorías en las cuales, las personas son el fin y el medio de los procesos de desarrollo de las naciones. Es por ello que los gobiernos, principales responsables de la política social, requieren información de los volúmenes y características de sus habitantes para la puesta en marcha de planes, programas y proyectos orientados a la consecución del desarrollo humano de sus regiones.

Debido a la imposibilidad de realizar levantamientos censales anuales por los enormes esfuerzos tanto económicos como técnicos que se requieren, es necesario recurrir a instrumentos técnicos como las proyecciones de población, los cuales, a través de la integración interdisciplinaria, de métodos demográficos y estadísticos, ofrecen información confiable y precisa, a un menor costo respecto al comportamiento poblacional, en cuanto al número de habitantes de cada región y sus particularidades; con lo cual, se cuenta con la capacidad de prever el comportamiento futuro de una población determinada en un área geográfica específica.

Las siguientes páginas están dedicadas a la descripción de la metodología adoptada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, específicamente por la Dirección de Censos y Demografía, para la construcción de las proyecciones de población total municipal, para los 1085 municipios de la división político-administrativa del país, sin incluir los municipios que constituyen el llamado Grupo Amazonas<sup>1</sup>. La metodología utilizada es conocida como de Relación de Cohortes y se emplea generalmente para proyectar poblaciones de áreas geográficas pequeñas e intermedias<sup>2</sup> por sexo y edades.

---

<sup>1</sup> Agrupación de Municipios que constituyen los Departamentos de Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés, Vichada, los cuales fueron proyectados bajo una Metodología paralela dado sus altos niveles de omisión censal.

<sup>2</sup> Para el caso práctico que ocupa este documento, las áreas pequeñas e intermedias o áreas menores, se refieren a los municipios, mientras que las áreas administrativas mayores hacen relación a los departamentos.

## 2. GENERALIDADES

Es tradicional la utilización del “método de los componentes” por parte de los demógrafos a la hora de elaborar proyecciones de población, bajo el principio básico consistente en la desagregación del crecimiento de la población en sus componentes demográficos fundamentales (fecundidad, mortalidad y migración) por medio de la ecuación compensadora.<sup>3</sup>

La aplicación de este método, se encuentra supeditado a la disponibilidad de información consistente del área geográfica objeto de proyección, lo cual es factible cuando se habla de proyectar áreas grandes con información robusta, es decir, cuando se hace referencia a áreas geográficas con volúmenes de población considerables, para las cuales existan series históricas de información de nacimientos, defunciones, patrones de migración, indicadores demográficos, procedentes ya sean de fuentes censales, estadísticas vitales, encuestas especializadas y otros estudios relacionados. En este orden de ideas, en Colombia, la aplicación del método de los componentes está restringida a la escala nacional, departamental y algunas áreas especiales conformadas por criterios exclusivos como lo son las áreas metropolitanas; pero representa dificultades cuando el interés son los municipios o áreas menores, por la ausencia de información óptima de algunas variables demográficas, en especial, de la migración.

Por lo anterior, se requiere de la utilización de métodos alternativos que permitan realizar proyecciones para las áreas menores, de esta necesidad surge la propuesta del método de “Relación de Cohortes”.

Éste método, en palabras de Duchesne, “*tiene la ventaja de tomar en cuenta la estructura de la población y algunos cambios de las variables demográficas (en particular la fecundidad) asegurando la coherencia entre las sumas de las áreas intermedias y menores de un área grande y las proyecciones ya conocidas de ella*”.<sup>4</sup> La ventaja analítica de la relación de cohortes a diferencia de los métodos matemáticos, estadísticos o económicos para elaborar proyecciones de población, reside en la utilización de estructuras de población por sexo y edad, así como cambios de algunos parámetros demográficos en especial la fecundidad,

---

<sup>3</sup>  $N(t+n) = N(t) + B(t,t+n) - D(t,t+n) + I(t,t+n) - E(t,t+n)$  Ecuación Compensadora

En donde:

- $N(t+n)$  = Tamaño de la Población en el momento t+n.
- $B(t,t+n)$  = Nacimientos en el periodo.
- $D(t,t+n)$  = Defunciones en el periodo.
- $I(t,t+n)$  = Inmigrantes llegados al municipio en el periodo.
- $E(t,t+n)$  = Emigrantes salidos del municipio en el periodo.

<sup>4</sup> Duchesne Louis. Proyecciones de población por sexo y edad para áreas intermedias y menores – Método “Relación de Cohortes”. En Métodos para proyecciones subnacionales de población. DANE, Bogotá 1989; pag. 74

asegurando la coherencia entre la suma de las áreas menores con respecto al área mayor que las contiene.

A continuación se describe el proceso de utilización del método demográfico de relación de cohortes aplicado en Colombia para elaborar las proyecciones municipales total por sexo y edad, así como en el caso de Medellín para las 16 comunas que conforman el perímetro urbano .

### **3. PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA LA DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DE RELACION DE COHORTES**

#### **3.1. LOS SUPUESTOS DEL MODELO**

Todos los procesos y modelos de predicción se fundamentan en una serie de supuestos sobre el comportamiento de las variables que son objeto de estudio, el método de relación de cohortes no es la excepción, este se basa en vínculo de hipótesis acerca de las perspectivas de desarrollo de las variables demográficas, es decir, las tendencias de crecimiento de la población, dichos parámetros son enunciados a continuación:

- Las áreas menores o municipios conservan las mismas estructuras político – administrativas de los dos levantamientos censales. Para el caso de Colombia, se realiza una homologación de los municipios creados en el periodo 1993 – 2005, teniendo en cuenta la estructura del momento de la creación con el fin de garantizar el cumplimiento de este supuesto. Para el caso de las comunas de la ciudad de Medellín se realiza una homologación de la cartografía censal DANE y la generada por el municipio para sus procesos de planeación.
- Las tendencias de las variables demográficas de los municipios son similares a las del departamento al que pertenecen, en el caso de total Medellín y, para las comunas la del perímetro urbano.
- Los municipios conservan durante todo el periodo que cubre la proyección el mismo diferencial de fecundidad observado en cada uno de ellos respecto al departamento al momento del último censo, caso total Medellín y en cuanto a las comunas la del perímetro urbano.
- Los factores de crecimiento diferencial  $K$  se mantienen constantes, es decir, la mortalidad y migración mantienen el mismo comportamiento diferencial entre las áreas menores y la división administrativa mayor.

#### **3.2. ESTRUCTURA DEL MODELO**

Los datos básicos para elaborar proyecciones a través de la relación de cohortes, corresponden a:

- Población total Medellín y las 16 comunas por sexo y edad de dos levantamientos censales.
- Proyecciones de población de las áreas mayores por sexo y edad, de las cuales también se desprenden las relaciones de sobrevivencia al nacimiento por sexo y las tasas específicas de fecundidad para cada uno de los años contenidos en el periodo a proyectar

Las proyecciones se elaboran por sexo y grupos quinquenales de edad, a través de diferentes algoritmos, a saber:

Población menor de cinco años:

$${}_5N_0^{t+5} = B^{t,t+5} * P_b^{t,t+5} * K_b^{t,t+5}$$

Población entre 5 y 80 años:

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

Para x = 0, 5, 10..., 70

Población de 80 años y más:

$$N_{80y+}^{t+5} = N_{75y+}^t * CR_{75y+}^{t,t+5} * K_{75y+}^{t,t+5}$$

En donde:

$B^{t,t+5}$  Es el total de nacimientos ocurridos en el municipio entre los momentos t y t+5

$P_b^{t,t+5}$  Relación de sobrevivencia al nacimiento del departamento del periodo t, t+5

$K_b^{t,t+5}$  Índice de crecimiento diferencial al nacimiento, de un municipio respecto al departamento durante el periodo t, t+5

${}_5N_x^t$  Población inicial del grupo quinquenal de edades x, x+5 del municipio en el momento t

${}_5CR_x^{t,t+5}$  Coeficiente de crecimiento del departamento, correspondiente al grupo quinquenal de edades x, x+5 en el momento t que alcanza las edades x+5, x+10 en el momento t+5

${}_5K_x^{t,t+5}$  Índice de crecimiento diferencial (K) del municipio respecto al departamental, correspondiente al grupo quinquenal de edades x, x+5 en el momento t y que alcanza las edades x+5, x+10 en el momento t+5

${}_5N_{x+5}^{t+5}$  Población del grupo quinquenal de edades x+5, x+10 en el momento t+5

### 3.2.1. Coeficiente de Crecimiento departamental por cohortes (CR)

Este coeficiente mide el crecimiento de cada una de las cohortes por sexo (CR) del departamento, la cual se asocia con la variación de las cohortes de las áreas menores. La forma como se expresa esta relación es:

$${}_5CR_x^{t,t+5} = {}_5R_{x+5}^{t+5} / {}_5R_x^t$$

En donde

- ${}_5R_x^t$  Es la población departamental del grupo de edades x, x+5 del año t
- ${}_5R_x^{t+5}$  Es la población departamental del grupo de edades x+5, x+10 en el momento t+5

El coeficiente de crecimiento departamental por cohortes (CR) contiene de forma implícita las variaciones generadas por efecto de la mortalidad y la migración departamental refiriéndose a la población con edades comprendidas entre x y x+5 en el momento t, que alcanza las edades entre x+5 y x+10 en el momento t+5.

### 3.2.2. Crecimiento diferencial de los municipios: Índice de crecimiento diferencial o factor (K)

Como la dinámica del total de Medellín no es idéntica a la departamental, es necesario cuantificar a través del factor K el crecimiento diferencial de cada cohorte municipal respecto al departamento al que pertenece. Este factor se obtiene de dos formas:

- Mediante la relación entre los coeficientes de crecimiento del municipio y los correspondientes al departamento:

$${}_5K_x^{t,t+5} = \left[ {}_5N_{x+5}^{t+5} / {}_5N_x^t \right] / \left[ {}_5R_{x+5}^{t+5} / {}_5R_x^t \right]$$

- A partir de las proporciones del municipio respecto al departamento observadas en dos censos consecutivos, los que se supone, están distanciados por 5 años:

$${}_5K_x^{t,t+5} = \left[ {}_5N_{x+5}^{t+5} / {}_5R_{x+5}^{t+5} \right] / \left[ {}_5N_x^t / {}_5R_x^t \right]$$

Donde:

- ${}_5N_x^t$  Es la población del municipio del grupo de edades x, x+5 en el primer censo
- ${}_5N_{x+5}^{t+5}$  Población del municipio del grupo de edades x+5, x+10 en el segundo censo

${}_5R_x^t$  y  ${}_5R_{x+5}^{t+5}$  son las poblaciones departamentales para los mismos grupos de edades en el primer y segundo censo respectivamente.

Es necesario tener en cuenta que en muchos casos como el colombiano, los periodos intercensales no son propiamente de diez años sino que oscilan entre los ocho y doce años por lo que para calcular el factor K, se debe considerar :

- Permitir proyectar la población por grupos quinquenales de edad entre un quinquenio y otro,
- Estar referidos a comienzos de periodo y,
- Su cálculo debe iniciarse a partir de los grupos de edad más cercana a las cohortes.

Ahora, y recogiendo lo anterior, para reducir los factores de decenales a quinquenales se sigue con las expresiones:

$${}_5K_{7.5}^{t+2.5,t+7.5} = [{}_5K_5^{t,t+10}]^{5/10}$$

$${}_5K_{2.5}^{t+2.5,t+7.5} = [{}_5K_0^{t,t+10}]^{5/10}$$

Luego, se promedian para obtener el factor del grupo de edades deseado,

$${}_5K_5^{t,t+5} = 0.5 * [{}_5K_{7.5}^{t+2.5,t+7.5} + {}_5K_{2.5}^{t+2.5,t+7.5}] = {}_5K_5^{t,t+5}$$

Según esta metodología, es necesario considerar:

- Cuando el periodo intercensal sobrepasa los diez años y las proyecciones se realizan por quinquenios, no es posible estimar el factor K para el grupo de edades entre 0 y 4 años. En estos casos, la metodología sugiere imputar el factor calculado para el grupo de 5-9 años o, en los casos en que la migración es significativa, y bajo el supuesto que los hijos migran con sus madres, se pueden asignar los factores K obtenidos para la población femenina de 20-24 ó 25-29 años.
- Para evitar fluctuaciones aleatorias en los factores K correspondientes a las edades más avanzadas (60 años y más), debido a valores muy pequeños de la población en dichas edades, es factible imputar a cada uno de los grupos finales de edad un factor K único que es obtenido a partir de un promedio simple del factor observado entre ellos.
- Cuando se estiman las poblaciones de municipios a través del método de relación de cohortes, es posible que éstos experimenten cambios significativos en lo inherente a grupos de edades y sexo y que como es lógico, va a repercutir fuertemente en los valores proyectados, para lo que se hace



necesario suavizar los factores K. Esto se hace generalmente con métodos matemáticos como radicales y potencias.

### 3.2.3. Población menor de cinco años.

Como los coeficientes de crecimiento por cohortes (CR) y los factores de crecimiento diferencial (K) solamente pueden ser calculados para la población mayor de cinco años, razón por la cual se requiere un tratamiento diferente para la población menor de dicha edad, consistente en la utilización de tasas de fecundidad y relaciones de sobrevivencia.

Esto sin duda, también tiene sus dificultades por la carencia de información óptima sobre la ocurrencia de nacimientos y por lo tanto, se desconocen los niveles de fecundidad alcanzados por cada uno de los municipios. Así las cosas, se pueden determinar Índices Diferenciales de Fecundidad (IDF), entre cada uno de los municipios y sus respectivos departamentos a partir de los datos censales, los que estando a su vez relacionados con una estructura de fecundidad departamental conducen a una estimación del número de nacimientos que ocurren en cada año de la proyección.

Para calcular estos IDF, se parte de la composición por sexo y edad observada en el último censo tanto para municipios como departamentos, son obtenidos estableciendo el cociente entre la relación niños-mujeres de cada municipio y la correspondiente al del departamento que lo contiene.

Lo anterior se resume en las ecuaciones que siguen:

$$RNM_i = {}_5N_0 / {}_{25}N_{15}$$

Donde:

$RNM_i$  Es relación niños – mujeres del municipio en el último censo

${}_5N_0$  Población de ambos sexos menor de cinco años del municipio observados en el último censo

${}_{25}N_{15}$  Población femenina con edades entre 15 y 40 años del municipio i.

Una vez obtenidas estas relaciones, el paso a seguir consiste en el cálculo de los IDF con la ecuación:

$$IDF_i = RNM_i / RNM_m$$

Teniendo en cuenta que

$RNM_m$  es la relación niños-mujeres del departamento

$IDF_i$  es el índice diferencial de fecundidad del departamento

Hallados los  $IDF_i$ , es posible conocer el nivel de fecundidad expresada en términos de la Tasa Global de Fecundidad (TGF) para cada municipio a partir de la relación:

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

En donde:

$TGF_i^{t,t+5}$  Es la tasa global de fecundidad del municipio i, correspondiente al quinquenio t, t+5

$IDF_i$  es el índice diferencial de fecundidad del municipio i, para el último

censo

$TGF_m^{t,t+5}$  es la tasa global de fecundidad del departamento obtenida de la proyección de población de ésta área, referida a cada uno de los quinquenios t, t+5 de la proyecciones departamentales.

Es importante resaltar que una vez calculados los  $IDF_i$  se supone que estos se mantendrán constantes durante todo el periodo que cubre las proyecciones de los departamentos.

Con respecto a la fecundidad por edades de los municipios, si no se observan diferencias significativas en la evolución de la estructura de la fecundidad proyectada del departamento, es factible seleccionar una estructura única para este último y partiendo de ella, estimar tasas específicas de fecundidad por edad para cada municipio y periodo que cubre la proyección.

La relación utilizada para estimar tasas específicas de fecundidad por edad de las áreas menores es la siguiente:

$${}_5f_x^{t,t+5}(i) = \left[ {}_5f_x^{t,t+5}(m) / TGF_m^{t,t+5}(m) \right] * TGF_i^{t,t+5}$$

En donde:

${}_5f_x^{t,t+5}(i)$  : Es la tasa específica de fecundidad de la población femenina con edades entre x y x+5, correspondientes al municipio i

${}_5f_x^{t,t+5}(m) / TGF_m^{t,t+5}(m)$  : Porcentaje que representa la tasa específica de fecundidad del grupo de edades x, x+5 del departamento para el periodo t,t+5, respecto de la TGF de esta división para el mismo periodo

$TGF_i^{t,t+5}$  : Tasa global de fecundidad del municipio i, para el periodo t,t+5.

Una vez calculadas las tasas específicas de fecundidad para mujeres en edad fértil<sup>5</sup> el número total de nacimientos ocurridos en un quinquenio en cada uno de los municipios, se determina relacionando estas tasas con la población femenina media en edades fértiles proyectada previamente mediante el uso del algoritmo de la proyección. Este cálculo se expresa a través de las relaciones:

Para la población femenina:

$${}_5\overline{NF}_x^{t,t+5} = 0.5 * [{}_5NF_x^t + {}_5NF_x^{t+5}]$$

para x = 15, 20, ..., 45

Teniendo en cuenta que:

${}_5NF_x^t$  y  ${}_5NF_x^{t+5}$  es la población femenina de 15 a 50 años por grupos quinquenales de edad de un municipio  ${}_5NF_x^{t+5}$  para los momentos t y t+5, obtenida a partir del algoritmo de la proyección  
 ${}_5\overline{NF}_x^{t,t+5}$  Corresponde a la población femenina de 15 a 50 años por grupos quinquenales de edad en el municipio estimada a mediados del periodo t, t+5.

Para los nacimientos:

$$B^{t,t+5} = \sum_{x=15}^{45} [{}_5\overline{NF}_x^{t,t+5} * {}_5f_x^{t,t+5}(i)] * 5$$

Donde:

$B^{t,t+5}$  Es el total de nacimientos ocurridos en el municipio i, durante el periodo t,t+5

Calculados los nacimientos totales de cada municipio, la población de 0 a 4 años por sexo para el momento t+5 se obtiene:

Para la población masculina:

$${}_5N_0^{t+5} = B^{t,t+5} * (IMN) * P_b^{t,t+5} * K_b^{t,t+5}$$

Para la población femenina:

$${}_5N_0^{t+5} = B^{t,t+5} * (1 - IMN) * P_b^{t,t+5} * K_b^{t,t+5}$$

Donde:

---

<sup>5</sup> Corresponde al rango de 15 a 49 años

$IMN$  y  $P_b^{t,t+5}$  es el índice de masculinidad al nacimiento y la relación de sobrevivencia al nacimiento por sexo correspondiente al departamento, para el periodo  $t$ ,  $t+5$

$K_b^{t,t+5}$  es el factor diferencial de crecimiento de los nacimientos, estimado para el municipio, que se obtiene haciendo  $K_b^{t,t+5} = [{}_5K_0^{t,t+5}]^{1/2}$

### 3.2.4. Población del grupo de edades 5 años a 80

La formulación para este grupo de edad se obtiene a partir de:

$${}_5N_{x+5}^{t+5} = {}_5N_x^t * {}_5CR_x^{t,t+5} * K_x^{t,t+5} \quad \text{para } x = 0, 5, \dots, 70$$

### 3.2.5. Población del grupo de edades abierto (80 años y más)

Los cálculos para este grupo de edad se obtienen mediante la operación:

$$N_{80y+}^{t+5} = N_{75y+}^t * CR_{75y+}^{t,t+5} * K_{75y+}^{t,t+5}$$

## 3.3. UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA Peq-AR versión 2.0

El aplicativo generalmente usado para la realización de Proyección de Áreas Menores por Relación de Cohortes es la herramienta PRODEM<sup>6</sup>, este se encuentra restringido pues su operatividad es limitada haciendo referencia al número de áreas menores que soporta, lo cual dificulta la aplicación del modelo a departamentos con un número de municipios superior a 10. Esta dificultad implica que para hacer uso de PRODEM es necesario dividir en subregiones los departamentos que tengan un número de municipios mayor a lo expresado anteriormente, dificultando su aplicación al requerir los insumos metodológicos (*descritos en el numeral 3.2*) desagregados para cada subregión por departamento.

Es así, como a través de sinergias interinstitucionales, se utilizó la herramienta diseñada por el Instituto de Geografía y Estadística de Brasil (IBGE por sus siglas en portugués), quienes desarrollaron el útil y práctico aplicativo Peq-AR, versión 2.0, en el que se incluye un módulo denominado Rcoortes, el cual, permite elaborar proyecciones anualizadas de población para áreas menores por sexo y edades simples utilizando la metodología demográfica de proyección por relación de cohortes, la cual permite un número significativamente mayor de municipios<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Desarrollado por el Centro latinoamericano de Demografía – CELADE.

<sup>7</sup> Por ejemplo, el Estado de Mina Gerais tiene 835 municipios, lo cual permite la aplicación a departamentos como Antioquia, Boyacá y Cundinamarca que tiene alrededor de 120 municipios cada uno

Dicho aplicativo técnico agrega modificaciones metodológicas las cuales fueron consideradas por los técnicos del IBGE y que para el presente propósito explicativo son:

- Los factores diferenciales de crecimiento K son considerados constantes dentro de cada grupo etáreo, en otras palabras, se calcula de acuerdo con la metodología el factor K correspondiente a cada cohorte y cuando se abren éstas a edades simples, se asigna este factor a cada una de ellas. Por ejemplo, para el grupo de edades de 5 a 9 años, el factor K obtenido es 0.951, cuando se abre el grupo a edades simples (5 años, 6 años... 9 años), se asigna este factor.
- Los factores K se reducen a escala anual aplicando la operación  ${}_1K_x^{t,t+1} = [{}_5K_x^{t,t+5}]^{1/(Añocens2-añocensd)}$ .
- La distribución relativa de las tasas específicas de fecundidad no se consideran constantes. Estas distribuciones relativas varían por cada año que cubre el periodo a proyectar, por lo que se adopta la evolución anual del patrón de la fecundidad del departamento
- Los parámetros de fecundidad (tasa global y específicas de fecundidad) y de mortalidad (relación de sobrevivencia al nacer) fueron utilizados como punto medio de cada periodo de proyección municipal.

### 3.3.1. Preparación de los insumos

Dado que las bases de datos de población a nivel municipal certificada, no están generadas para los requerimientos solicitados en la metodología de relación de cohortes, ni a los correspondientes para la ejecución del programa de Rcoortes, es entonces necesario elaborar una serie de ajustes que son descritos en los párrafos siguientes, a partir de las cifras censales ajustadas por no cobertura, entre otros, suministradas oficialmente por el Dane; para los dos años censales pivotes de proyección (1993 y 2005).

Es así como, a los datos censales a nivel de municipio para los pivotes que requiere la aplicación, se realizaron procesos que garantizan la calibración de los niveles y de las estructuras municipales<sup>8</sup> con respecto a los correspondientes de la población departamental.

---

<sup>8</sup> Dado que los niveles de población censal han sido ajustados tanto para 1993 como para el 2005, más las estructuras por edad y sexo permanecieron intactas conservando las características recogidas por los procesos censales, surge entonces la necesidad de realizar una revisión de dichas estructuras para eliminar posibles deficiencias que presentaran por no cobertura y por otras coyunturas que resultaran en la distorsión de los resultados de las estructuras demográficas proyectadas, este procedimiento de ajuste para la evolución de las tendencias de la población es descrito en este documento metodológico en el apartado 3.3.1.1

- **Población 1993:** Para calcular la población municipal insumo, se tienen en cuenta tres procesos. El primero consiste en obtener los pesos de cada municipio en el departamento ajustado para el año 1993. Se considera que esta participación es adecuada, por lo cual se le aplica al total departamental para el año 1993 ajustado en el proceso de conciliación realizado para el periodo 1985 – 2005. Por último, se toman las estructuras censales 93 y se les aplica al total municipal y se realiza un proceso de calibración para garantizar el agregado departamental. El segundo proceso, el cual tiene que ver con la construcción de información histórica para los municipios creados después de 1993, a los cuales, se les elabora una población estandarizada con el fin de crearles su correspondiente estructura por edad y sexo, esto dado que se debe garantizar que los dos puntos de partida de la proyección tienen información homogénea. En tercer proceso consiste en la calibración de la estructura de las 16 comunas así como para las 16 comunas de tal forma que coincidan con el agregado del perímetro urbano.
- **Población 2005.** Se toman como niveles de población de partida, las cifras de la población conciliada publicada por el DANE<sup>9</sup>, esta información suministra los totales municipales y departamentales. Por otro lado, respecto de las estructuras demográficas utilizadas como pivote, se toman las observadas durante el censo 2005, incluyendo los ajustes pertinentes. Cabe resaltar que al igual que para las cifras de 1993, se les asigna una participación frente a su correspondiente cifra departamental censal ajustada, con lo cual se ejecuta la calibración de los datos o prorrateo, para que estos coincidan con el agregado del departamento, así como para las 16 comunas de tal forma que coincidan con el agregado del perímetro urbano.
- **Datos de población en edades simples:** El proceso de conversión de grupos quinquenales a edades simples es más complejo. Se utilizaron para esto, métodos de interpolación, específicamente multiplicadores de ajuste polinomiales de Sprague y Beers modificados cuyo propósito es reducir el efecto de la preferencia digital por los números terminados en cero o cinco en las declaraciones de edad para los censos y encuestas.
- **Proyecciones departamentales 2005-2015:** Fueron utilizadas las cifras elaboradas por el método de los componentes que expresan los niveles y la estructura de población de cada departamento por grupos quinquenales de edad y sexo. Para su utilización en el modulo Rcoortes fue necesario desagregar estas cifras para obtener la información por edades simples, para lo cual, se adopto la misma metodología con la aplicación de los multiplicadores mencionados anteriormente. Igual proceso para el caso de las comunas.
- **Relación de sobrevivencia al nacer por sexo:** Este parámetro al igual que las tasas globales y específicas de fecundidad fueron anualizados mediante un modelo cuadrático y referidos a 30 de Junio, para todo el periodo de proyección de población del total del área mayor.

---

<sup>9</sup> DANE: Conciliación Censal 1985 - 2005. Proceso de Conciliación Censal 1985-2005. Bogotá, Mayo de 2007

- **Tasas globales y específicas de fecundidad:** Con la relación de sobrevivencia y los niveles y estructura de la fecundidad, ingresados al modelo permite la evolución de las cohortes del grupo 0 – 4 para cada año calendario. Lo anterior, significa una modificación a la metodología original, en la cual eran consideradas constantes.

### **3.3.1.1. Definición de los Pivotes de Proyección para el Total de cada Municipio**

Para la evaluación de las estructuras municipales se implemento un análisis de la información consignada en archivos de extensión xls, en los cuales se encontraba la información correspondiente a las pirámides poblacionales de cada municipio del país discriminadas por cabecera, resto; las cuales corresponden al insumo, del cual, se hace referencia como pivotes de la proyección. Estos archivos, expresan la caracterización demográfica municipal respecto a: el porcentaje de urbanismo, relación de masculinidad por grupos quinquenales de edad y total, participación de la población en lugares especial de alojamiento (%leas), así como su estructura por sexo y grupos quinquenales de edad para los periodos censales de 1993 y 2005, según datos conciliados a Junio 30.

#### **3.3.1.1.1. Tratamiento por área cabecera – resto**

Dentro de la evaluación de estructuras de población municipal se incluyó en el análisis la segregación por cabecera – resto, como indicador de las características propias de un municipio, ya que la tendencia de urbanismo de los municipios tiene implicaciones en la dinámica demográfica de carácter importante, por ejemplo resulta lógico que municipios de carácter netamente urbano tengan estructuras de población con mayor ponderación femenina respecto a los municipios de mayor participación de población en áreas rurales. Teniendo en cuenta lo anterior, fue un criterio característico relevante del comportamiento demográfico municipal el porcentaje de urbanismo del mismo. Sin embargo, cabe aclarar que la revisión de estructura total, cabecera, resto descrita en este documento solo aclara el proceso realizado para la definición de las pirámides o estructuras de población total municipal que son el insumo básico de la proyección municipal por relación de cohortes. En cuanto al análisis correspondiente para la realización de las proyecciones de población por área (cabecera – resto), no son competencia del presente documento, pues la metodología de relación de cohortes implementada para la realización de las proyecciones toma las estructuras totales de los pivotes censales (particularmente 1993 y 2005), generando las proyecciones del total de población del municipio para el periodo 2006-2020. Este proceso de proyección

de la participación de la cabecera se realizó paralelamente y de manera exógena al proceso de revisión de estructuras de población municipal.<sup>10</sup>

### **3.3.2. El procesamiento de los datos en RCoortes**

Obtenidos los insumos mediante los procesos descritos anteriormente, se realiza la etapa de procesamiento utilizando el aplicativo de RCoortes. Una vez realizado este ejercicio, se obtienen tablas de salida con los parámetros calculados, factores K anualizados por municipio, coeficientes de crecimiento CR por edad y sexo, y los niveles de población municipal total por edad y sexo.

Cabe destacar que esta etapa se finaliza con la ejecución del prorrateo dentro del programa de Rcoortes, de cuyo análisis se opta por implementar un paso final adicional, correspondiente al análisis exhaustivo de las estimaciones y respectivos ajustes, lo cual, se complementará en sección siguiente.

#### **3.3.2.1. AJUSTES DE LOS FACTORES K**

La aplicación del módulo Rcoortes del aplicativo peq-AR, permite obtener las proyecciones por edades simples y sexo para cada uno de los años calendario del periodo 2006 – 2020, resultados que se evaluaron para garantizar la consistencia de la proyección desde el punto de vista de dinámica demográfica.

Es claro que la dinámica poblacional es compleja, y que para obtener un modelo que permita generar resultados cien por ciento precisos se debe recurrir a la utilización de muchas variables demográficas, algunas de las cuales no están disponibles para cada uno de los municipios que componen la extensa geografía colombiana.

La flexibilidad del paquete utilizado permite realizar una serie de intervenciones del Factor K, en procura de mejorar las estimaciones tanto por sexo como por edad para cada año calendario del periodo de proyección. Para ello, se definieron de acuerdo a la problemática identificada en cada municipio, ajustes por sexo, por grupos específicos de edad según sexo o para todos los grupos, así como el tipo de ajuste<sup>11</sup>. En cada caso, es necesario volver a correr el módulo incluyendo los ajustes al factor k.

---

<sup>10</sup> Se sugiere para la profundización de este aspecto la revisión de otros documentos metodológicos complementarios al proceso de proyecciones municipales de población 2005-2020, en especial, el que hace referencia a las Proyecciones de Población por Área (Cabecera-Resto Municipios). Coordinación de Demografía, Dirección de Censos y Demografía, Dane Dic de 2007.

<sup>11</sup> El ajuste puede ser suavizamiento potencial o raíz  $n$ .



Igualmente, el paquete introduce una serie de modificaciones a la metodología original que tienen un efecto en la estimación del factor K por edad, para lo cual se considera un factor de reducción de escala anual<sup>12</sup> que consiste en una potencia correspondiente a la formulación:

$$\frac{1}{(\text{Dato Censo 2} - \text{Dato Censo 1})}$$

Así las cosas, si se tienen en cuenta los elementos metodológicos descritos en las páginas anteriores, teniendo en cuenta los parámetros conceptuales de la presente descripción metodológica, con sus adecuaciones, se entiende que en el método de relación de cohortes, el elemento determinante es el índice de crecimiento diferencial o factor K. Por ésta razón, es a partir de modificaciones de éste, como se pueden mejorar las proyecciones de municipios que presentan resultados deficientes o poco satisfactorios. Es así que dentro del proceso desarrollado se realizaron ajustes a dicho factor k, mediante la aplicación de algoritmos matemáticos que suavicen la variabilidad de las series, ajustando este factor a valores cercanos a uno (1), con lo cual se logra que las tasas de crecimiento de los niveles poblacionales proyectados muestren niveles y tendencias coherentes con la dinámica observada en el pasado reciente, que faciliten prospectar adecuadamente estas tendencias para el periodo 2006-2020. (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

#### **4. PROYECCION DE LA ZONA RURAL DE MEDELLIN<sup>13</sup> Y PROYECCION DEL PERIMETRO URBANO<sup>14</sup>**

##### **4.1. OBJETIVO**

El objetivo fundamental a alcanzar con el desarrollo de la metodología que seguidamente se describe es el de obtener la proyección anualizada de la población residente en la zona rural y en el perímetro urbano de Medellín para el periodo 2006-2015, por grupos de edad, según sexo.

---

<sup>12</sup> La metodología original considera proyecciones por quinquenio. La modificación que se introduce permite obtener para cada año calendario las proyecciones, lo cual requiere la aplicación de esta potencia.

<sup>13</sup> Se entiende por zona rural de Medellín al conjunto de las áreas geográficas que comprenden los cinco corregimientos (San Sebastián de Palmitas, San Cristóbal, Alta Vista, San Antonio de Prado y Santa Elena) Decreto 346 de 2000.

<sup>14</sup> Se entiende por Perímetro Urbano al conjunto de las áreas geográficas que comprenden los dieciséis comunas (Popular, Santa Cruz, Manrique, Aranjuez, Castilla, Doce de Octubre, Robledo, Villa Hermosa, Buenos Aires, La Candelaria, La América, San Javier, El Poblado, Guayabal y Belén) Decreto 346 de 2000.

## **4.2. MARCO METODOLOGICO**

Dado que la distribución geográfica y composición de la población por edad y sexo residente en la zona rural y en el perímetro urbano de Medellín durante los años comprendidos entre 2005 y 2010 fueron el resultado de un proceso histórico sociodemográfico y físico-espacial, se considera que la verdadera proyección de la población se inicia a partir del año 2010. Por lo tanto es necesario, antes de realizar tal proyección:

- Estimar para la población de la zona rural el resultado ya cumplido de su distribución y composición poblacional para el periodo 2006 – 2010.
- Con base en la distribución estimada al año 2010 se proyecta la población de la zona rural por grupos de edad y sexo al año 2015.
- Haciendo la diferencia entre la población proyectada por el DANE por edad y sexo de Medellín total 2006 – 2015, y la de la zona rural estimada entre 2006 – 2010 y proyectada 2011 – 2015, se establece la proyección por edad y sexo para el perímetro urbano 2006 – 2015.

## **4.3. Insumos utilizados para la estimación de la población residente en la zona rural 2006 -2010**

- Número de instalaciones de energía residencial referidas a los años comprendidos entre 1993 y 2008
- Proyección de Número de instalaciones de energía residencial referidas a los años comprendidos entre 2009 y 2015
- Participación relativa de cada grupo de edad con respecto al total de la población de la zona rural de Medellín según censo 2005
- Participación relativa de cada grupo de edad con respecto al total de la población de la zona rural de Medellín según SISBEN 2005
- Participación relativa de cada grupo de edad y sexo (estructura por edad y sexo) con respecto al total de la población de la zona rural de Medellín según SISBEN 2010
- Número de viviendas censadas en el año 2005 en la zona rural de Medellín
- Número de personas censadas en el año 2005 residentes en la zona rural de Medellín.

## **4.4. Etapas metodológicas para la estimación anualizada de la población residente en la zona rural 2006 -2010 y proyección por grupos de edad y sexo 2011 - 2015**

- El número de instalaciones residenciales por vivienda en la zona rural de Medellín para el año 2005.
- El número de personas por vivienda en la zona rural de Medellín para el año 2005.

- Con base en el número de instalaciones de energía residencial y el promedio de instalaciones por vivienda se estimó el número de viviendas para el año 2010.
- Con el número de viviendas estimadas y con el número de personas por vivienda se estimó el total de las personas de la zona rural de Medellín para el año 2010.
- Se comparó la estructura por edad del SISBEN al 2005 con la correspondiente al censo del mismo año, dando como resultado diferencias mínimas, lo cual permitió generar la hipótesis de que la estructura por edad de la zona rural al año 2010 es igual a la correspondiente para el mismo año del SISBEN.
- Para estimar la población por grupos de edad y sexo referida al año 2010 se le aplicó, al total de la población rural estimada a ese año, la estructura por edad y sexo del SISBEN referida al mismo año,
- Bajo el supuesto de que, en la zona rural, la tasa de crecimiento media anual obtenida, para cada grupo de edad según sexo, entre la población referida al censo de 2005 y la estimada para el año 2010, se mantiene igual para el periodo 2006 – 2015 se obtienen los resultados estimados en forma anual entre 2006 y 2010 y proyectados entre 2011 y 2015 para la zona rural de Medellín.

#### **4.5. Proyección de la población residente en el Perímetro Urbano de Medellín 2006 - 2015**

La proyección de la población residente por edad y sexo del perímetro urbano de Medellín, durante los años comprendidos en el periodo 2006 - 2015 se obtiene por diferencia entre la población proyectada por el DANE por edad y sexo de Medellín total 2006 – 2015, y la de la zona rural estimada entre 2006 – 2010 y proyectada 2011 – 2015,

### **5. PROYECCION DE LOS CORREGIMIENTOS**

#### **5.1. OBJETIVO**

El objetivo fundamental a alcanzar con el desarrollo de la metodología que seguidamente se describe es obtener la proyección anualizada de la población residente en los cinco corregimientos de Medellín para el periodo 2006-2015, por grupos de edad, según sexo.

## 5.2. MARCO CONCEPTUAL

Las proyecciones de población por grupos de edad y sexo referidas a áreas menores como lo son los corregimientos de Medellín, han venido cobrando importancia cada vez más, dado que ellas se han convertido en un insumo necesario para elaborar los planes y programas de desarrollo económico y social desde dos puntos de vista fundamentales: Por un lado considerada la población como productora (fuerza de trabajo) y por otro como consumidora de bienes y servicios.

Es de gran utilidad para la administración municipal de Medellín y para otros organismos del sector público y privado y específicamente para sus corregimientos contar con proyecciones de población por grupos de edad y sexo, pues fuera de la relevancia que tienen por sí mismas, de ellas se derivan una serie de proyecciones de diversa índole que permiten generar información útil para la planificación de dichas áreas y además posibilitan un mayor detalle, tanto acerca de las futuras demandas de la población residente en ellas, tales como, vivienda, salud, educación, etc., como también acerca de la oferta de la mano de obra que posiblemente estará disponible para la producción de bienes y servicios.

## 5.3. CONSIDERACIONES METODOLOGICAS

Vale la pena hacer notar que existen diferentes métodos para proyectar una población por grupos de edad y sexo. Este conjunto de métodos se pueden clasificar en dos grupos:

**Métodos demográficos:** Estos métodos utilizan, para su desarrollo, el análisis del comportamiento y evolución de las variables demográficas fundamentales: mortalidad, fecundidad y migración, para el área objeto de la proyección.

**Métodos Matemáticos (Extrapolaciones):** No tienen en cuenta el comportamiento y aporte que, al crecimiento de la población, tiene cada una de las variables demográficas y solo se limitan a establecer funciones y relaciones matemáticas, teniendo como insumo algunos indicadores derivados del número de habitantes del área objeto de proyección.

De acuerdo con los análisis realizados de los datos de carácter demográfico, consignados en los censos de población de 1993 y 2005, así como de las estadísticas vitales correspondientes a dichos años, referidos a los corregimientos, se concluyó que, la única variable demográfica que se podía estimar, así fuera por métodos indirectos, era la fecundidad. En el caso de la mortalidad no se dispone de la distribución de las muertes por grupos de edad y sexo a nivel de cada corregimiento para el año 1993. En cuanto a la variable migración no es posible

obtener la magnitud de los flujos de emigrantes de los corregimientos y comunas, durante periodos anteriores a los años censales, lo que impide calcular saldos netos migratorios a estos niveles.

Por lo descrito anteriormente, para los cinco corregimientos se descartó la posibilidad de aplicar algún métodos demográficos como el de las componentes demográficas y el método semi-demográfico de la relación de cohortes y, en su lugar, se decidió adoptar un método matemático, para lo cual, se propuso varias metodologías, dando como resultado la selección de dos métodos, diseñados por el grupo técnico de proyecciones que se describe en la sesión 5.

El primer método se fundamentó en la hipótesis consistente en que: “La tasa de crecimiento media anual valida, para el periodo intercensal 1993 – 2005, de cualquier grupo de edad según sexo, para cualquiera de los corregimientos se mantiene constante durante el periodo de proyección 2005 - 2015”

El segundo método se basa en el supuesto que: “El incremento medio anual, para el periodo intercensal 1993 - 2005, de la participación relativa de cada grupo de edad, según sexo, del corregimiento, con respecto al de su respectivo grupo correspondiente al de la zona rural, se mantiene constante durante el periodo de proyección.

#### **5.4. JUSTIFICACION**

De los dos métodos considerados se decidió aplicar el segundo, dado que, a diferencia del primero, éste, además de comprometer el aporte al crecimiento de su correspondiente grupo de edad de la zona rural proyectado, asegura el mantenimiento de la proyección de cada grupo de edad, según sexo de la zona rural.

#### **5.5. INSUMOS Y ETAPAS METODOLOGICAS PARA LA PROYECCIÓN ANUALIZADA DE LA POBLACION RESIDENTE EN LOS CORREGIMIENTOS DE MEDELLIN POR GRUPOS DE EDAD SEGÚN SEXO. PERIODO 2006- 2015.**

##### **5.5.1. Insumos a utilizar para la elaboración de las proyecciones de los Corregimientos de Medellín**

- La proyección anualizada de Medellín por grupos de edad, según sexo, realizada por el DANE para el periodo 2005-2015 (Ya publicada por el DANE)

- La proyección anualizada del perímetro urbano de Medellín, por grupos de edad, según sexo, realizada por el DANE para el periodo 2005-2015 obtenida con base en la última homologación de comunas y corregimientos realizada por la DIG.
- La proyección de la Zona Rural de Medellín (integrado de los Cinco corregimientos), por grupos de edad y sexo, para el periodo 2005-2015, obtenida por diferencia entre la proyección de Medellín por grupos de edad, según sexo y la proyección del perímetro urbano para los correspondientes por grupos de edad y sexo, en el periodo 2005-2015.

### **5.5.2. Hipótesis**

La metodología que se describe a continuación descansa en el supuesto de que, para cualquiera de los corregimientos, el incremento medio anual, registrado en el periodo intercensal 1993 - 2005, de la participación relativa de cada grupo de edad, según sexo, con respecto al grupo de edad del mismo sexo correspondiente al de la zona Rural de Medellín, se mantiene durante el periodo de proyección 2005-2015.

### **5.5.3. Etapas metodológicas para la proyección de los corregimientos.**

#### **5.5.3.1. Ajuste a las estructuras por grupos de edad y sexo según corregimiento**

Tomando como base la composición por edad y sexo de la población de cada corregimiento, derivada de los censos de población y vivienda de 1993 y 2005 y llevadas al 30 de junio de dichos años, se procedió a realizar un ajuste de las mismas, teniendo en cuenta los siguientes requisitos o condiciones:

- Respetar los niveles (totales de población) por sexo de la zona rural, estimados por la Dirección de censos y demografía del DANE, referidos al 30 de junio de los años en referencia.
- Que el número de personas correspondiente a cualquier grupo de edad quinquenal, según sexo, residentes en la zona rural de Medellín para 1993 y 2005, sea igual a la suma de los volúmenes de personas, referidos al mismo grupo etéreo, según sexo, correspondientes al total de los cinco corregimientos.
- Que las estructuras censales (participación relativa de cada grupo de edad, según sexo, con respecto al total de la población de ambos sexos) de cada corregimiento se conserven.

Teniendo en cuenta lo anterior se generó el procedimiento de ajuste, el cual se basó en los siguientes principios básicos:

#### 5.5.3.1.1. Principios básicos para el “ajuste” de las estructuras por corregimiento. Censos 1993- 2005

- La composición por edad, según sexo, derivada del empadronamiento censal en un área geográfica refleja, en general, la realidad de la participación de cada grupo de edad según sexo, con respecto al total de la población.
- Es improbable que, como consecuencia del proceso de empadronamiento resulte que algún grupo etáreo se encuentre sobreestimado.
- Es probable que, como consecuencia del empadronamiento resulte que algún grupo etáreo esté subestimado.
- Las variaciones que, después de la edad cero muestra el índice de masculinidad real por edad de un área geográfica, con respecto al “ideal”, bajo el supuesto de crecimiento natural o vegetativo, se explican por las variaciones de la mortalidad, de la migración, o por la omisión de personas durante el empadronamiento censal.

Con base en lo anterior, el ajuste del valor del índice de masculinidad real, para un determinado grupo de edad, sólo podrá ser el resultado de aumentar el número de hombres o el número de mujeres en dicho grupo de edad. En el único caso que tal ajuste no puede darse en esos términos es cuando se traslade un número de personas de un determinado grupo, según el sexo que corresponda, a otro adyacente, lo que sólo podrá ocurrir por una mala declaración de la edad en el momento de la encuesta censal.

El algoritmo utilizado para lograr el ajuste de las estructuras basados en el comportamiento del índice masculinidad por edad, derivado de la información censal (datos originales) fue:

Si el Índice de masculinidad es inferior al propuesto por el ajuste, entonces:

$$\text{Dif} = \text{IM}^{\text{R}} - \text{IM}^{\text{P}}$$

$$\text{Si Dif} > 0 \text{ entonces } \text{MUJ}^{\text{P}} = \text{HOM}^{\text{R}} / \text{IM}^{\text{P}}$$

$$\text{Si Dif} < 0 \text{ entonces } \text{HOM}^{\text{P}} = \text{MUJ}^{\text{R}} * \text{IM}^{\text{P}}$$

Donde

$\text{MUJ}^{\text{R}}$ : Número de mujeres censadas correspondiente al índice de masculinidad objeto de ajuste

$\text{HOM}^{\text{R}}$ : Número de hombres censados correspondiente al índice de masculinidad objeto de ajuste

IM<sup>R</sup>: Cociente entre hombres y mujeres derivados de los datos censales

Dif: Corresponde a la diferencia entre el Índice de masculinidad real (derivado de los datos censales) y el índice de masculinidad propuesto.

IM<sup>P</sup>: Índice de masculinidad propuesto

MUJ<sup>P</sup>: Numero de mujeres propuestas

HOM<sup>P</sup>: Numero de hombres propuestos.

Los insumos que fundamentaron el análisis para llevar a cabo el proceso de “ajuste” de cada uno de los corregimientos, referidos a 1993 y 2005 fueron los siguientes:

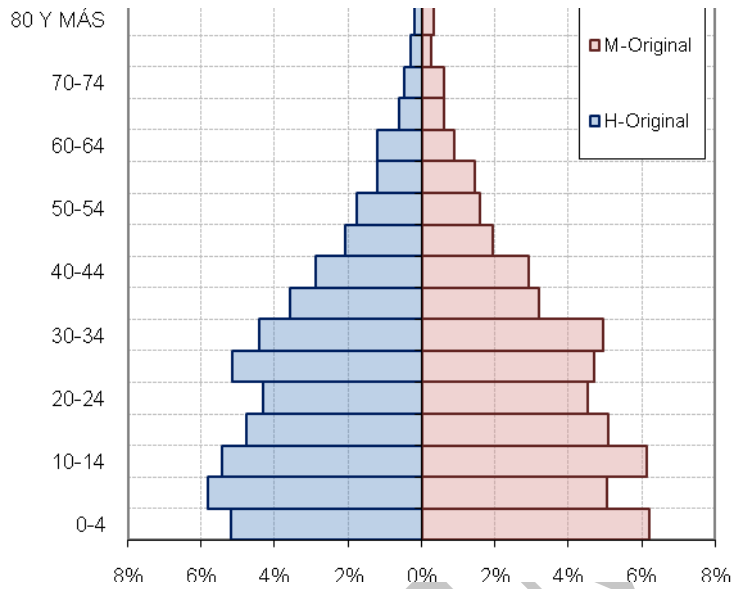
- Participación absoluta y relativa, según sexo, de cada grupo de edad, con respecto al total de la población del área geográfica.
- Gráfico de la participación porcentual, según sexo, de cada grupo de edad , con respecto al total de la población del área ( pirámide de edades)
- Cuadro y gráfico del índice de masculinidad censal por edad del lugar de residencia habitual
- Cuadro y gráfico del índice de masculinidad censal por edad de los nativos de su lugar de residencia habitual
- Cuadros y gráficos del número de defunciones según sexo por grupos de edad en el lugar de residencia habitual. Para menores de 5 años por edades simples.
- Cuadros y gráficos del número de inmigrantes durante el último año al área según sexo
- Cuadros y gráficos del índice de masculinidad de la población sisbenizada en las comunas y corregimientos que se consideren pertinentes.
- Cuadro y gráfico de la composición por edad y sexo de las defunciones por causas violentas, según lugar de residencia habitual
- Número de nacimientos según sexo por lugar de residencia habitual de la madre 1993-2005.
- Número de emigrantes a otro país en los quinquenios Antes de 1996, 1996-2000 y 2001-2005. Por lugar de residencia habitual antes de emigrar.

Como resultado del proceso descrito se presentan las estructuras obtenidas a través de las pirámides poblacionales para dichos corregimientos.

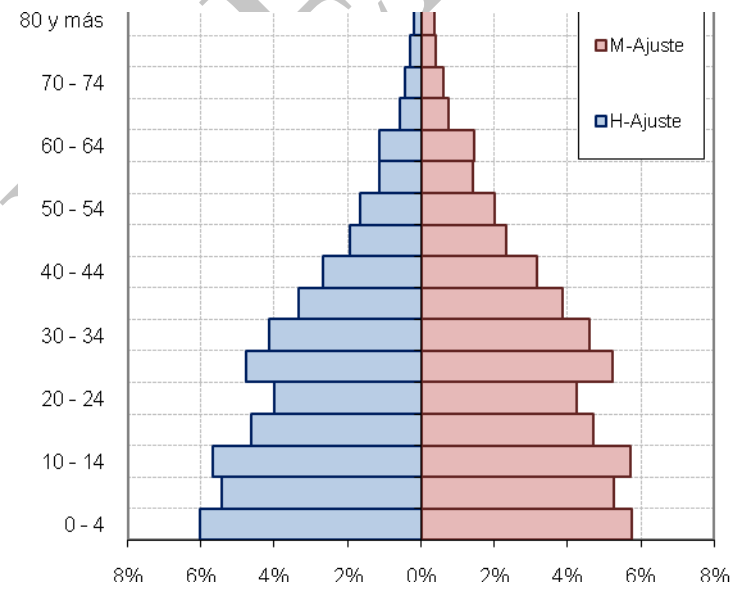


### 5.5.3.1.2. Estructuras por edad y sexo con los datos reales y datos ajustados

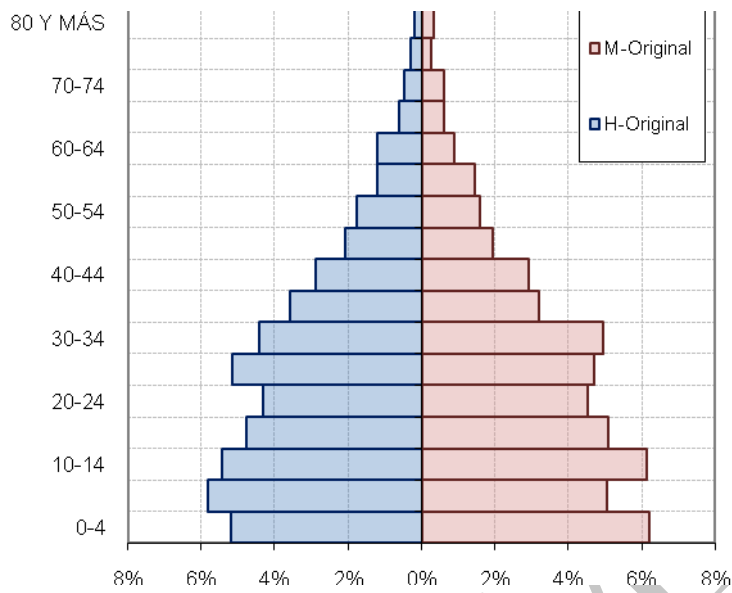
**Gráfico 1. San Sebastián de Palmitas, 1993 Originales**



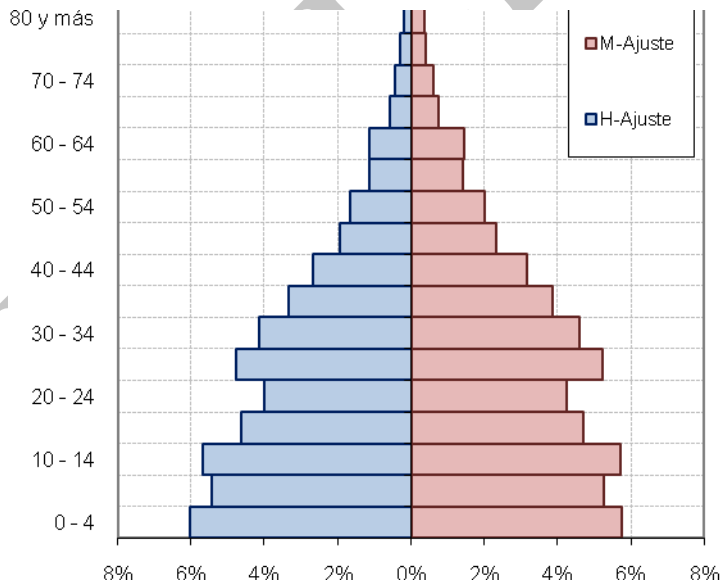
**Gráfico 2. San Sebastián de Palmitas 1993 Ajustados**



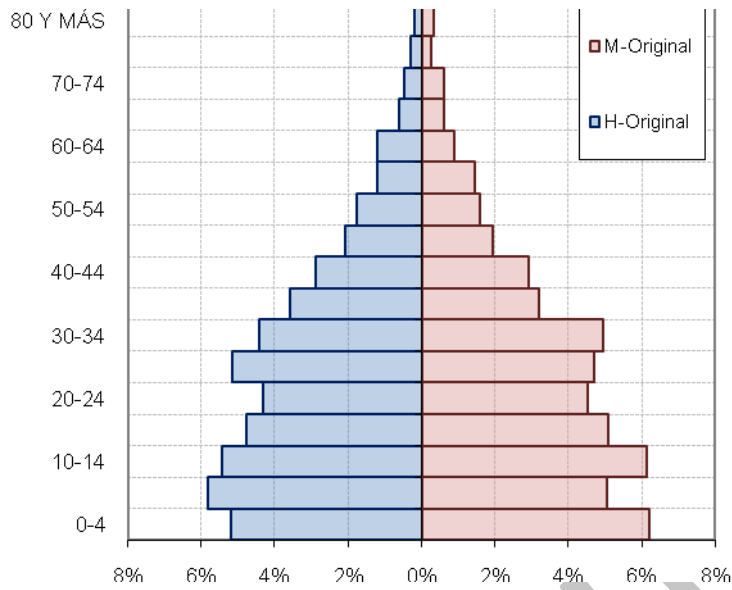
**Grafico 3. San Cristóbal, 1993 Originales**



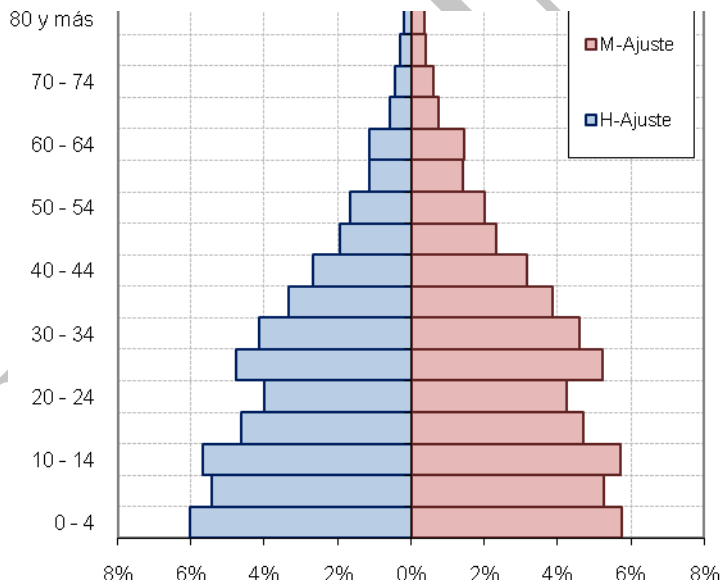
**Grafico 4. San Cristóbal, 1993 Ajustados**



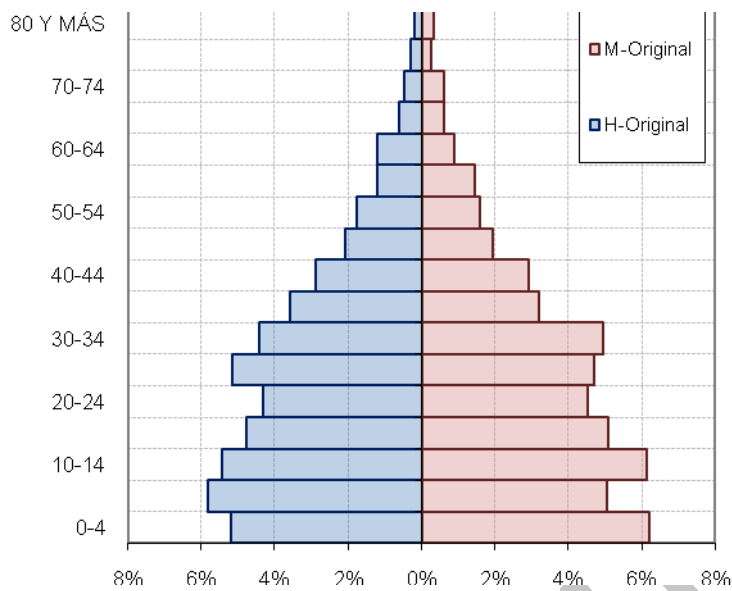
**Grafico 5. AltaVista, 1993 Originales**



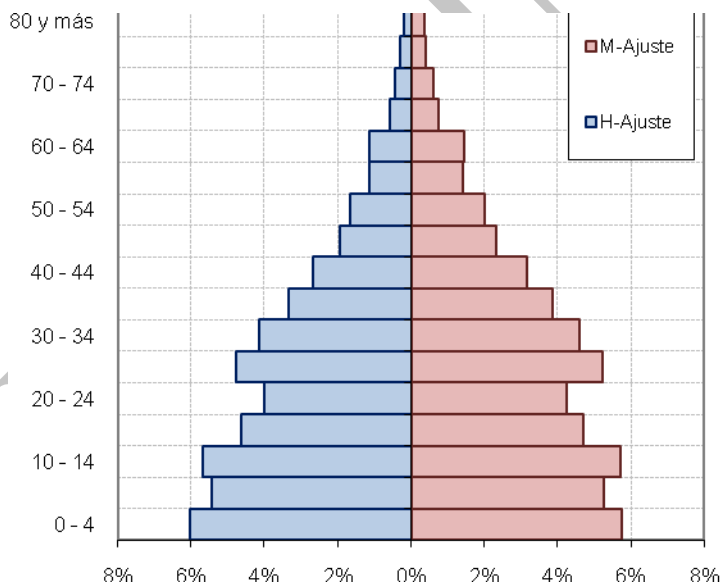
**Grafico 6. AltaVista, 1993 Ajustados**



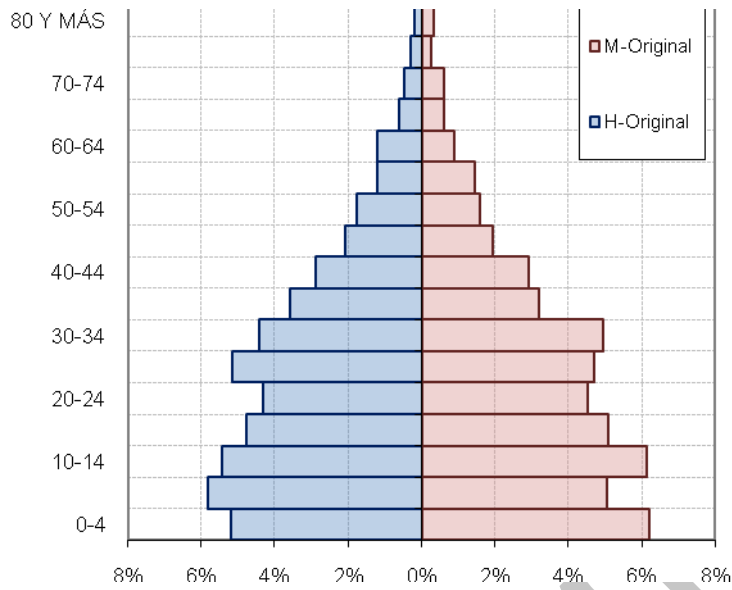
**Grafico 7. San Antonio de Prado, 1993 Originales**



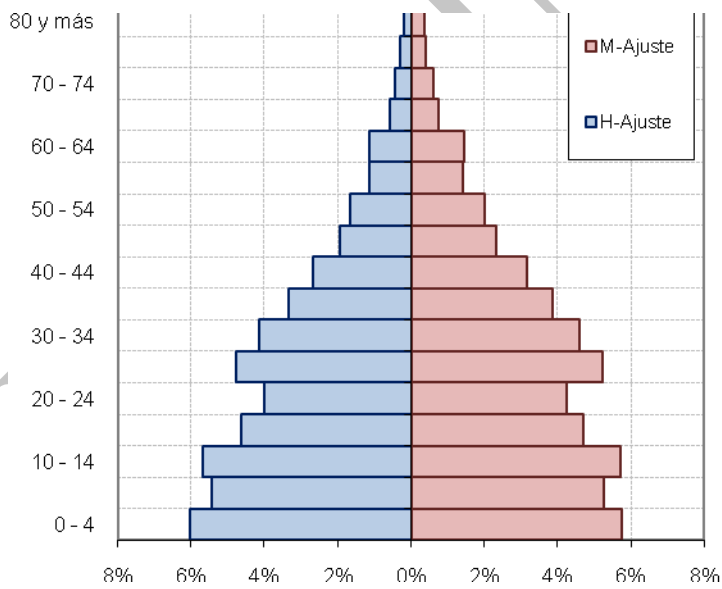
**Grafico 8. San Antonio de Prado, 1993 Ajustados**



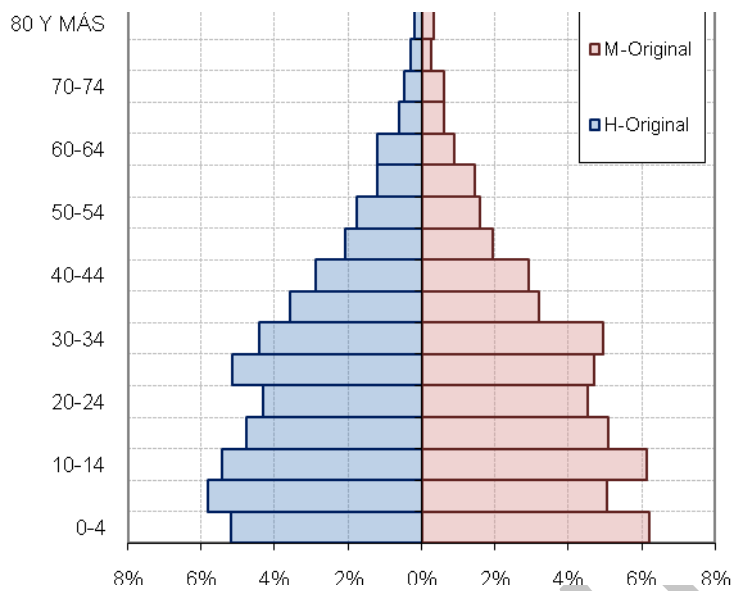
**Grafico 9. Santa Elena, 1993 Originales**



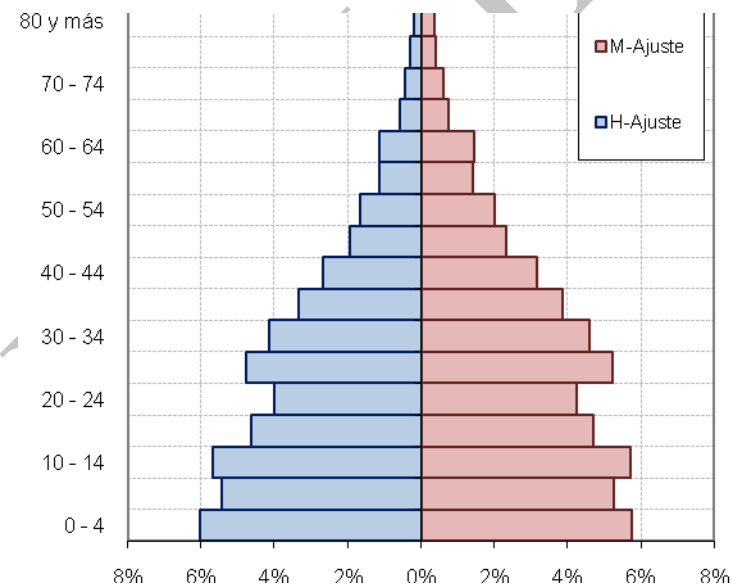
**Grafico 10. Santa Elena, 1993 Ajustados**



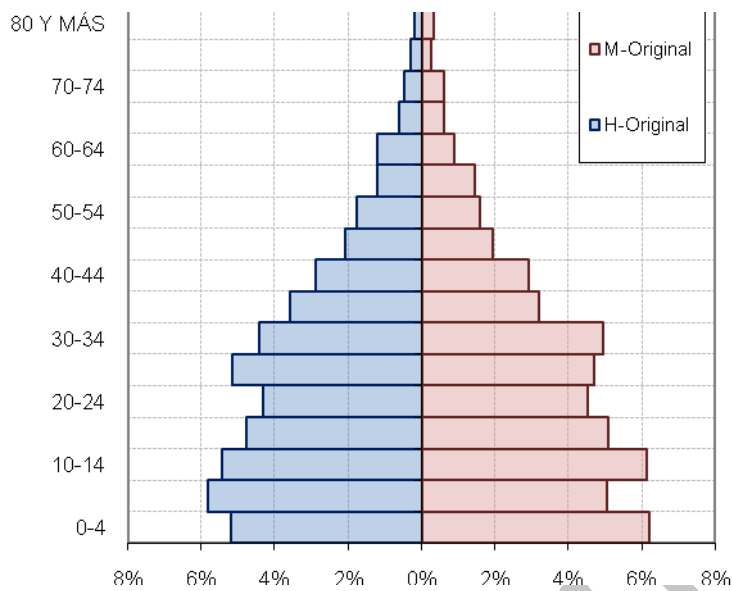
**Grafico 11. San Sebastián de Palmitas 2005 Originales**



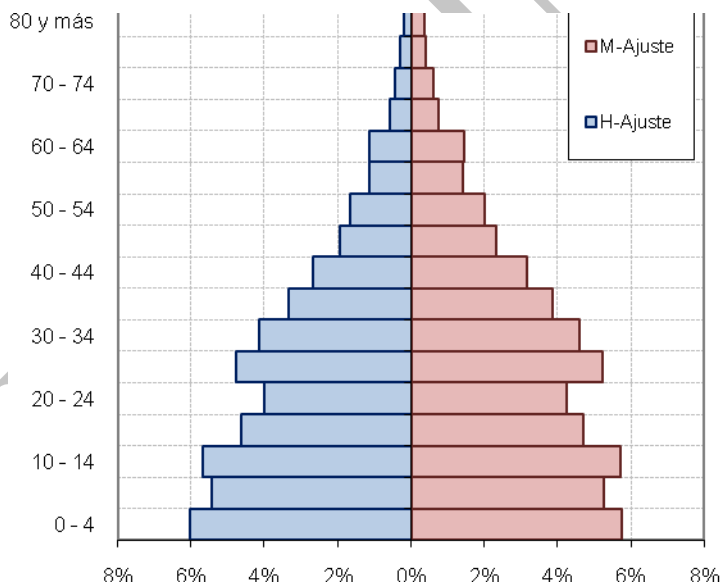
**Grafico 12. San Sebastián de Palmitas 2005 Ajustados**



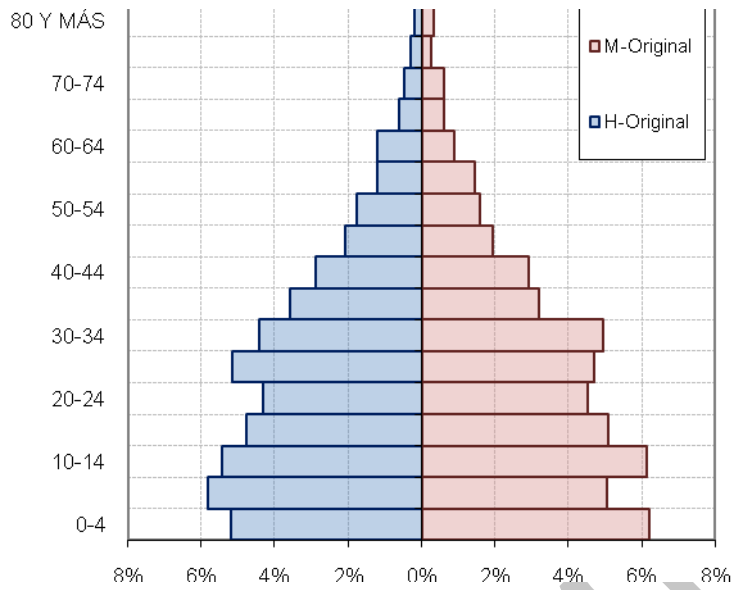
**Grafico 13. San Cristóbal, 2005 Originales**



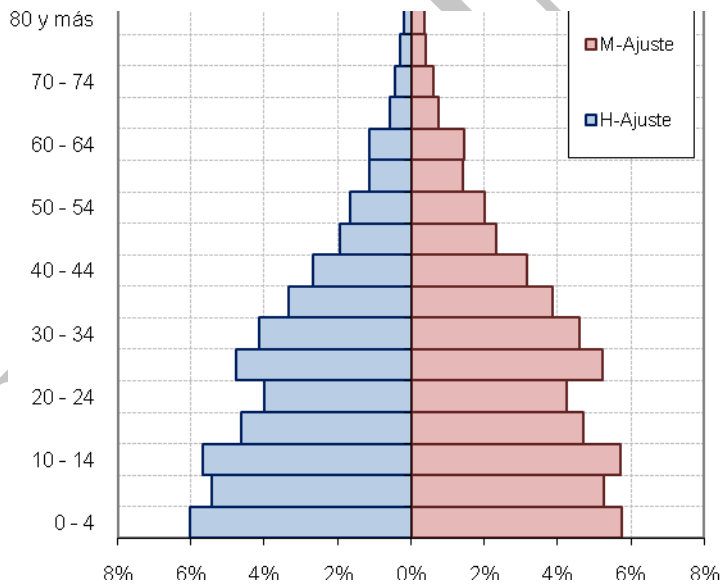
**Grafico 14. San Cristóbal, 2005 Ajustados**



**Grafico 15. AltaVista, 2005 Originales**

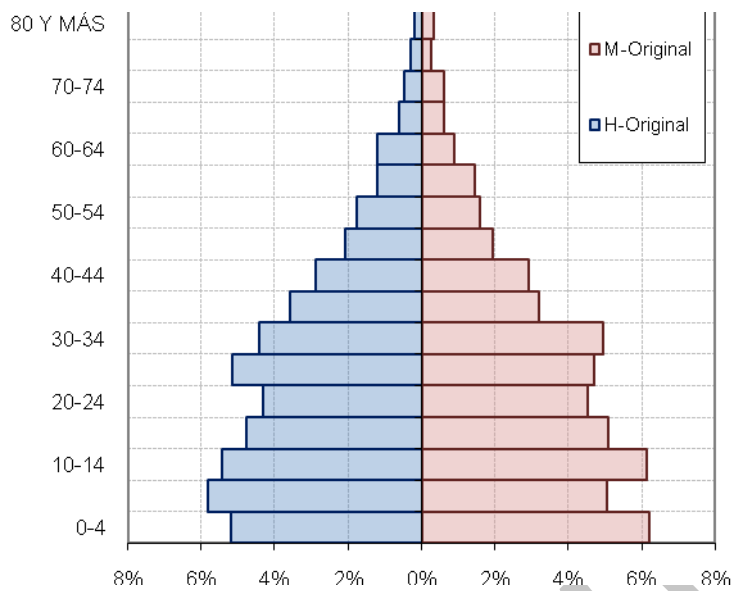


**Grafico 16. AltaVista, 2005 Ajustados**

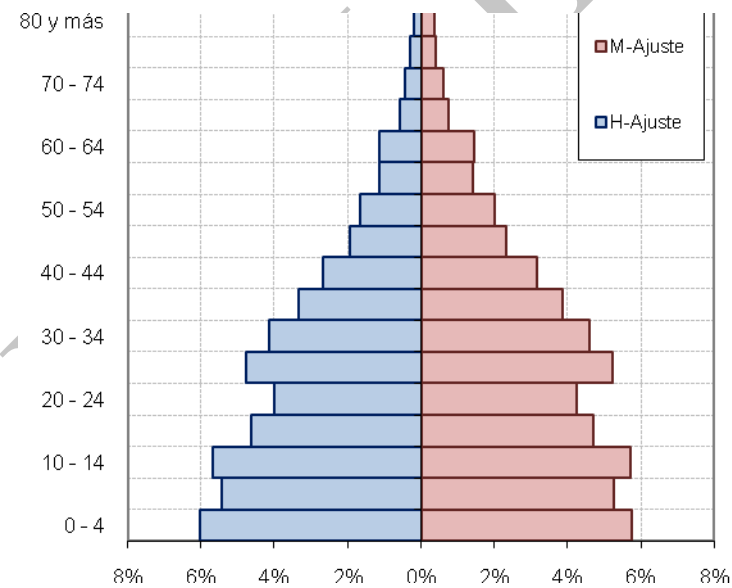




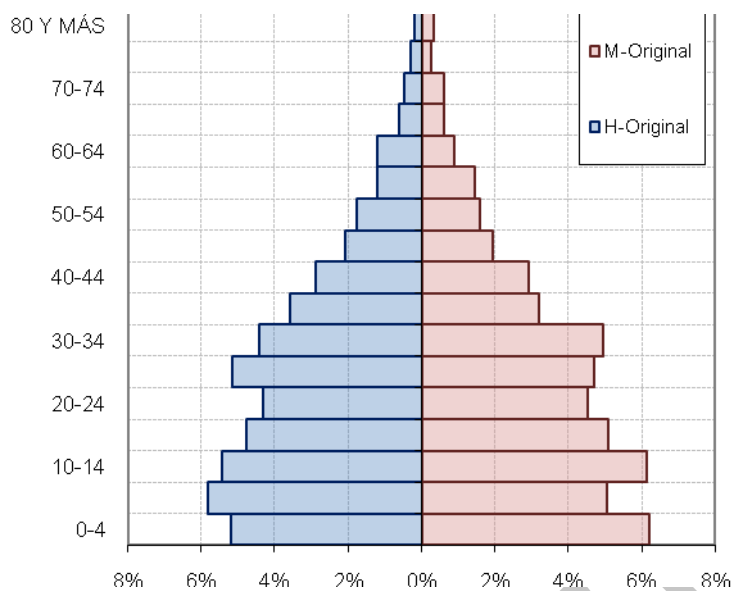
**Grafico 17. San Antonio de Prado, 2005 Originales**



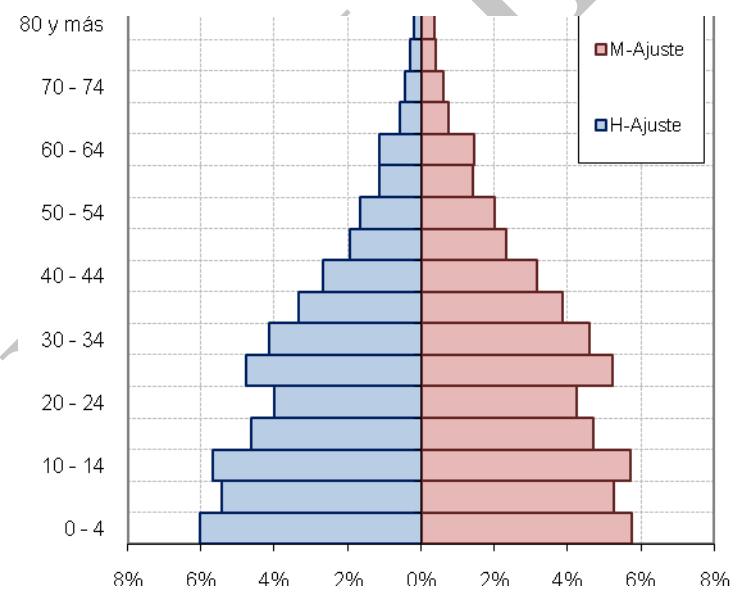
**Grafico 18. San Antonio de Prado, 2005 Ajustados**



**Grafico 19. Santa Elena, 2005 Originales**



**Grafico 20. Santa Elena, 2005 Ajustados**



Para garantizar el cumplimiento de los tres requisitos enunciados en la fase inicial se realizó un proceso de prorateo sobre la composición por edad y sexo de cada uno de los corregimientos.

### 5.5.3.2. Cálculo del incremento medio anual por sexo y edad según corregimiento

Calcular para el periodo intercensal 1993-2005 y para cada corregimiento, el incremento medio anual, según sexo, de la proporción de personas que, en cada grupo de edad, corresponde a su respectivo grupo etéreo y sexo en la zona rural de Medellín.

### 5.5.3.3. Aplicación del incremento medio anual

Aplicar, a la composición por grupos de edad y sexo de cada corregimiento, para cada año de la proyección y a partir del año 2005, el incremento medio anual, establecido en la etapa anterior.

### 5.5.3.4. Algoritmos utilizados para obtener proyección anualizada

Como resultado de la aplicación de las etapas anteriores se obtiene la proyección anualizada por grupos de edad y sexo de la población de cada uno de los corregimientos de Medellín, para los años comprendidos en el periodo 2006-2015.

Algoritmos (Referidos a la población masculina)

- ${}^{93}_5(PH)_x^{Ci} = {}^{93}_5(NH)_x^{Ci} / {}^{93}_5(NH)_x^R$
- ${}^{05}_5(PH)_x^{Ci} = {}^{05}_5(NH)_x^{Ci} / {}^{05}_5(NH)_x^R$
- ${}^H_5\Delta_x^{05/93} = ({}^{05}_5(PH)_x^{Ci} - {}^{93}_5(PH)_x^{Ci}) / 12$
- ${}^Z_5(NH)_x^{Ci} = ({}^{Z-1}_5(NH)_x^R * ({}^{Z-1}_5(PH)_x^{Ci} + ({}^H_5\Delta_x^{05/93} * n))$

Donde:

${}^{93}_5(NH)_x^{Ci}$ : Numero de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) en el corregimiento i, en el año 1993

${}^{05}_5(NH)_x^{Ci}$ : Numero de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) en el corregimiento i, en el año 2005

${}^{93}_5(NH)_x^R$ : Numero de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) en la zona rural, en el año 1993

${}^{05}_5(NH)_x^R$ : Numero de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) en la zona rural, en el año 2005

- ${}^{93}_5(\text{PH})_x^{\text{Ci}}$ : Proporción de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) del corregimiento i, con respecto al número de hombres de las mismas edades en la zona rural, para el año 1993
- ${}^{05}_5(\text{PH})_x^{\text{Ci}}$ : Proporción de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) del corregimiento i, con respecto al número de hombres de las mismas edades en la zona rural, para el año 2005
- $H_{5\Delta x}^{05/93}$ : Incremento medio anual de la participación relativa de cada grupo de edad de hombres con respecto al número de hombres del mismo grupo etáreo de la zona rural en el periodo intercensal.
- ${}^{Z-1}_5(\text{PH})_x^{\text{Ci}}$ : Proporción de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) del corregimiento i, con respecto al número de hombres de las mismas edades en la zona rural, para el año Z – 1 (anterior a la proyección)
- ${}^{Z-1}_5(\text{NH})_x^{\text{R}}$ : Numero de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) en la zona rural, en el año Z – 1 (anterior a la proyección)
- ${}^Z_5(\text{NH})_x^{\text{Ci}}$ : Numero de hombres con edad comprendida entre las edades exactas (x y x+5) en la zona rural, en el año Z (año de la proyección)
- n: Numero de orden del año de la proyección (partiendo de 1 para 2006 hasta 10 para 2015)

Estos mismos algoritmos se aplican para proyectar la población femenina por grupos de edad, de cualquier corregimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Assunção Renato. Método Bayesiano de relação de coortes para projeções de pequenas áreas. Documento consultado en [www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/Com\\_PRJ\\_ST36\\_Assuncao\\_texto.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/Com_PRJ_ST36_Assuncao_texto.pdf), el 23 oct 2007
- DANE. Conciliación Censal 1985 - 2005. Proceso de Conciliación Censal 1985-2005. Bogotá, mayo de 2007
- DANE. Censo 2005. Conciliación Demográfica. Bogotá, 2007
- DANE. Proyecciones nacionales y departamentales de población. 2006-2020. Bogotá 2007.
- Duchesne Louis. Proyecciones de población por sexo y edad para áreas intermedias y menores – Método “Relación de Cohortes”. , en Métodos para proyecciones subnacionales de población. DANE, Bogotá 1989.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. peqAR Versão 2.0. Metodología Modulo Rcoortes.
- Socioeconomic Data and Applications Center SEDAC. Projection Methodology: The cohort-component method. Documento disponible en: [sedac.ciesin.org/tg/guide\\_glue.jsp?rd=pp&ds=5](http://sedac.ciesin.org/tg/guide_glue.jsp?rd=pp&ds=5). Consultada el 29 octubre de 2007