

**BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS POR LA REDUCCIÓN DE PM₁₀
RELACIONADOS CON LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS AGUDAS EN
LA UPZ CARVAJAL DE LA LOCALIDAD DE KENNEDY- BOGOTÁ**

NATALIA STEFANIA BECERRA MONTAÑO

DENNIS GERALDINE RIAÑO BARON

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

BOGOTÁ D.C

2016

**BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS POR LA REDUCCIÓN DE PM₁₀
RELACIONADOS CON LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS AGUDAS EN
LA UPZ CARVAJAL DE LA LOCALIDAD DE KENNEDY- BOGOTÁ**

NATALIA STEFANIA BECERRA MONTAÑO

DENNIS GERALDINE RIAÑO BARÓN

Trabajo de Grado para optar al título de ingeniera Ambiental

Director: Ing. MSc. Juan José Vargas Osorio

Codirector: Ing. MSc. Claudia Fernanda Navarrete

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C**

2016

Nota de aceptación:

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C. 15 Junio de 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por estar siempre presente en nuestras vidas y por acompañarnos durante este proceso académico, por ser guía constante en cada decisión y situaciones vividas. Además por permitirnos estudiar en esta universidad, la cual ha sido promotora de nuestros conocimientos y crecimiento personal. Gracias Universidad Santo Tomás, por abrirnos sus puertas y ayudarnos a ser profesionales en lo que tanto nos apasiona.

Reconocemos de igual manera el trabajo desempeñado por el Ingeniero Juan José Vargas Osorio, por ser nuestro director de tesis y orientarnos por medio de sus conocimientos en el desarrollo del presente proyecto, así mismo agradecemos a la Ingeniera Claudia Fernanda Navarrete por su labor como codirectora.

Yo Dennis Riaño Barón, doy gracias a mis padres, por los valores inculcados, por su dedicación y compañía en esta etapa tan importante de mi vida y por estar presentes en cada momento de dificultad brindándome la ayuda y fuerza necesaria para superar los obstáculos. Además agradezco a mis hermanos por la confianza, el impulso y las palabras de aliento que me ofrecieron durante este camino.

Yo Natalia Becerra Montaña agradezco a mi familia, por ayudarme económicamente para cumplir uno de mis grandes sueños, además de motivarme día a día para lograrlo. También quiero agradecer a José Ángel Rojas, por ser mi apoyo incondicional durante este proceso.

CONTENIDO

1.	RESUMEN.....	10
2.	INTRODUCCIÓN.....	11
3.	OBJETIVOS	13
3.1.	OBJETIVO GENERAL	13
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4.	MARCO DE REFERENCIA	14
4.1.	MARCO CONCEPTUAL	14
4.1.1.	Econometría	14
4.1.2.	Regresión Lineal Múltiple	14
4.1.3.	Sistema de Muestreo Estratificado	15
4.1.4.	Variables Dicotómicas	15
4.1.5.	Método Función de Producción de Salud.....	15
4.1.6.	Morbilidad	18
4.1.7.	Actividades Preventivas	19
4.1.8.	Actividades de Tratamiento.....	19
4.1.9.	Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA´s).	19
4.1.10.	Contaminantes Atmosféricos.....	19
4.1.11.	Fuentes de emisión	20
4.1.12.	Índice de Calidad del Aire (ICA)	21
4.1.13.	Tiempo atmosférico.....	21
4.1.14.	Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ)	21
4.1.15.	Estratificación socioeconómica	22
4.1.16.	Tiempo de exposición	23
4.1.17.	Régimen de Salud	23
4.2.	MARCO INSTITUCIONAL.....	23
4.2.1.	Entidades Relacionadas.....	23
4.3.	MARCO TEÓRICO.....	25
4.4.	MARCO LEGAL	29
4.5.	MARCO CONTEXTUAL.....	31
4.5.1.	Localidad de Kennedy	31
4.5.2.	Zona de estudio- UPZ (45) Carvajal.....	33

4.5.3. Dinámica poblacional.....	36
4.5.4. Problemática ambiental por contaminación atmosférica.....	38
5. METODOLOGÍA	41
6. DESARROLLO METODOLÓGICO	43
6.1. DEFINICIÓN DE CRITERIOS.....	43
6.1.1. Definición de variables.....	43
6.1.2. Definir sistema de muestreo	46
6.2. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN.....	50
6.2.1. Diseño encuestas	50
6.2.2. Aplicación de encuestas.....	52
6.2.3. Concentración de PM ₁₀	52
6.3. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	55
6.3.1. Tabulación de datos	55
6.3.2. Depuración de base de datos.....	55
6.3.3. Ajuste base de datos.....	55
6.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	58
6.4.1. Análisis estadístico	58
6.4.2. Análisis Econométrico.....	75
7. CONCLUSIONES.....	88
8. LIMITACIONES.....	91
9. RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS.....	101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Marco Normativo.	29
Tabla 2. Resumen cálculo del tamaño de muestra por estrato.	49
Tabla 3. Resumen ajuste del tamaño de muestra por estrato.	50
Tabla 4. Productos y servicios por cada actividad preventiva.	51
Tabla 5. Productos y servicios por cada actividad tratamiento.	51
Tabla 6. Media aritmética para cada rango de concentración de PM ₁₀	54
Tabla 7. Valores registrados para variables dicotómicas.	55
Tabla 8. Sexo del encuestado y niño por tipo de institución.	61
Tabla 9. Tiempo de permanencia del niño en la institución.	63
Tabla 10. Número de personas pertenecientes al régimen contributivo por valor de cuota moderadora.	64
Tabla 11. Costos Días Laborales Perdidos por tipo de institución.	65
Tabla 12. Condiciones del lugar de residencia del niño por tipo de institución.	65
Tabla 14. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por compra de vitaminas.	69
Tabla 13. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por aplicación de vacunas... 69	69
Tabla 15. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por compra de suplementos.. 70	70
Tabla 16. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por compra de elementos de protección.	70
Tabla 17. Porcentaje de encuestados, preguntas de costos por compra de alimentos.	70
Tabla 24. Costos por actividad de prevención diferenciados por tipo de institución.....	71
Tabla 18. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por visitas médicas.	72
Tabla 19. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por medicamentos.	72
Tabla 20. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por hospitalizaciones.....	72
Tabla 21. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por terapias.....	73
Tabla 22. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por remedios caseros.....	73
Tabla 23. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por cambios en la dieta.....	73
Tabla 25. Costos por actividad de prevención diferenciados por tipo de institución.....	74
Tabla 26. Resumen resultados de modelos para la Función de Dosis Respuesta.....	76
Tabla 27. Resumen resultados de modelos para la Función de demanda por Actividades Preventivas.....	80
Tabla 28. Resumen resultados de modelos para la Función de demanda por Actividades de Tratamiento.....	83

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localización de la localidad de Kennedy.	31
Mapa 2. Clasificación por UPZ de la localidad de Kennedy.....	32
Mapa 3. Delimitación UPZ (45) Carvajal.	33

Mapa 4. Sectores normativos de la UPZ Carvajal.	35
Mapa 5. Localización de las empresas por UPZ en Kennedy.	36
Mapa 6. Densidad de niños menores de 5 años caracterizados por hectárea localidad de Kennedy. Año 2014.....	38
Mapa 7. Localización de Instituciones Educativas en la UPZ Carvajal.	48
Mapa 8. Comportamiento espacial de emisión de PM ₁₀ por fuentes fijas en la Localidad de Kennedy.	53
Mapa 9. Comportamiento espacial de la emisión de PM ₁₀ por fuentes fijas en la UPZ Carvajal.	54

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Población y densidad poblacional por UPZ.	37
Gráfica 2. Promedios trimestrales, número de excedencias y máximos de PM ₁₀ por estación. Año 2015.	40
Gráfica 3. Porcentaje de personas encuestadas por barrio y tipo de institución.	58
Gráfica 4. Porcentaje de personas encuestadas por estratos socioeconómicos y tipo de institución.	59
Gráfica 5. Nivel de ingresos del hogar por tipo de institución.	60
Gráfica 6. Distribución porcentual de ocupación de los acudientes por tipo de institución.	61
Gráfica 7. Tiempo de residencia del niño en el barrio por tipo de institución.	62
Gráfica 8. Régimen de salud por tipo de institución.	64
Gráfica 9. Porcentaje de Enfermedades Respiratorias Agudas por tipo de institución.....	66
Gráfica 10. Porcentaje de morbilidad por tipo de institución y sexo.....	67
Gráfica 11. Número de casos de ERA's por edad y tipo de institución.....	67
Gráfica 12. Morbilidad promedio según el nivel de contaminación por PM ₁₀ por tipo de institución.....	68
Gráfica 13. Demanda de actividades preventivas por tipo de institución.....	71
Gráfica 14. Demanda de actividades de tratamiento por tipo de institución.....	74

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Filtro rango 2 para actividad preventiva reemplazando por los valores de la media aritmética.	56
Imagen 2. Filtro rango 2 para actividad de tratamiento reemplazando por valores aleatorios	57

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de proceso metodológico.....	101
Anexo 2. Listado de instituciones educativas privadas y públicas localizadas en la UPZ Carvajal.....	102
Anexo 3. Número de niños menores de 5 años, por cada una de las instituciones seleccionadas para el estudio.....	103
Anexo 4. Formato de encuesta aplicada.....	104
Anexo 5. Fotografías de aplicación de encuestas en reuniones de padres de familia. ...	106
Anexo 6. Concentración de PM ₁₀ para cada una de las instituciones seleccionadas.....	107
Anexo 7. Infraestructura de instituciones educativas.....	108

1. RESUMEN

El presente proyecto de grado tuvo como propósito identificar los beneficios económicos y sociales por la mejora en la calidad del aire, por medio del método de Función de Producción de Salud (FPS), teniendo en cuenta las concentraciones de PM_{10} y Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA's) presentes en niños menores de 5 años para el año 2015 en la UPZ Carvajal ubicada en la localidad de Kennedy.

Para dar cumplimiento a lo anterior, se identificaron las variables relacionadas con las ERA's, las cuales correspondieron a las actividades preventivas y de tratamiento que realizaron los acudientes de los niños para evitar, controlar y eliminar estas. También, fue necesario conocer información socioeconómica y de calidad del aire de la zona de estudio, dicha información fue recolectada por medio de encuestas e informes de calidad del aire suministrados por la Secretaria Distrital de Ambiente.

Posteriormente, se realizó un análisis estadístico descriptivo con el fin de conocer el comportamiento de la población frente a las actividades relacionadas con estas enfermedades, identificando que se presentan mayores costos en actividades de prevención que en las de tratamiento, lo cual puede explicar la baja morbilidad que se presentaron los niños para el 2015. Además, se desarrolló un análisis econométrico para estimar las funciones de demanda por actividades preventivas y de tratamiento, por medio de Regresiones Lineales Múltiples a través del programa estadístico IBM SPSS.

Finalmente, se halló la Disponibilidad a Pagar Marginal (DAPmg), para la identificación de los beneficios socioeconómicos. Los resultados obtenidos muestran que la DAPmg por hogar para una mejora en la calidad del aire, en donde se disminuiría la probabilidad de presentar ERA's, corresponde a \$415.208 anuales, valor que representa el beneficio económico que se puede obtener si se reducen las concentraciones de PM_{10} en la UPZ Carvajal y a su vez el beneficio social al disminuir los índices de morbilidad y mejorar la calidad de vida de las personas.

Palabras claves: Función Producción Salud, Enfermedades Respiratorias Agudas, PM_{10} , UPZ Carvajal, actividades preventivas, actividades de tratamiento, Disponibilidad a Pagar Marginal, Regresión Lineal Múltiple.

2. INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá es un problema relevante teniendo en cuenta que la calidad del aire es considerada como un factor importante para la calidad de vida de las personas [1]. La ciudad de Bogotá, según estudios realizados se encuentra dentro de las más contaminadas por Material Particulado menor a 10 microgramos (PM_{10}), contaminante, que se encuentra regulado por la Resolución 610 del 2010, en la que se establecen los límites permisibles diarios y anuales para este, siendo $100 \mu g/m^3$ y $50 \mu g/m^3$ respectivamente. Dicho contaminante es monitoreado constantemente por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB), la cual ha reportado excedencias en los últimos años, donde para el 2002 la concentración fue de $66 \mu g/m^3$, en 2005 fue de $74 \mu g/m^3$, en el año 2008 hubo una concentración de $67 \mu g/m^3$, y para los siguientes años hasta el 2012 se registraron días de excedencias de la norma [2].

Las partículas menores a 10 microgramos quedan suspendidas en la atmósfera por periodos largos de tiempo a una altura que facilita el ingreso a las vías respiratorias de las personas [3], por lo tanto, las afectaciones a ellas son mayores incrementando los índices de morbilidad relacionado con ERA's, generando daños en los órganos como nariz, oídos, garganta, bronquios y los pulmones [4].

Los niños de 0 a 5 años son los más vulnerables, debido a que las vías respiratorias y los alveolos no se han desarrollado en su totalidad, entonces, los mecanismos de defensa no tienen la madurez suficiente para que su organismo tolere el contaminante. Adicionalmente, los niños inhalan el doble de aire que la población adulta [5], lo cual los hace más susceptibles para adquirir este tipo de enfermedades.

En el trabajo de grado titulado *“Análisis de la correlación entre las emisiones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ generadas por fuentes fijas, móviles y fugitivas y el ausentismo escolar de la población infantil en los jardines de la SDIS debido a enfermedades respiratorias dentro de la localidad de Kennedy para el año 2013”* [6], se establece que en la UPZ Carvajal se encuentran las mayores concentraciones de PM_{10} y a su vez se localizan el mayor número de fuentes fijas, por lo cual se definió esta UPZ como el área de estudio.

La UPZ Carvajal, ubicada en la localidad de Kennedy donde habitan la mayor cantidad de niños y niñas entre 0 y 5 años, con un total de 103.950 menores que representan el 14.5% del total de niños de la ciudad [7]. Específicamente en la UPZ los menores a 5 años representan el 6.7% de la población total de la zona,

correspondiente a 5.482 niños según lo proyectado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el año 2015 [8]; por lo tanto, es importante destacar la relevancia del problema de contaminación del aire para el área. Además, esta zona se encuentra clasificada como zona área- fuente de contaminación por PM_{10} [9], lo cual aumenta la significancia del problema.

El presente proyecto considera la importancia de la situación descrita anteriormente al estimar los beneficios socioeconómicos que traería una mejora en la calidad del aire para la población de niños de 0 a 5 años que habitan en la UPZ Carvajal. La metodología que se implementó para el desarrollo de este estudio se basó en el método Función de Producción de Salud, el cual permite relacionar los niveles de contaminación atmosférica con las actividades preventivas y de tratamiento relacionadas con las ERA's. Para la obtención de la información se aplicaron encuestas a los acudientes de los menores en las Instituciones Educativas ubicadas en la zona, en donde se realizaron preguntas relacionadas con los costos acarreados por estas actividades para el año 2015.

El documento contiene una revisión bibliográfica sobre los temas relacionados al estudio, en donde se contextualiza el problema teniendo en cuenta conceptos básicos, algunos estudios realizados frente al tema y legislación aplicable. Además, se muestra la metodología utilizada para el desarrollo del Método FPS con sus respectivos análisis y conclusiones. Finalmente, se exponen las limitaciones y se proponen algunas recomendaciones a partir de la experiencia durante el progreso del presente proyecto.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer los beneficios socioeconómicos al reducir los niveles de contaminación del aire por PM_{10} relacionado con ERA en la UPZ Carvajal de la localidad de Kennedy.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el comportamiento de la calidad del aire por PM_{10} , y su posible asociación con las ERA's en la zona de estudio.
- Determinar las actividades realizadas para la prevención y tratamiento de las ERA's teniendo en cuenta sus costos.
- Conocer el comportamiento de variables socioeconómicas de la población de la zona de estudio, como también las actividades para la prevención y tratamiento de las ERA's.
- Estimar las funciones que conforman el modelo de la metodología Función de Producción de Salud y con esto los beneficios económicos por una mejora en la calidad del aire.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. MARCO CONCEPTUAL

4.1.1. Econometría

Rama de la economía que expresa teorías o leyes económicas en términos matemáticos para verificarlas por procedimientos estadísticos [10].

4.1.1.1. Modelo econométrico

El modelo es la expresión formal, en símbolos matemáticos, del fenómeno económico que se desea estudiar [10].

4.1.2. Regresión Lineal Múltiple

El análisis de regresión lineal Múltiple es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre variables cuantitativas. Es utilizado para explorar y cuantificar la relación entre una variable llamada dependiente o criterio (Y) y una o más variables llamadas independientes o predictoras ($X_1, X_2, \dots, X_p$), así como para desarrollar una ecuación lineal con fines predictivos [11], tal y como se muestra en la siguiente ecuación.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_p X_p$$

4.1.2.1. Coeficientes de Regresión

Los coeficientes β van a indicar el incremento en el peso por el incremento unitario de la correspondiente variable explicativa. Por lo tanto, estos coeficientes van a tener las correspondientes unidades de medida [12].

- Los coeficientes no estandarizados (no tipificados): son los coeficientes de regresión parcial que definen la ecuación de regresión en puntuaciones directas.
- Los coeficientes estandarizados (β) son los coeficientes que definen la ecuación de regresión en puntuaciones típicas, estos ayudan a valorar la importancia relativa de cada variable independiente dentro de la ecuación.

4.1.2.2. Calidad del ajuste del modelo

Una vez encontrado el modelo de regresión lineal múltiple a partir de los datos de una muestra, es necesario llevar a cabo una comprobación de la idoneidad del

modelo obtenido. Algunos de los criterios utilizados para la revisión de estos corresponden a [13]:

- Coeficiente de determinación (R^2): Medida estandarizada que toma valores entre 0 y 1, representa el grado de ganancia que se puede obtener al predecir una variable basándonos en el conocimiento que tenemos de una variable. Se interpreta como el porcentaje de ajuste de los datos al modelo.
- Significancia estadística: sirve para contrastar la hipótesis nula de que un coeficiente de regresión vale cero en la población. Niveles críticos (sig) muy pequeños (menores que 0.05) indican que se rechaza la hipótesis nula, es decir el modelo contribuye con información para explicar la variable dependiente. Por otra parte, si los valores son mayores a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula y por tanto el modelo no explica de forma significativa la variable dependiente.

4.1.3. Sistema de Muestreo Estratificado

Este tipo de muestreo permite agrupar los elementos que conforman una muestra en diferentes estratos, estos se conforman por elementos que tienen puntuación homogénea en la variable en estudio. Los elementos que componen un estrato son similares dentro de los estratos y los estratos son agrupaciones distintas entre sí [14].

4.1.4. Variables Dicotómicas

Son variables dependientes cualitativas, en donde pueden tomar valores de 0 para ausencia y 1 presencia [14].

4.1.5. Método Función de Producción de Salud

Para realizar la estimación del beneficio económico por la mejora en la calidad del aire en el área de estudio se utiliza el método de Función Producción Salud (FPS), este es un método indirecto que permite estimar los cambios en el bienestar ocasionados por las enfermedades que a su vez son provocadas por los niveles de contaminación [15].

Este método de valoración parte de la afirmación de que los hogares producen un bien llamado “estatus de salud”, en donde para producirlo se utilizan bienes de mercado como insumos, por ejemplo filtros purificadores, medicinas, visitas al médico, gastos en bienes y comportamientos de tipo defensivo y preventivo, entre otros [15]. Este considera un mayor poder de decisión por parte de los individuos respecto a otros métodos, ya que tiene en cuenta el control que poseen sobre su

salud, pues solo ellos deciden la cantidad de actividades realizadas para disminuir la probabilidad de enfermarse [16].

El resultado del desarrollo de este método es una estimación de la disponibilidad a pagar por una reducción marginal en la contaminación, permitiendo valorar económicamente los cambios ambientales que afectan la salud de las personas. A continuación se explicarán los objetivos, supuestos y desarrollo de la metodología, basados en el fundamento teórico expuesto por Eduardo Uribe y Fernando Carriazo en el libro “Introducción a la Valoración Ambiental y estudios de caso” [15].

4.1.5.1. Objetivos de la metodología

- Evaluar los beneficios económicos de proyectos o políticas de mejoramiento ambiental que tienen influencia sobre el estatus de salud de las personas.
- Medir, a partir de la DAP (Disponibilidad A Pagar) de los ciudadanos, los beneficios sociales asociados a la reducción de la probabilidad de enfermarse debido a mejoras en la calidad ambiental.

4.1.5.2. Supuestos de la metodología

El método supone que para producir salud existe una sustitución entre insumos, es decir, para producir un estado de buena salud una persona o familia puede escoger de entre varias opciones y sustituir unas por otras con el fin de evitar enfermarse. Cada una de las opciones que elija acarrea un costo, los cuales sirven para hacer una aproximación a la estimación del bienestar económico perdido por efecto de la contaminación ambiental. La metodología está basada en tres supuestos fundamentales:

- Los individuos perciben los problemas de contaminación ambiental y en respuesta a ellos modifican su comportamiento, tratando de prevenir o de mitigar los efectos negativos que estos problemas puedan causar a la salud.
- Los individuos escogen un nivel óptimo de insumos -bienes de mercado y calidad ambiental- para minimizar los costos relacionados con determinado nivel de salud.
- Los gastos en actividades de prevención, los gastos de tratamiento de enfermedades, el tiempo que se permanece enfermo, son una buena aproximación a las pérdidas en bienestar que resultan del empeoramiento de la calidad ambiental.

4.1.5.3. Modelo de la Función de Producción de Salud

El estatus de salud depende de las actividades de tratamiento, de las defensivas y del nivel de contaminación a que se encuentra expuesto el individuo.

$$S = s(D, T, q) \quad (1)$$

Donde,

S: estatus de salud (Ej. Días que permanece enfermo, tasa de morbilidad).
D: actividades defensivas (preventivas) del individuo (Ej. Unidades de complementos vitamínicos que consume, cantidad de litros de agua que consume).

T: actividades de tratamiento del individuo (Ej. Número de visitas al médico, medicamentos consumidos).

q: nivel de contaminación al que se encuentra expuesto (Ej. Concentración de metales pesados en el agua, concentración de PM_{10}).

De la ecuación (1) se concluye que un incremento en las actividades preventivas (D) y en las de tratamiento, disminuye el número de días que el individuo permanece enfermo; por otro lado, se espera que al incrementar los niveles de contaminación, aumente el número de días de enfermedad.

La determinación de la DAP por una reducción marginal en la contaminación se hace por medio de la estimación de tres funciones:

1. Una función dosis-respuesta: relaciona la tasa de morbilidad (S) con variables explicativas como las actividades preventivas (D), las actividades de tratamiento y el nivel de contaminación (q).

$$S = s(D, T, q)$$

2. Una función de demanda por actividades preventivas (D): relaciona las actividades preventivas -medicinas, visitas al médico, etc.- con el precio de esas actividades (PD), con el precio de las actividades de tratamiento (PT), con el salario (PW), el ingreso exógeno (Y) y el nivel de contaminación (q).

$$D = d(PD, PT, PW, Y, q)$$

3. Una función de demanda por actividades de tratamiento (T): relaciona las actividades de tratamiento (T) con el precio de esas actividades (PT), con el precio de las actividades preventivas (PD), con el salario (PW), con el ingreso exógeno (Y) y con el nivel de contaminación (q).

$$T = t(PT, PD, PW, Y, q)$$

A partir de las tres ecuaciones, se obtendrán tres coeficientes los cuales dan las bases teóricas para el análisis econométrico que permite estimar el estatus de salud en función de las variables independientes, estos se obtienen de la siguiente manera:

- **Función dosis –respuesta**

$$S = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 T + \beta_3 q$$

β_3 : permite conocer el efecto de un cambio en la calidad ambiental sobre el estatus de salud. Se espera que el signo sea positivo, que a mayor contaminación, mayor morbilidad.

- **La Función de demanda por actividades defensivas (D):**

$$D = \alpha_0 + \alpha_1 PD + \alpha_2 PT + \alpha_3 PW + \alpha_4 Y + \alpha_5 q$$

α_5 : es el efecto de un cambio en la calidad ambiental (q) sobre las actividades defensivas (D). Se espera que el signo sea positivo, a mayor contaminación, mayor demanda por actividades defensivas.

- **Función de demanda por actividades de tratamiento (T):**

$$T = \delta_0 + \delta_1 PT + \delta_2 PD + \delta_3 PW + \delta_4 Y + \delta_5 q$$

δ_5 : permite conocer el efecto marginal de la contaminación sobre las actividades de tratamiento. Se espera que el signo sea positivo, a mayor contaminación, mayor demanda por actividades de tratamiento.

Con las tres funciones estimadas se calcula la DAPmg, (disponibilidad a pagar marginal) por el mejoramiento de las condiciones ambientales asociadas al estatus de salud. Para ello, con los coeficientes hallados anteriormente (β_3 , α_5 , δ_5) se multiplican por los valores promedio de las variables a los cuales están asociados. De esta manera la disponibilidad pagar por una reducción marginal de la contaminación está dada por:

$$DAPmg = \beta_3 PW + \alpha_5 PD + \delta_5 PT$$

Para obtener la medida agregada del bienestar se multiplica la DAPmg por el número de familias expuestas al problema de contaminación.

4.1.6. Morbilidad

Fenómeno resultante de la frecuencia del evento enfermedad en una población, lugar y tiempo determinados [17].

4.1.7. Actividades Preventivas

En este documento se habla sobre este concepto para referirse al conjunto de acciones o medidas adoptadas por los acudientes de los menores, que evitan o disminuyen la probabilidad de contraer alguna de las ERA's, proporcionando una mejor calidad de vida para quienes la apliquen. Estas medidas no solo previenen la aparición de la enfermedad sino también atenúa las consecuencias una vez establecidas [18].

4.1.8. Actividades de Tratamiento

Hace referencia al conjunto de acciones dirigidas para controlar y eliminar la presencia de ERA's.

4.1.9. Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA's).

Las ERA's son el conjunto de enfermedades que afectan el sistema respiratorio y se constituyen en la causa más frecuente de morbilidad y mortalidad en niños y niñas menores de 5 años en todo el mundo, estas enfermedades están relacionadas con los órganos del aparato respiratorio como la nariz, oídos, garganta, bronquios y pulmón. Aunque, no son tan graves es necesario proporcionar los cuidados adecuados para evitar que se compliquen. A continuación se muestran las enfermedades más comunes que se encuentran en esta clasificación [4]:

- Gripe
- Amigdalitis
- Bronquitis
- Faringitis
- Resfriado común
- Sinusitis
- Asma
- Neumonía

4.1.10. Contaminantes Atmosféricos

4.1.10.1. Material Particulado

El material particulado son las partículas sólidas o líquidas que se encuentran en el aire, pueden ser de diferentes tamaños, algunas son grandes percibidas como hollín o humo, otras son tan pequeñas que no son detectadas a simple vista. Este contaminante se origina por las fuentes móviles y fijas, puede formarse en la

atmósfera cuando los contaminantes como el SO₂ reaccionan formando partículas más finas [19].

Estos contaminantes se dividen en dos grupos principales PM_{2.5} y PM₁₀, el primero son las partículas menores a 2.5 micrómetros y el segundo incluye partículas con un diámetro de 10 micrómetros o menos, representan un riesgo en la salud de las personas, generando enfermedades respiratorias debido a que al ingresar en el organismo pueden viajar profundamente en los pulmones y por estar compuestos de elementos más tóxicos, además sirven como vehículo para bacterias y virus [20].

4.1.11. Fuentes de emisión

La fuente de emisión es toda actividad, proceso y operación susceptibles a emitir contaminantes al aire. Se puede clasificar dependiendo de su origen, ya sea producidas por la naturaleza o causadas por actividades que realiza el hombre [21].

4.1.11.1. Fuentes Naturales

Las emisiones son originadas por actividades naturales que provienen fundamentalmente de los volcanes, incendios forestales y descomposición de la materia orgánica en el suelo y en los océanos.

4.1.11.2. Fuentes Artificiales

Son aquellas actividades realizadas por el hombre en donde se emiten contaminantes al aire, pueden ser fijas o móviles.

4.1.11.3. Fuentes Móviles

Es la fuente de emisión que, por razón de uso o propósito, es susceptible a desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza [21].

4.1.11.4. Fuentes Fijas

Las fuentes fijas son aquellas situadas en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa [21].

4.1.11.5. Fuentes intradomiciliarias

Son aquellas actividades que generan emisiones de sustancias y/o compuestos al interior de casas, colegios u oficinas, se producen generalmente por la calefacción, el abuso del cigarrillo en ambientes sin ventilación y uso de productos y combustibles domésticos que presentan emisiones atmosféricas (leña, carbón, gas) [22].

4.1.12. Índice de Calidad del Aire (ICA)

El ICA corresponde a un valor adimensional que oscila entre 0 y 500 y que representa qué tan limpio o contaminado está el aire ambiente y los potenciales efectos perjudiciales en la salud pública. Este índice ofrece información sobre la calidad del aire a la población que sea fácil de entender y que exponga las posibles complicaciones en la salud que pueden llegar a presentarse cuando los contaminantes alcanzan niveles no saludables [23].

4.1.13. Tiempo atmosférico

El concepto de tiempo atmosférico se utiliza para designar a la variedad de fenómenos que suceden en la atmósfera, haciendo referencia a la actividad de los fenómenos durante un período que puede ir de uno a varios días [24].

4.1.14. Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ)

Las unidades de planeamiento zonal, hacen referencia a los territorios conformados por un conjunto de barrios que mantienen una unidad funcional y que se ubican en las zonas de suelo de expansión y suelo urbano [25], tienen como objetivo, definir y procesar el planeamiento de este último en respuesta a la dinámica productiva de la ciudad y a su inserción en el contexto regional, involucrando a los actores sociales en la definición de los aspectos de ordenamiento y control normativo a escala zonal [26].

De acuerdo al documento técnico soporte del Decreto 619 del 2000 por el cual se adoptó el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) para la ciudad de Bogotá, las UPZ, según sus características predominantes, se clasifican en ocho grupos representados así [27]:

- **Unidades tipo 1, residencial de urbanización incompleta:** corresponde a sectores periféricos no consolidados, en estratos 1 y 2, de uso residencial predominante con deficiencias en su infraestructura, accesibilidad, equipamientos y espacio público.

- **Unidades tipo 2, residencial consolidado:** sectores consolidados de estratos medios de uso predominantemente residencial, donde se presenta actualmente un cambio de usos y un aumento no planificado en la ocupación territorial.
- **Unidades tipo 3, residencial cualificado:** son sectores consolidados de estratos medios y altos con uso básicamente residencial, que cuentan con infraestructura de espacio público, equipamientos colectivos y condiciones de hábitat y ambiente adecuadas.
- **Unidades tipo 4, desarrollo:** son sectores poco desarrollados, con grandes predios desocupados.
- **Unidades tipo 5, con centralidad urbana:** sectores consolidados que cuentan con centros urbanos y donde el uso residencial dominante ha sido desplazado por usos que fomentan la actividad económica.
- **Unidades tipo 6, comerciales:** son sectores del centro metropolitano donde el uso está destinado a las actividades económicas terciarias de intercambio de bienes y servicios (locales y oficinas).
- **Unidades tipo 7, predominantemente industrial:** son sectores donde la actividad principal es la industria, aunque hay comercio y lugares productores de dotación urbana.
- **Unidades tipo 8, de predominio dotacional:** son grandes áreas destinadas a la producción de equipamientos urbanos y metropolitanos que, por su magnitud dentro de la estructura urbana, se deben manejar bajo condiciones especiales.

4.1.15. Estratificación socioeconómica

La estratificación socioeconómica es una herramienta de focalización del gasto que se utiliza para clasificar los inmuebles residenciales, de acuerdo con las metodologías diseñadas por el Departamento Nacional de Estadística (DANE). La ley 142 de 1994 establece seis estratos socioeconómicos, el estrato más bajo es 1 y el más alto es 6. La estratificación vigente para Bogotá D.C. se adoptó mediante los decretos 544 de 2009 (zona urbana) y 304 de 2008 (fincas y viviendas dispersas rurales) [28].

- Bajo- Bajo: Estrato 1.
- Bajo: Estrato 2.
- Medio- Bajo: Estrato 3.
- Medio: Estrato 4.
- Medio-Alto: Estrato 5.
- Alto: Estrato 6.

4.1.16. Tiempo de exposición

Contacto en el tiempo y el espacio entre una persona y uno o más agentes biológicos químicos o físicos [29].

4.1.17. Régimen de Salud

- Contributivo: Al régimen contributivo, se deben afiliar las personas que tienen una vinculación laboral, es decir, con capacidad de pago como los trabajadores formales e independientes, los pensionados y sus familias [30].
 - Cuota moderadora: Es un aporte en dinero que debe ser pagado por todos los afiliados (cotizantes y beneficiarios) por la prestación de los servicios de salud [31].
- Subsidiado: El régimen subsidiado, es el mecanismo mediante el cual la población más pobre del país, sin capacidad de pago, tiene acceso a los servicios de salud a través de un subsidio que ofrece el Estado [32].
- Especial: El régimen especial, es el mecanismo mediante el cual los directores del sector público o de empresas sociales del estado tienen acceso a los servicios de salud [33].

4.2. MARCO INSTITUCIONAL

4.2.1. Entidades Relacionadas

4.2.1.1. Ministerio de Salud y Protección Social

Este ministerio es el encargado de dirigir el Sistema de Salud y Protección Social en Salud, por medio de políticas de promoción de la salud, la prevención y el tratamiento de la enfermedad; además, coordina, dirige, ejecuta y evalúa el desarrollo de políticas públicas frente a determinantes en salud y le corresponde

definir lineamientos en relación con el Sistema Integral de Información de la Protección Social (SISPRO) [34].

4.2.1.2. Sistema Integral de Información de la Protección Social (SISPRO)

Corresponde a una herramienta que utiliza el Ministerio de Salud y Protección Social a partir de la cual los diferentes actores del sistema de salud, como lo es el Gobierno Nacional, Entidades Territoriales, EPS, IPS, centros de investigación, entes de control y el público en general, pueden acceder a información epidemiológica, estadística y a diferentes herramientas que facilitan la toma de decisiones. Está basada en 4 componentes relacionados con salud, pensiones, riesgos laborales y promoción social. En el SISPRO se consolida información proveniente del Registro Único de Afiliados (RUAF), del Registro Individual de Prestación de Servicios de Salud (RIPS) entre otros [34].

A través de los RIPS, se obtiene información referente a la identificación del prestador del servicio de salud, del usuario que lo recibe, del servicio como tal y el motivo que origino su prestación, es decir, el diagnóstico y la causa externa [35].

4.2.1.3. Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA)

Colombia cuenta con varios SVCA a lo largo de su territorio, los cuales conforman la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Aire [36], para el caso de la ciudad de Bogotá, la red con la que cuenta realiza monitoreo a diario. Esta registra información sobre la concentración de contaminantes de origen natural como antropogénico y el comportamiento de variables meteorológicas como velocidad y dirección del viento, precipitación, temperatura, radiación solar, humedad relativa y presión barométrica.

La Red de Monitoreo de Calidad del Aire (RMCA) la conforman un total de 13 estaciones fijas (Guaymaral, Suba, Bolivia, Usaqué, Las Ferias, Fontibón, parque Simón Bolívar, Puente Aranda, Kennedy, Carvajal, San Cristóbal, Tunal y Sagrado Corazón) y una estación móvil, las cuales se encuentran distribuidas por toda la ciudad, están dotadas de equipos de última tecnología que permiten realizar el monitoreo de las concentraciones de PST, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, CO y O₃. Los datos recolectados son recibidos en una estación central en donde son sometidos a una validación y análisis con la finalidad de evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire en la ciudad establecidos en la resolución 610 de 2010 [37].

4.3. MARCO TEÓRICO

En los últimos años se han realizado diferentes estudios acerca del impacto que generan los contaminantes atmosféricos en las vías respiratorias de las personas. A nivel nacional e internacional se ha estudiado la relación entre el material particulado y las enfermedades respiratorias, en donde se demuestra una fuerte asociación. Debido a esto, se han realizado valoraciones económicas para determinar el efecto de una baja calidad ambiental sobre el bienestar de las poblaciones.

A continuación se describen algunos de los estudios realizados a nivel internacional, los cuales relacionan el PM_{10} , ERA's y metodologías de valoración económica.

En México, se realizó un análisis de la relación del PM_{10} con las enfermedades respiratorias en Mexicali, la cual es una de las ciudades más contaminadas del país por este material. Para el estudio, se aplicó una regresión de Poisson para cada patología, en donde se obtuvieron tres modelos correspondientes al asma, neumonía y para Infecciones Respiratorias Agudas (IRA). Se observó que la neumonía presenta nula sensibilidad al PM_{10} , en cambio el asma presenta mayor sensibilidad a este que las IRA [3].

En Chile, se realizó el estudio titulado *“Air pollution and health effects: a study of medical visits among children in Santiago”* en donde se estimaron funciones dosis respuesta para medir los efectos de la contaminación ambiental sobre las enfermedades respiratorias en niños menores de 15 años. Los resultados que se obtuvieron muestran una fuerte asociación entre la contaminación del aire medida por PM_{10} y visitas a centros médicos por presencia de enfermedades respiratorias [38].

Para esta misma ciudad, se desarrolló un estudio titulado “Los efectos en salud de la contaminación atmosférica por PM_{10} en Santiago”, donde se estimaron los impactos en salud que se pueden asociar a un programa que reduce las concentraciones de PM_{10} de forma lineal alcanzando la norma de calidad ambiental en 20 años; para estimar los efectos generados por la reducción de las concentraciones en la salud de las personas, se utilizaron funciones dosis-respuesta, evaluando los efectos físicos sobre la mortalidad y la morbilidad de la población expuesta. En el estudio se encontró que la evolución de los casos evitados con el cronograma de descontaminación, es creciente en el tiempo [39].

En Perú, la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) realizó la valoración económica del efecto en la salud por un cambio en la calidad del agua de consumo humano, mediante la estimación de Disponibilidad a pagar (DAP) de los

hogares de las zonas urbano marginales de Lima Metropolitana y el Callao, donde prevalece una alta tasa de enfermedades diarreicas por consumo de agua de mala calidad, asociada a la falta de servicios adecuados de agua y saneamiento y a un alto costo del abastecimiento de agua por camiones cisterna. Para ello se utilizó la metodología de estimación de beneficios no marginales por la mejora de la calidad ambiental, mediante la modelización de una Función de Producción de Salud. Los resultados obtenidos muestran que la disponibilidad a pagar (DAP) de los hogares para evitar enfermarse es de 16,40 nuevos soles mensuales, que hacen un valor económico total agregado de S/. 12.665.623,67 nuevos soles. Este valor representa, según Bartik, el beneficio económico (ahorro) que podría producirse por un mejoramiento de la calidad ambiental personal, en este caso el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano [40].

De igual forma, a nivel nacional se han desarrollado estudios relacionados con estos temas. A continuación se realiza una breve descripción de algunos.

En la ciudad de Medellín, se desarrolló un estudio para presentar evidencia estadística de la relación positiva entre contaminación por material particulado ($PM_{2,5}$ y PM_{10}) y las consultas externas y por urgencia debidas a enfermedades respiratorias (asma, infecciones, bronquitis, rinitis). Se utilizaron modelos de series de tiempo sobre registros diarios de medición para ambos contaminantes en el periodo de marzo del 2008 a diciembre del 2009, donde se obtuvo a partir de los modelos estimados por grupo de enfermedades y total de enfermedades una correlación positiva entre contaminación por material particulado y consultas por enfermedades respiratorias [41].

En Santa Marta, Ceballos y Álvarez desarrollaron un estudio transversal para describir la asociación entre el material particulado (PM_{10}), las variables climatológicas y sus efectos en las enfermedades respiratorias en niños menores de 14 años durante los años 2008 y 2009. Se observó una asociación débil pero significativa en ambos años en relación con el diagnóstico de enfermedades respiratorias de las vías altas y el invierno. Específicamente en el año 2008, se observó asociación con significancia estadística ($p < 0,05$) de presentar cualquiera de los síntomas respiratorios agudos y crónicos y su relación con tener menos de 9 años; pero para el año 2009 esta asociación epidemiológica fue menor [42].

En el municipio de Tesalia- Huila, se desarrolló una estimación de los efectos cuantitativos y cualitativos a la salud causados por la contaminación hídrica. En el estudio se identificaron las variables que inciden en la morbilidad por enfermedades de origen hídrico y con base en la metodología de Costos de Tratamiento se estimaron los costos tanto directos como indirectos generados a las personas con el tratamiento de este tipo de enfermedades. Finalmente se

estimó el valor de los gastos que el sector salud se evitaría al reducir las enfermedades relacionadas con calidad del agua, concluyendo que invirtiendo en programas para aumentar la cobertura del acueducto y alcantarillado en poblaciones vulnerables y reasignando inversiones el sector ahorraría costos aproximadamente del 13% de su inversión [43].

En la ciudad de Bogotá, se desarrolló un estudio en donde estimaron los costos de ERA a partir de la disponibilidad a pagar (DAP) por reducir un día esta enfermedad, a través del método de Valoración Contingente basados en una encuesta realizada a 1200 personas residentes en Bogotá. Para ello se tuvo en cuenta los síntomas, la severidad y la duración de la ERA, y costos como: visitas al doctor, gastos médicos, ingresos no recibidos, pérdida de tiempo e inutilidad. Para calcular la voluntad de pago se tomó los síntomas y la severidad, dejando la duración de forma aleatoria. La Valoración Contingente para la ERA, estimó que la demanda por días saludables condicionada a episodios de dos a cinco días, crece con el ingreso y la severidad de la enfermedad, en tanto, decrece con el precio. [44].

Para esa misma ciudad, en el 2012 Edison Ortiz y Néstor Rojas estimaron los beneficios en salud asociados a la reducción de la concentración promedio anual de material particulado PM_{10} , entre el 2010 y el 2020 a $50 \mu g/m^3$ por Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ). Para ello, se determinaron los casos de morbilidad y mortalidad atribuibles a la contaminación por PM_{10} y se estimó su valoración económica año por año, consolidando los resultados por localidad y por UPZ. Se utilizaron funciones de concentración-respuesta para determinar los casos atribuibles en mortalidad y hospitalizaciones por causas respiratorias y cardiovasculares.

Los resultados obtenidos establecen que para menores de 5 años, podrían evitarse 12.000 hospitalizaciones por causas respiratorias, 3.800 atenciones en salas de urgencias, 34.000 visitas a salas ERA y 2.500 visitas a las unidades de cuidados intensivos. Finalmente, concluyeron que se obtendrían beneficios económicos alrededor de 180 mil millones de pesos en los costos de enfermedad y un beneficio económico de más de 21 billones de pesos en mortalidad, entre el 2010 y 2020 para Bogotá [45].

En el año 2013, se publicó un estudio en donde se estableció la relación entre contaminación del aire extra e intramuros por las emisiones de PM_{10} , con síntomas respiratorios en niños menores de 5 años en tres localidades de la ciudad de Bogotá (Puente Aranda, Kennedy y Fontibón). Se utilizaron métodos de estudio de cohortes para establecer la relación de PM_{10} extramuros, tomando una muestra de 315 individuos (niños- niñas) en jardines de mayor exposición a PM_{10} y 304 en una

zona de menor exposición. Del estudio se concluyó que se observa mayor cantidad de síntomas: tos, expectoración, silbidos, ojos rojos, fiebre, ahogo y ausentismo escolar por enfermedad respiratoria en el grupo de niños que viven en la zona donde se presenta mayor concentración de PM_{10} . Además, se establece que un niño menor de 5 años expuesto a PM_{10} tiene 1,70 veces más riesgo de presentar ausentismo escolar por enfermedad respiratoria aguda y que una disminución de este reduciría en un 41,1% el ausentismo escolar [46].

También en Bogotá, se desarrolló un estudio en donde se implementa la metodología de Función Producción de Salud para estimar de los beneficios económicos por reducir la contaminación de SO_2 estimando la disponibilidad a pagar de los hogares bogotanos por una reducción de la contaminación para el periodo comprendido entre agosto de 1997 y octubre de 1998 [15].

4.4. MARCO LEGAL

Tabla 1. Marco Normativo.

NORMA	EMITIDO POR	DESCRIPCIÓN
Decreto 948 de 1995	Ministerio del Medio Ambiente	Se decreta el reglamento de protección y control de la calidad del aire. Establece las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire, generada por fuentes contaminantes fijas y móviles [47].
Resolución 160 de 1996	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por las fuentes móviles con motor a gasolina y diesel [48].
Resolución 3374 de 2000	Ministerio de Salud	Reglamentan los datos básicos que deben reportar los prestadores de servicios de salud y las entidades administradoras de planes de beneficios sobre los servicios de salud prestados [49].
Decreto Distrital 619 de 2000	Alcaldía Mayor de Bogotá	Se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital [50].
Resolución 556 de 2003	Departamento Administrativo de Medio Ambiente	Expide normas para el control de las emisiones en fuentes móviles [51].
Resolución 909 de 2008	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones. Define las normas y los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para fuentes fijas y los contaminantes a monitorear por actividad industrial [52].
Resolución 910 de 2008	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones [53]. Establece los límites máximos de emisión permisibles para fuentes móviles.

NORMA	EMITIDO POR	DESCRIPCIÓN
Resolución 610 de 2010	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Modifica la resolución 601 de 2006. Establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia. Establece los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio. En este se indica que para PM_{10} corresponde a $50 \mu g/m^3$ en un tiempo de exposición anual y de $100 \mu g/m^3$ para un tiempo de exposición de 24 horas [54].
Decreto 623 de 2011	Alcaldía Mayor de Bogotá	Clasifica las áreas fuente de contaminación ambiental clase I, II y III de Bogotá D.C y se dictan otras disposiciones. En el artículo 3 se Clasifica la localidad de Kennedy como área fuente de contaminación alta, clase I por material particulado menor o igual a 10 micras (PM_{10}) [55].
Resolución 6982 de 2011	Secretario Distrital de Ambiente	Dicta normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire [56].
Resolución 1304 de 2012	Secretaría Distrital de Ambiente	Establece los niveles máximos de emisión y los requisitos ambientales a los que están sujetas las fuentes móviles del sector de servicio público de transporte terrestre de pasajeros en los sistemas colectivo, masivo e integrado que circulen en el Distrito Capital [57].

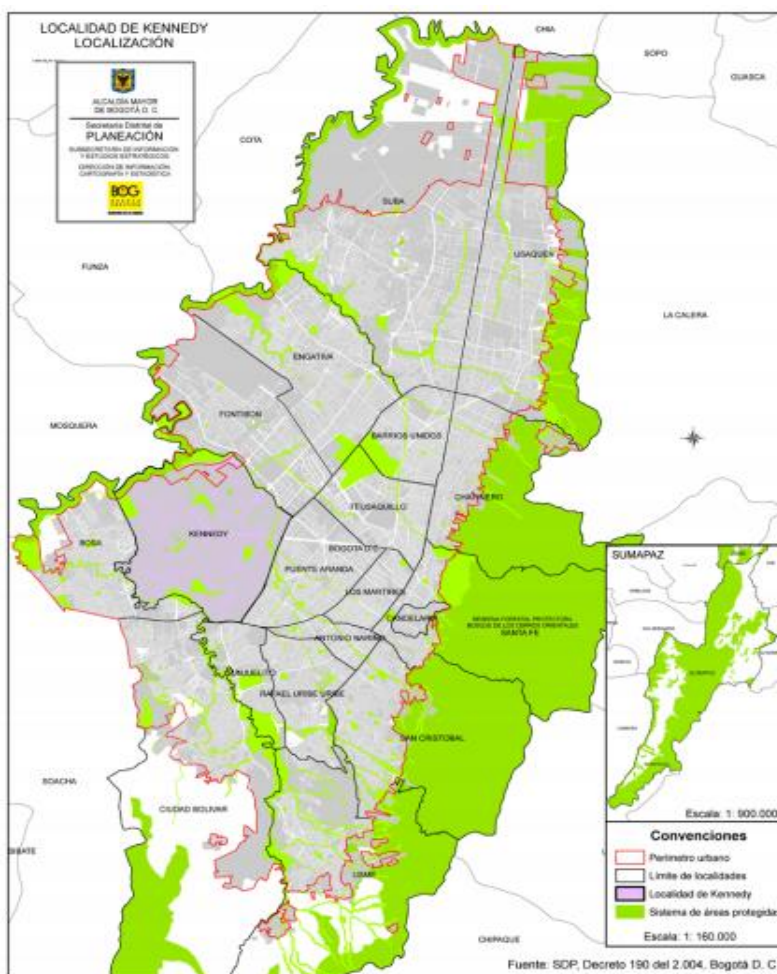
Fuente. Autoras.

4.5. MARCO CONTEXTUAL

4.5.1. Localidad de Kennedy

Kennedy, es la localidad número 8 de la ciudad de Bogotá y se encuentra ubicada en el sector suroccidental de esta, limita al norte con la localidad de Fontibón; al oriente, con el municipio de Mosquera; al occidente, con la localidad de Puente Aranda y al sur con las localidades de Bosa y Tunjuelito. Presenta una extensión total de 3.859 Hectáreas, de las cuales 389 se encuentran clasificadas como suelo protegido [27]. En el mapa 1, se muestra la ubicación de la localidad de Kennedy dentro de la ciudad de Bogotá D.C.

Mapa 1. Localización de la localidad de Kennedy.



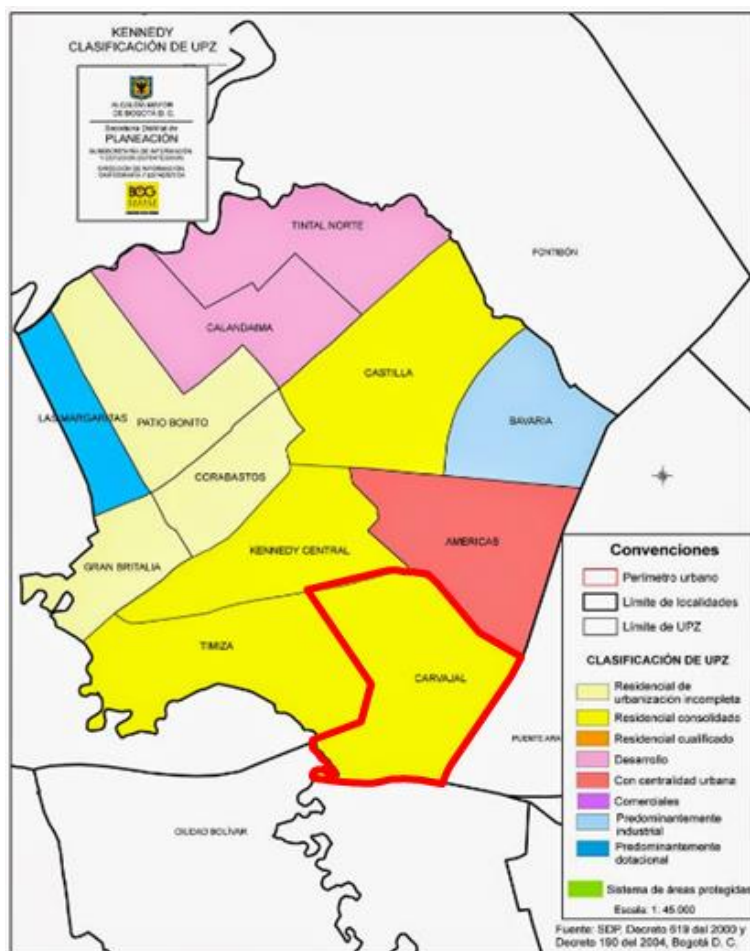
Fuente. [27].

La localidad de Kennedy está conformada por 12 UPZ dentro de las cuales cuatro son de tipo 2 residencial consolidado, tres de tipo 1 residencial de urbanización

incompleta, dos son tipo 4 de desarrollo, una es tipo 8 predominantemente dotacional, una es tipo 7 de predominio industrial y una es tipo 5 de centralidad urbana [25].

Para el presente proyecto, se selecciona la UPZ (45) Carvajal como área de estudio. En el mapa 2, se observa la clasificación por UPZ de la localidad de Kennedy y la delimitación geográfica de esta área.

Mapa 2. Clasificación por UPZ de la localidad de Kennedy.

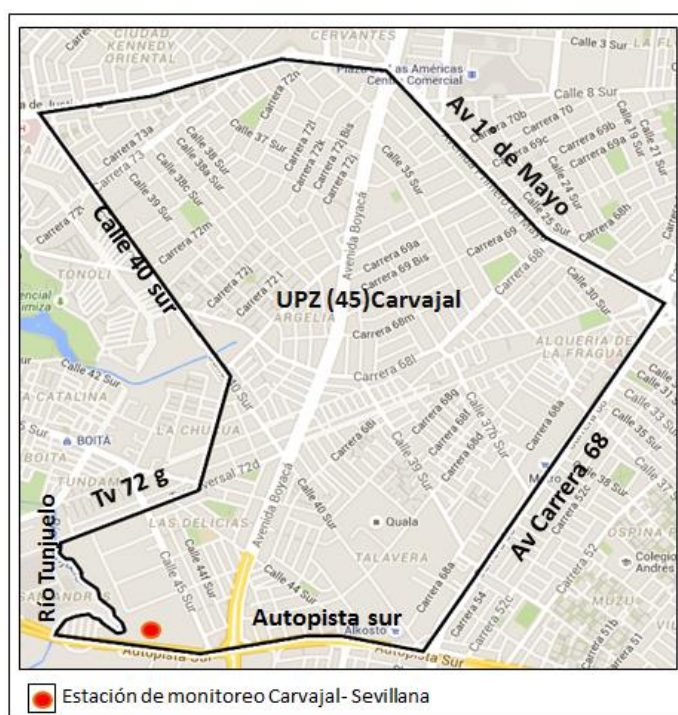


Fuente. [27].

4.5.2. Zona de estudio- UPZ (45) Carvajal

Esta UPZ tiene una extensión de 435 Ha [27], se localiza al costado sur oriental de la localidad de Kennedy; limita al norte con la UPZ Américas, de por medio con la Avenida Primero de Mayo; al oriente con la localidad de Puente Aranda, de por medio con la AK 68 (Avenida del Congreso Eucarístico); al sur con la localidad de Tunjuelito, de por medio con la Autopista Sur y por el occidente con la UPZ Timiza y la localidad de Bosa, de por medio con el río Tunjuelito, TV 68J, TV 72G y CL40 Sur y [58]. En el mapa 3 se observa la delimitación de la UPZ 45 correspondiente a Carvajal.

Mapa 3. Delimitación UPZ (45) Carvajal.



Fuente. Autoras.

La UPZ, se encuentra clasificada como Unidad tipo 2, residencial consolidado [59], debido a que es un sector consolidado de estratos medios de uso predominantemente residencial, donde actualmente se presenta un cambio de usos y un aumento no planificado en la ocupación del territorio [27].

En la zona, el 77,2% de los habitantes se encuentran en el estrato medio-bajo, el 22,1% en el estrato bajo y el 0,7% sin clasificar [60]. Está conformada por un total de 40 barrios, los cuales se nombran a continuación [25]:

Agrupación de Vivienda Talavera, Alquería de la Fragua sector el Paraíso, Alquería de la Fragua, Alquería de la Fragua Villanueva, Alquería de la Fragua sector Santa Yolanda, Bombay, Carimagua, Carvajal sector I, Carvajal Osorio, Carvajal Techo sector I, Condado El Rey, Delicias, Desarrollo Nueva York, El Pencil, El Progreso sector I y II, El Triángulo, Floralía sector I y II, Gerona, Guadalupe, La Campiña, La Chucua, Las Torres, Los Cristales, Lucerna, Milenta sector II y III, Multifamiliar Carimagua, Provivienda, Provivienda Occidental, Salvador Allende, San Andrés, San Andrés sector II, Super Manzana 6ª, Tayrona Comercial, Urbanización Nueva Delicias, Urbanización Renania (antes la chucua), urbanización Carvajal, Urbanización las Delicias, Valencia la Chucua y Villa Nueva

4.5.2.1. Infraestructura vial

Sus principales vías son, la Avenida Primera de Mayo, Avenida Carrera 68, Avenida Boyacá y la Autopista Sur. En cuanto a las vías locales presentan mal estado por huecos y fisuramientos pronunciados, ello debido a la falta de mantenimiento y la baja cultura de protección a las vías, es común observar vehículos de carga pesada en la zona cruzando en vías que no se encuentran diseñadas para tal fin [61].

4.5.2.2. Transporte

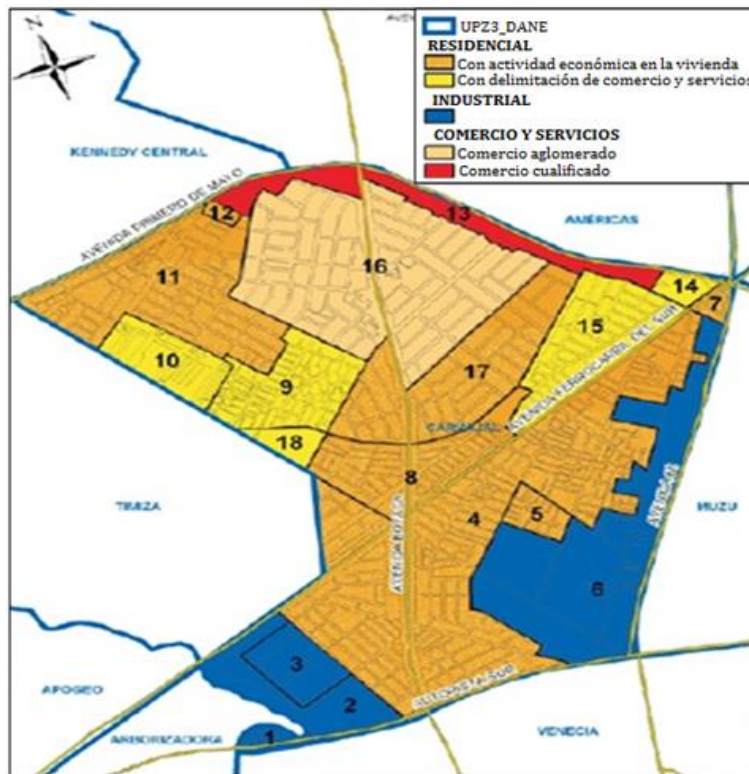
Cuenta con rutas de buses, busetas, colectivos de servicio urbano que cruzan por las vías principales mencionadas anteriormente, además, cuenta con servicio de Transmilenio por la Autopista Sur [61].

4.5.2.3. Usos del suelo

La UPZ está conformada por 18 sectores normativos de los cuales doce son residenciales, cuatro industriales y dos de comercio y servicios [62], en donde predomina el área de actividad residencial con actividad económica en la vivienda, que corresponde a áreas en las que se permiten algunos usos comerciales y de servicios localizados sobre ejes viales del sector donde pueden albergar, dentro de la estructura arquitectónica, usos de comercio y servicios clasificados como actividad económica limitada (comercio y servicios profesionales de escala vecinal) o usos industriales de bajo impacto [63].

Además se presentan áreas de actividad industrial, representadas con un 70%, y áreas de comercio y servicios con un 20% [64]. El mapa 4 presenta la división de la UPZ por sectores normativos.

Mapa 4. Sectores normativos de la UPZ Carvajal.



Fuente. [62].

4.5.2.4. Actividad económica y empresas

La mayor proporción de las empresas de Kennedy se localizan geográficamente en la parte sur oriental de la localidad, sector que corresponde a la ubicación de la UPZ Carvajal [63] en donde se destacan los barrios Las Américas y Carvajal por presentar la mayor concentración de número de empresas de la localidad [63].

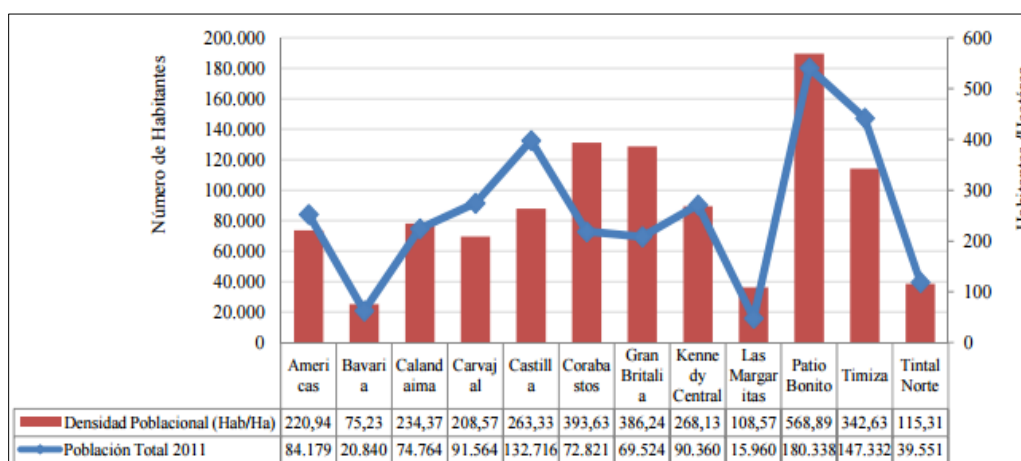
Según datos del Hospital del Sur, entre los establecimientos comerciales existentes, se encuentran tiendas, restaurantes y establecimientos de licores, se encuentran además establecimientos de segundo nivel como las industrias alimentarias (salsamentarias, fábricas de dulces, derivados lácteos, fábrica de gaseosas, entre otras); así mismo se identifican un gran número de bodegas que se utilizan para el almacenaje de elementos de la industria en general como auto partes, construcción y ebanistería. Cabe resaltar, que el barrio Guadalupe concentra 300 establecimientos encargados de la comercialización de productos cárnicos utilizados para consumo humano [65].

Mapa 5. Localización de las empresas por UPZ en Kennedy.



Para el año 2005, de acuerdo al censo general realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la UPZ Carvajal contaba con un total de 104.339 habitantes. Según las proyecciones de la población elaboradas por esta misma entidad y la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), la población total para el año 2011 fue de 91.564 habitantes, así como se muestra en la gráfica 1.

Gráfica 1. Población y densidad poblacional por UPZ.



Fuente. [66].

De igual manera, teniendo en cuenta el crecimiento poblacional y las proyecciones de la población en Bogotá realizadas en el año 2011 por UPZ, se obtuvo que para la UPZ Carvajal, hacia el año 2015 contó con un total de 81.755 habitantes [67].

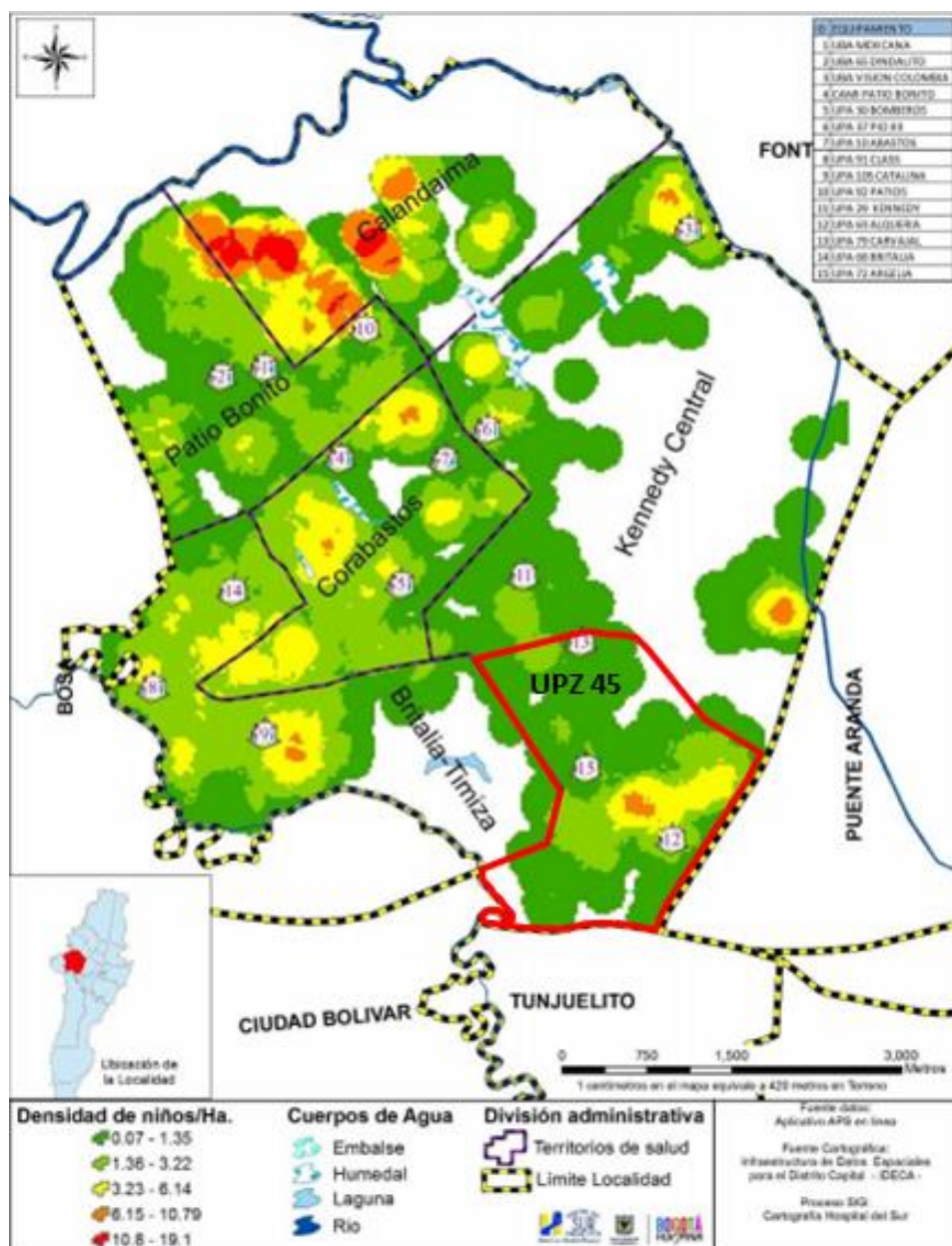
4.5.3.1. Primera infancia

La primera infancia es la etapa del ciclo vital en la que se establecen las bases para el desarrollo cognitivo, emocional y social del ser humano. Comprende la franja poblacional que va de los cero (0) a los seis (6) años. Es el periodo propicio para potenciar las capacidades cognitivas, comunicativas y sociales [68].

Según proyecciones de la población 2005-2015 realizadas por el DANE, el total de población de niños menores de 5 años para la localidad de Kennedy fue de 103.950 para el año 2011, siendo esta zona la que alberga la mayor proporción de niños y niñas entre estas edades con respecto a la ciudad de Bogotá [69]. Para el caso de la UPZ Carvajal y lo proyectado hacia el año 2015, la primera infancia representa el 6.7% de la población total de la localidad representado en 5.482 niños, siendo 2.812 hombres y 2.670 mujeres [67].

Como se evidencia en el mapa 6, el cual muestra la distribución de la población de niños menores de 5 años, para la UPZ Carvajal se observa una aglomeración media, es decir, que hay presencia significativa de este tipo de población.

Mapa 6. Densidad de niños menores de 5 años caracterizados por hectárea localidad de Kennedy. Año 2014.



Fuente. [70].

4.5.4. Problemática ambiental por contaminación atmosférica

La UPZ Carvajal se identifica como un punto crítico de la localidad de Kennedy en lo que refiere a esta problemática, debido a que por la zona circula gran flujo vehicular al encontrarse en esta los principales corredores viales de la ciudad, como lo son la Avenida Boyacá y la Autopista Sur [71].

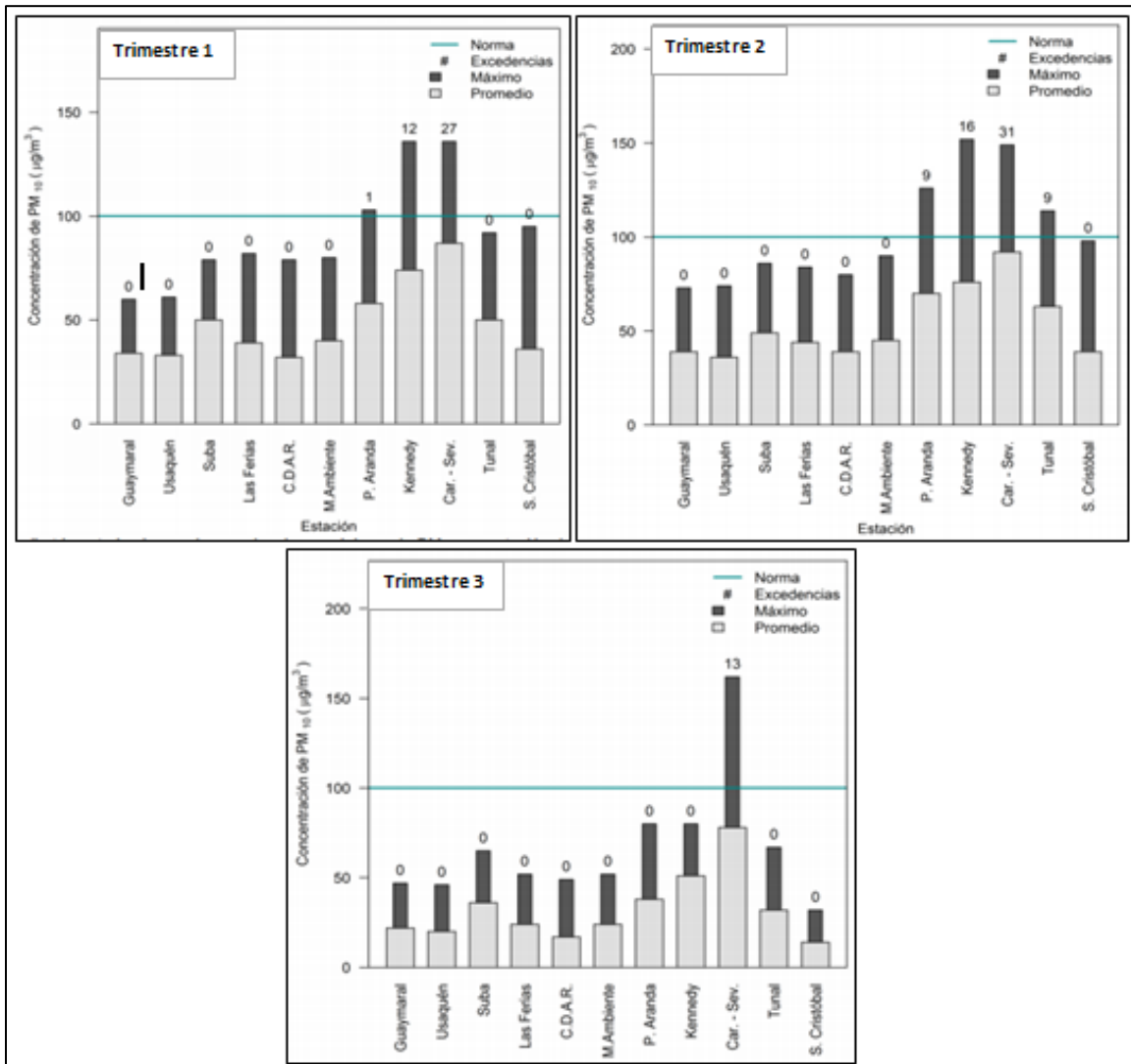
La contaminación del aire está dada no solo por fuentes móviles, a esta también se le atribuye la presencia de un gran número de fuentes puntuales como los sectores de tintorerías, industria galvánica, fundiciones y en general industria metalmecánica, que caracterizan el sector como una zona industrial, en la cual se generan emisiones de gases tóxicos y sustancias como PST, NO_x, CO₂, SO_x, PM₁₀ entre otros [72].

La calidad del aire de dicha UPZ es monitoreada constantemente por la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá (RMCAB), por medio de la estación fija “Carvajal- Sevillana”, la cual está ubicada en la Autopista Sur No 61- 40. En el mapa 3 se aprecia la localización de esta estación de monitoreo.

De acuerdo con los datos registrados por la estación para el año 2015, con respecto a las concentraciones diarias de PM₁₀, se obtuvo para los meses de diciembre de 2014, enero y febrero de 2015, un promedio trimestral de 92 µg/m³ con 31 excedencias del límite máximo permisible establecido por la Resolución 610 de 2010, el cual corresponde a 100 µg/m³ en un tiempo de exposición de 24 horas.

Para los siguientes meses, correspondientes a marzo, abril y mayo de 2015, se registró un promedio trimestral de 87 µg/m³, con 27 excedencias del límite máximo permisible. De igual forma, para el siguiente trimestre comprendido por los meses de junio, julio y agosto de 2015, se presenta un registro de 13 excedencias y un promedio de concentración de 78µg/m³, datos que se pueden corroborar en la gráfica 2.

Gráfica 2. Promedios trimestrales, número de excedencias y máximos de PM₁₀ por estación. Año 2015.



Fuente. [23].

Los datos mencionados anteriormente permiten establecer que las excedencias a la norma de este tipo de contaminante, representan un riesgo para la comunidad, puesto que la población en estudio se encuentra constantemente expuesta al mismo, por tanto, puede ser la causa de ocurrencia de enfermedades respiratorias en la población vulnerable, así como el inicio de síntomas respiratorios en la población considerada como sana [73].

Por otra parte, el Índice de Calidad del Aire (ICA), permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire y sus efectos sobre la salud [74], obteniéndose para esta estación, una predominancia de la categoría “moderada”, esta se define cuando el ICA se encuentra entre 51 y 100 unidades, lo cual implica un riesgo a la

salud, en especial para personas con enfermedades respiratorias, incrementándose la ocurrencia de síntomas respiratorios [23].

5. METODOLOGÍA

Para el presente trabajo se desarrolló una metodología basada en revisión bibliográfica y de fuentes secundarias, trabajo de campo y análisis estadísticos, con el fin de aplicar el método de la FPS. La metodología se estructura en 5 etapas, las cuales se muestran en el anexo 1. A continuación se realiza una breve descripción de cada una de las etapas desarrolladas.

5.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En el desarrollo de esta etapa, se realizó una revisión general de la calidad del aire en Bogotá, específicamente con relación al contaminante PM₁₀, identificándose la localidad de Kennedy como área fuente de contaminación [9]. De igual manera, se establece que la UPZ Carvajal perteneciente a esta, presenta altos índices de concentración de material particulado, por lo cual se seleccionó como el área de estudio del proyecto.

Además, se indagó frente a las ERA's y la relación que tienen con este contaminante, así como la asociación que dichas enfermedades presentan con respecto a la población de niños menores de 5 años, quienes son los más vulnerables.

Adicionalmente, se revisaron los Métodos de Valoración Económica y se estudiaron algunos casos para la posterior selección del método, en donde el más adecuado para el presente estudio es el de FPS, puesto que permite relacionar los costos que acarrearán las ERA's con la calidad del aire.

5.2. DEFINICIÓN DE CRITERIOS

Partiendo de la revisión bibliográfica, se procedió a identificar las variables que tiene en cuenta el modelo de FPS, que corresponden a la morbilidad, actividades preventivas y actividades de tratamiento que están relacionadas directamente con las ERA's y la calidad del aire. De acuerdo a las variables propuestas por el modelo se establecieron las actividades que se tendrían en cuenta para la obtención y análisis de la información.

Teniendo en cuenta que la población de estudio son los niños menores a 5 años, se escogieron las instituciones educativas como el lugar de recolección de datos, ya que por medio de estas se podía acceder con mayor facilidad a la información de los acudientes.

Posteriormente, se seleccionó el sistema de muestreo adecuado para el análisis de la información, en donde se eligió el estratificado, ya que de esta manera se podía realizar un análisis de acuerdo al tipo de institución educativa (pública y privada) que se encuentran en la zona de estudio. A partir de dichas instituciones, se definió como población de estudio el número de niños y niñas menores de 5 años que estaban inscritos en estas y después se calculó el tamaño muestral.

5.3. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

Para obtener la información requerida en el presente estudio, se diseñó una encuesta dirigida a los acudientes de los niños, en donde se preguntó información general y los costos relacionados con las actividades de prevención y de tratamiento de las ERA's para el año 2015. Luego, se identificaron las instituciones educativas tanto públicas como privadas que se encuentran dentro de la UPZ y se seleccionaron a las que se les aplicaría la encuesta.

Seguido a ello, se realizó una prueba piloto en donde se revisaron fallas que podían presentar las encuestas en el momento de ser aplicadas, una vez corregidos los errores identificados se aplicaron las encuestas. Debido a que no todas las instituciones educativas permiten el acceso a personas externas, solo se tuvieron en cuenta el número de niños menores de 5 años que estudiaban en aquellas que facilitaron la aplicación de la encuesta. A partir de esta población, se calculó el tamaño muestral. Sin embargo, las encuestas aplicadas para el caso de instituciones públicas no fueron suficientes para cubrir un tamaño muestral con un nivel de confianza del 95%, por tanto se realizó un ajuste al mismo, en función del número de encuestas aplicadas. Teniendo en cuenta que el tamaño muestral de las encuestas aplicadas a las instituciones públicas tiene un nivel de confianza más bajo que el de las instituciones privadas, el análisis econométrico se realizó para el total de las encuestas de ambos tipos de instituciones, en donde la muestra es representativa para el grupo etario en estudio.

Para los datos de calidad del aire se tomó como referencia el mapa del comportamiento del material particulado emitido por fuentes fijas dentro de la localidad de Kennedy para el año 2013, realizado por Andrea Franco [6]. En este se ubicaron las instituciones educativas seleccionadas y se les asignó un valor de concentración de PM_{10} .

5.4. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Inicialmente, se tabuló la información de las encuestas, descartando aquellas que presentan inconsistencias. Una vez obtenida la base de datos se determinaron las variables que contribuyen a la explicación de la variable dependiente (morbilidad) y las que se ajustaban de acuerdo al análisis estadístico.

5.5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A partir de la base de datos ajustada se realizó una descripción y análisis estadístico de cada una de las variables, en donde se describió su comportamiento por medio de algunos parámetros como la frecuencia y el porcentaje de acuerdo a las respuestas dadas por los encuestados.

El análisis econométrico correspondió a la obtención de las tres funciones requeridas por el método. Por medio de estas se calcula la Disponibilidad a Pagar (DAP) con la cual se estiman los beneficios socioeconómicos.

6. DESARROLLO METODOLÓGICO

6.1. DEFINICIÓN DE CRITERIOS

6.1.1. Definición de variables

Para el desarrollo del método de Función de Producción de Salud se deben identificar inicialmente las variables que tiene en cuenta este, las cuales corresponden a:

- 6.1.1.1.** Tasa de Morbilidad (S): Variable dependiente, representa la relación entre las actividades de prevención, de tratamiento y calidad del aire.
- 6.1.1.2.** Actividades Preventivas (AP): Variable independiente, de la función de morbilidad, pero a su vez es variable dependiente en la función de demanda por actividades de prevención, representa la relación entre las actividades realizadas para evitar la enfermedad.
 - Vacunas (PV): Variable independiente, representa los costos relacionados con las vacunas aplicadas antes de la enfermedad.
 - Vitaminas (PAD V): Variable independiente, representa los costos generados por las actividades relacionadas con el consumo de vitaminas.
 - Suplementos (PAD S): Variable independiente, representa los costos generados por las actividades relacionadas con el consumo de suplementos. Por ejemplo, emulsiones, tarrito rojo, ENSOY, Z-Bec.
 - Elementos de Protección (PEP): Variable independiente, representa los costos generados por la compra de elementos de protección que

mitigan el ingreso de los contaminantes al cuerpo (Tapabocas, bufandas, pasamontañas, sacos y chaquetas).

- Alimentos (PAD A): Variable independiente, representa los costos generados por las actividades relacionadas con el consumo de alimentos para evitar la enfermedad (Melón, naranja, kiwi, guayaba, mango, papaya, piña, fresa, mora, sandía, limón, brócoli, espinaca, repollo y coliflor).

6.1.1.3. Actividades de Tratamiento (AT): Variable independiente de la función de morbilidad, pero a su vez es variable dependiente en la función de demanda por actividades de tratamiento, representa los costos relacionados entre las actividades realizadas para controlar y tratar la enfermedad.

- Medicina (TMD): Variable independiente, representa los costos generados por las medicinas administradas con el fin de tratar la enfermedad. Por ejemplo, anticongestivos nasales (solución salina, Vick vaporub), expectorantes (bronquisol, bisolvon, noraver), analgésicos (dolex, naproxeno, ibuprofeno, acetaminofén).
- Visitas al Médico (TVM): Variable independiente, representa los costos generados por las visitas al médico con el fin de tratar la enfermedad (urgencias o citas médicas), incluyendo gastos por transporte.
- Hospitalizaciones (TH): Variable independiente, representa los costos generados por las hospitalizaciones a causa de ERA, teniendo en cuenta gastos de transporte, alimentación y adicionales.
- Terapias Respiratorias (TTR): Variable independiente, representa los costos generados por terapias respiratorias con el fin de tratar la enfermedad (nebulizaciones o micronebulizaciones), incluyendo gastos por transporte.
- Remedios Caseros (TRC): Variable independiente, representa los costos generados por los remedios caseros con el fin de tratar las ERA's. Por ejemplo, infusiones (eucalipto, tomillo, manzanilla), aceites esenciales (romero, eucalipto, pino), remedios con jugo de naranja, miel, claras de huevos, gelatinas de pata, entre otros.
- Dieta (TD): Variable independiente, representa los costos adicionales generados por cambios en la dieta del afectado (frutas y verduras).

- 6.1.1.4.** Calidad (Q): Variable independiente, representa el nivel de contaminación al que se encuentra expuesto el área de estudio.
- 6.1.1.5.** Ingresos (ING): Variable independiente, corresponde a la cantidad de dinero que recibe el hogar mensualmente.
- 6.1.1.6.** Otros Ingresos (OIN) Variable independiente, corresponde a la cantidad de dinero diferente al salario (exógenos).
- 6.1.1.7.** Estrato (EST): Variable independiente, corresponde al nivel socioeconómico de las personas.
- 6.1.1.8.** Sexo (SXA): Variable independiente, corresponde al sexo de la persona encuestada (acudiente).
- 6.1.1.9.** Ocupación (OCU): Variable independiente, corresponde a la ocupación del encuestado (acudiente).
- 6.1.1.10.** Valor día de Trabajo (VDT): Variable independiente, corresponde al valor remunerado por día de trabajo del acudiente del menor.
- 6.1.1.11.** Edad Niño (ED): Variable independiente.
- 6.1.1.12.** Sexo Niño (SXN): Variable independiente, corresponde al sexo del menor.
- 6.1.1.13.** Grado (G): Variable independiente, corresponde al grado que cursa el menor.
- 6.1.1.14.** Tiempo que ha vivido en el barrio (TB): Variable independiente, corresponde al tiempo en meses que el menor ha vivido en el barrio.
- 6.1.1.15.** Tiempo que permanece en la Institución (TI): Variable independiente, corresponde al tiempo en horas que el niño permanece en la institución en un día.
- 6.1.1.16.** Régimen de Salud (RS): Variable independiente.
- 6.1.1.17.** Cuota Moderadora (CMO): Variable independiente, corresponde al valor cobrado por los servicios de salud por parte de las entidades.
- 6.1.1.18.** Material de las paredes del hogar (PA): Variable independiente, corresponde al tipo de material que predomina en las paredes del hogar donde habita el niño.

- 6.1.1.19.** Materias de los pisos del hogar (PI): Variable independiente, corresponde al tipo de material que predomina en los pisos del hogar donde habita el niño.
- 6.1.1.20.** Entorno (E): Variable independiente, corresponde a la presencia o no de industrias, calles destapadas.
- 6.1.1.21.** Fuman (F): Variable independiente, corresponde a la presencia o no de personas fumadoras que conviven con el niño.
- 6.1.1.22.** Presencia de Animales (A): Variable independiente, corresponde a si el menor convive o no con animales.
- 6.1.1.23.** Actividad económica (AE): Variable independiente, corresponde a la presencia de actividades económicas en el lugar donde habita el niño.
- 6.1.1.24.** Ventanas (V): Variable independiente, corresponde las condiciones de las ventanas del hogar el niño.
- 6.1.1.25.** Días Laborales Perdidos (DLP): Variable independiente, corresponde a los días en que los acudientes no pudieron asistir a su trabajo debido a la presencia de ERA's del niño.
- 6.1.1.26.** Costo por Recoger al niño (CRE): Variable independiente, corresponde al valor en pesos por recoger al niño en la institución debido a una situación de emergencia por ERA's.
- 6.1.1.27.** Costo de días laborales perdidos (CDLP): Variable independiente, corresponde al costo perdido por faltar al trabajo por atender al menor en situaciones de presencia de ERA's.

6.1.2. Definir sistema de muestreo

Para el análisis del comportamiento de la población fue necesario establecer una herramienta que permitiera conocer qué parte de la población se debía estudiar, para ello se seleccionó el Método de Muestreo Aleatorio Estratificado, ya que este permite agrupar los elementos de la muestra por estratos, en donde los elementos de los estratos muestran comportamientos similares.

6.1.2.1. Muestreo Aleatorio Estratificado

Este sistema de muestreo se implementó para conocer el tamaño de la muestra del presente proyecto. Teniendo en cuenta que la población de estudio corresponde a los niños entre 0 a 5 años, se escogió las instituciones educativas que se ubican dentro de la UPZ, debido a que en estas es donde se encuentra la mayor parte de la población de interés.

De acuerdo al sistema de muestreo estratificado la población se dividió en los siguientes estratos:

- Instituciones Públicas: Jardines de la Secretaria Distrital de Integración Social (SDIS) y Colegios Distritales.
- Instituciones Privadas: Jardines Infantiles y Colegios.

Los estratos mencionados anteriormente fueron considerados porque los elementos de cada uno de ellos presentan características parecidas en relación con los recursos económicos que poseen los acudientes de los menores.

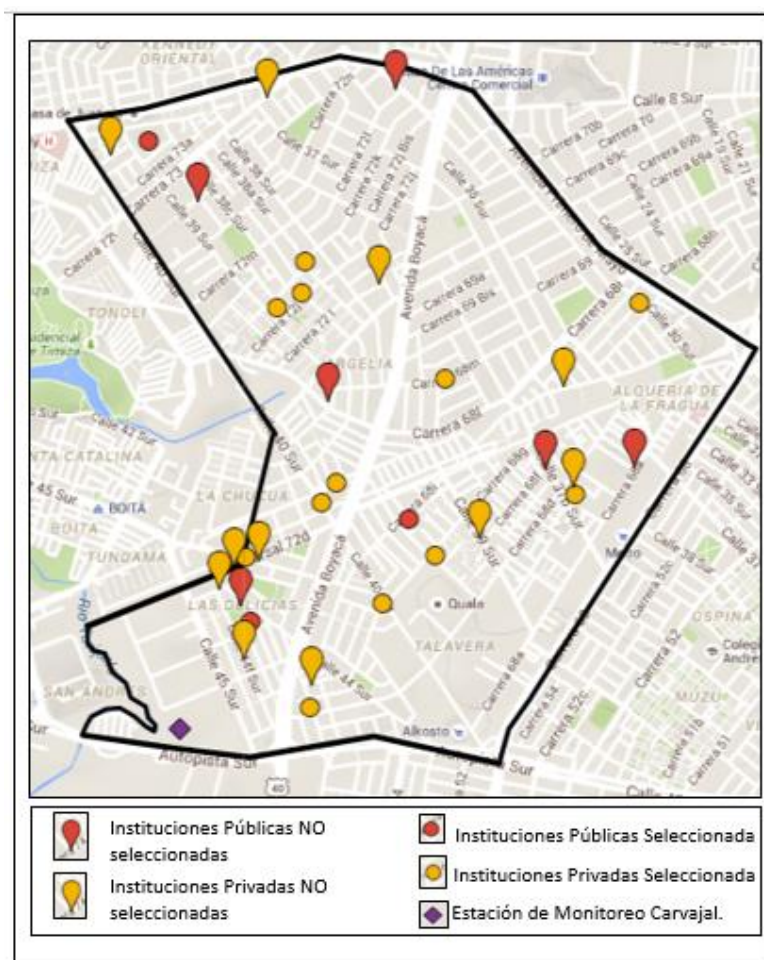
6.1.2.2. Estimación del tamaño de la muestra

Para la estimación del tamaño de la muestra, es importante identificar el tipo de población a estudiar, por ello, el cálculo se realizó a partir del total de la población que conforma cada uno de los estratos (público-privado) seleccionados en la definición del sistema de muestreo.

Inicialmente, se realizó un listado de las instituciones educativas tanto públicas como privadas que se localizan en la UPZ Carvajal (ver anexo 2) y se ubicaron geográficamente diferenciándolas entre sí. A partir de esta información, se estableció contacto vía telefónica con dichas instituciones educativas, con el fin de comunicar el objetivo del proyecto y solicitar el debido permiso para poder acceder a estas. Sin embargo, algunas negaron la solicitud realizada, por lo cual el tamaño de muestra se calculó en función del total de niños y niñas menores de 5 años inscritos en los colegios y jardines infantiles donde hubo aceptación para el desarrollo del proyecto.

En el mapa 7, se muestra la localización de las instituciones educativas por estratos (públicas y privadas) que se encuentran dentro de la UPZ, diferenciando a su vez las que fueron seleccionadas para la aplicación de las encuestas.

Mapa 7. Localización de Instituciones Educativas en la UPZ Carvajal.



Fuente. Autoras.

Partiendo de ello, se identificó el número de niños menores de 5 años que hay por cada una de las instituciones que aceptaron participar del proyecto. En el anexo 3 se evidencia la cantidad de niños por institución, la cantidad de individuos de acuerdo al estrato (Público: 290 y Privado: 598) y el número total de la población (888). Una vez hallados estos datos se aplicó la ecuación correspondiente para el cálculo de la muestra, en este caso para una población finita.

La ecuación está representada por [75]:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde,

n = Tamaño de la Muestra.

Z = Nivel de Confianza (NC) (correspondiente con tabla de valores de distribución normal).

p = Probabilidad de éxito.

q = Probabilidad de fracaso.

N = Tamaño de la Población.

E= Precisión o error de muestreo.

Al reemplazar en la ecuación, utilizando un nivel de confianza (NC) de 95% que corresponde a un Z de 1.96, un error de muestreo del 5%, una probabilidad de éxito y fracaso de 50% cada una, se obtuvo como resultado el tamaño de muestra (n) representado en la tabla 2 para el total de niños que hay por estrato.

Tabla 2. Resumen del cálculo del tamaño de muestra por estrato.

Estrato	N	NC (%)	E	Z	p	q	n
Privado	598	95	0,05	1,96	0,5	0,5	234
Público	290	95	0,05	1,96	0,5	0,5	165

Fuente. Autoras.

El tamaño de muestra es de 165 y 234 para los estratos público y privado, respectivamente. Estos datos corresponden al número de encuestas que debían ser aplicadas para un NC del 95%.

6.1.2.3. Ajuste del tamaño de muestra

Teniendo en cuenta que al momento de aplicar las encuestas no todos los padres de familia diligenciaron el formato, algunos por falta de tiempo y otros por inasistencia a la reunión, se presenta una disminución en el número de encuestas aplicadas en cada una de las instituciones. Por lo tanto, para el estrato privado se aplicaron 300 y para el público 90, presentando este último una deficiencia en el número de encuestas necesarias para cubrir la muestra correspondiente a 165. A raíz de ello, se realiza un ajuste del NC identificando el que se adecue a la cantidad de encuestas aplicadas.

Además, en el momento de tabular la información registrada en las encuestas para organizar la base de datos, se identificó que algunas de estas por calidad no cumplían con los criterios necesarios para ser ingresadas dentro de la base, debido a preguntas sin responder, con doble respuesta, con tachones, e incluso algunas encuestas que correspondían a niños de 6 años y otras de niños que no vivían en el sector, las cuales no se contemplaron dentro del estudio. Por esta razón, se contó con un total de 295 encuestas para el estrato privado de un total de 300 aplicadas y 78 para el estrato público de un total de 90.

De acuerdo a ello, se determinó el NC ajustado en función del número de encuestas utilizadas para el estudio, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 3, la cual relaciona cada una de las variables de la ecuación con su respectivo valor y el tamaño de muestra.

Tabla 3. Resumen ajuste del tamaño de muestra por estrato.

Estrato	N	NC (%)	E	Z	p	q	n
Privado	598	95,8	0,042	2,03	0,5	0,5	295
Público	290	91,6	0,084	1,73	0,5	0,5	78

Fuente. Autoras.

Ajustando el NC en función de la población encuestada, se obtuvo para el caso del estrato público un NC de 91,6% (aproximado 92%) y un error de 0,084 para una muestra de 78 individuos. Para el estrato privado, se obtuvo un NC de 95,8% (aproximado 96%) y un error de 0,042 con una muestra de 295.

6.2. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

6.2.1. Diseño encuestas

Las encuestas fueron diseñadas en su totalidad por las autoras, teniendo en cuenta que serían respondidas por los acudientes de cada uno de los niños menores de 5 años inscritos en las instituciones educativas seleccionadas, buscando recolectar la información necesaria, se tuvo en cuenta cuestionar acerca de información general del hogar, de la vivienda y su entorno. También, los costos generados por las actividades defensivas y de tratamiento para las ERA's.

Para cada variable previamente definida se elaboraron preguntas específicas que permitieron analizar el comportamiento de la población de estudio. El diseño de estas partió por consultar los productos y servicios que están disponibles en el mercado dirigidos a las actividades defensivas y de tratamiento, con el fin de abarcar la mayor cantidad de posibilidades de manera que facilitara el entendimiento del encuestado y a su vez conocer los precios de cada uno de estos. Partiendo de los precios consultados, se determinaron los rangos correspondientes para las preguntas relacionadas con los costos. En el anexo 4 se muestra el formato de la encuesta.

En la Tabla 4 se muestran los productos y servicios que se tuvieron en cuenta en la encuesta para cuestionar los costos relacionados con las actividades preventivas.

Tabla 4. Productos y servicios por cada actividad preventiva.

ACTIVIDADES PREVENTIVAS	
PV	Vacunas contra la gripa
PAD V	vitamina(s) C (tabletas o gomas)
PAD S	Emulsión de scott, tarrito rojo, ensoy, Z-Bec
PAD A	melón, naranja, kiwi, guayaba, mango, papaya, piña, fresa, mora, sandia, limón, brócoli, espinaca, repollo, coliflor
PEP	tapabocas, pasamontañas, bufandas, sacos, chaquetas

Fuente. Autoras.

En la Tabla 5 se muestran los productos y servicios que se tuvieron en cuenta en la encuesta para cuestionar los costos relacionados con las actividades de tratamiento.

Tabla 5. Productos y servicios por cada actividad tratamiento.

ACTIVIDADES DE TRATAMIENTO		
TMD	Por urgencias o citas médicas	
TVM	Anticongestivos nasales	solución salina, vic vaporub
	Expectorantes	bronquisol, bisolvon, noraver
	Analgésicos	dolex, hibuprofeno, naproxeno, acetainofem
	Broncodilatadores	salbutamol
	Productos homeopáticos	oscillococcinum
TH	Teniendo en cuenta gastos por transportes, alimentación o adicionales.	
TTR	Nebulización(es) o micronebulización (es)	
TRC	Infusiones (con eucalipto, tomillo, manzanilla), uso de aceites esenciales (romero, eucalipto y pino), remedios con jugos de naranja, miel, claras de huevo geleatinas de pata	
TD	Frutas y verduras	

Fuente. Autoras.

Una vez finalizado el diseño de la encuesta, se revisó su estructura y contenido teniendo en cuenta las consideraciones de un profesional especializado en pediatría.

6.2.2. Aplicación de encuestas

Con el formato de encuesta elaborado, se realizaron pruebas tipo piloto en una pequeña muestra de encuestados, con el fin de identificar falencias, verificar si las preguntas eran claras y concisas, revisar aspectos logísticos como el tiempo en que demoraba el encuestado en responder y si lo que contestaba respondía a lo que se deseaba conocer por parte del encuestador, entre otros aspectos que permitían validar este instrumento.

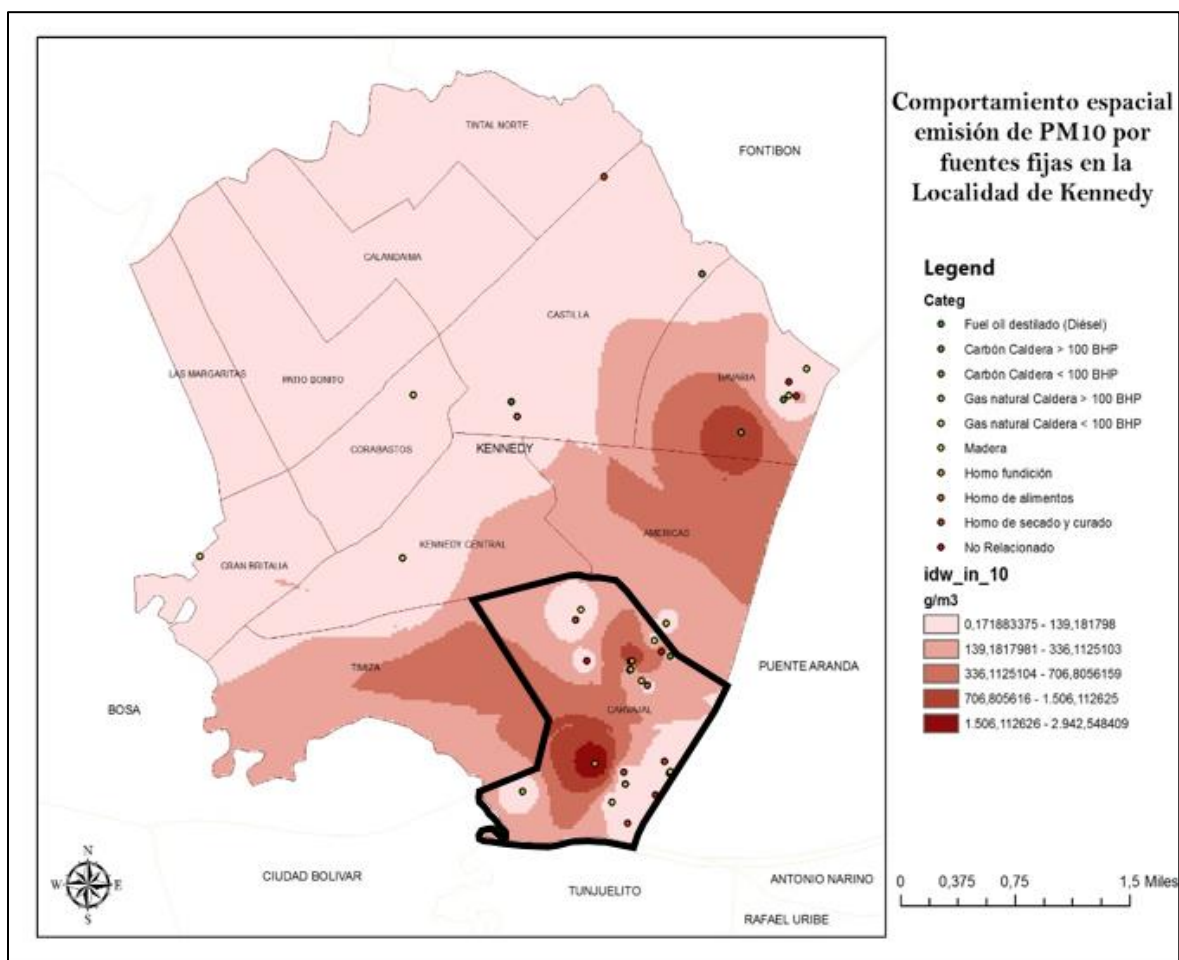
Seguido a ello, se presentó el formato original en cada una de las instituciones educativas para dar a conocer la estructura de la encuesta y programar la fecha de aplicación de la misma, la cual se definió para el día que estaba establecida la reunión de padres de familia, pues estas se aplicarían personalmente a los acudientes de los menores de 5 años, ya que de esta forma, se facilitaba la comprensión de las preguntas y se podía resolver dudas presentadas en el momento por alguna de las partes (encuestado- encuestador).

En el anexo 5, se presentan algunas fotografías del día de aplicación de las encuestas.

6.2.3. Concentración de PM_{10}

Los datos de concentración de PM_{10} que se utilizaron en este estudio tienen en cuenta los rangos establecidos por Andrea Franco en su proyecto de grado, en donde realizó un modelo de dispersión del PM_{10} para la localidad de Kennedy a partir de los informes isocinéticos de las fuentes fijas de la zona. La información que se usó para determinar el comportamiento espacial de este contaminante es suministrada por la Secretaría Distrital de Ambiente, la cual cuenta con el listado de treinta y un (31) industrias ubicadas dentro de la UPZ Carvajal como se puede observar en el Mapa 8.

Mapa 8. Comportamiento espacial de emisión de PM₁₀ por fuentes fijas en la Localidad de Kennedy.



Fuente. [6].

En el mapa anterior se puede ver que dentro de la UPZ Carvajal se encuentran la mayor cantidad de fuentes fijas con respecto a la Localidad de Kennedy. Además, se observa que en la zona están todos los rangos de concentración de PM₁₀ que se analizan en el comportamiento de este contaminante.

Los valores que se ingresaron a las bases de datos para la variable de calidad del aire (Q), son las medias aritméticas del rango equivalente a la ubicación de la institución educativa. En la siguiente tabla se muestran los valores de concentración de PM₁₀ para cada rango.

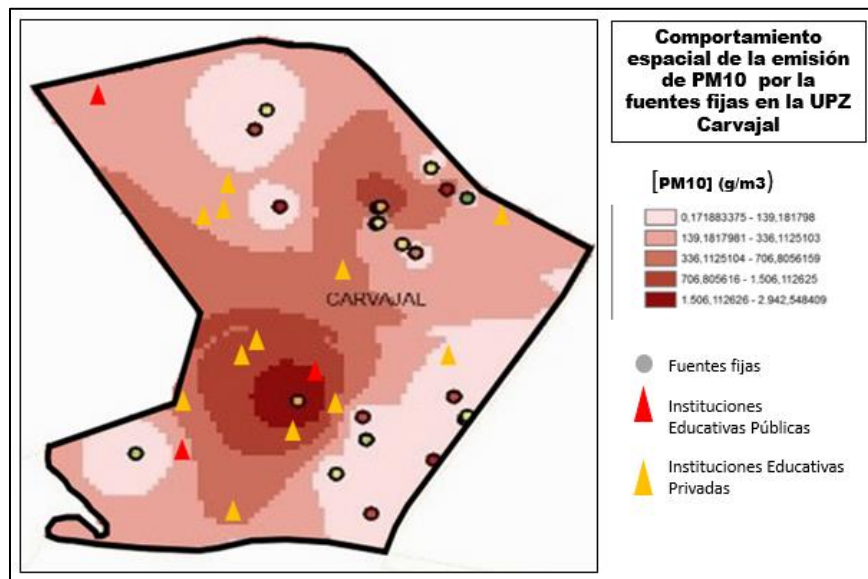
Tabla 6. Media aritmética para cada rango de concentración de PM₁₀.

Rango	Media (g/m3)
1	69,676840688
2	237,647154200
3	521,459063150
4	1106,459120500
5	2224,330517500

Fuente. Autoras.

Teniendo en cuenta la tabla anterior, en donde se muestra cada valor que se tomó de concentración por rango se procedió a superponer los mapas de comportamiento espacial de la emisión de PM₁₀ para la UPZ y el mapa en donde se ubican las instituciones educativas seleccionadas para el estudio, con el fin de conocer el valor de concentración de PM₁₀ correspondiente para cada colegio o jardín educativo tal como se muestra en el Mapa 9.

Mapa 9. Comportamiento espacial de la emisión de PM₁₀ por fuentes fijas en la UPZ Carvajal.



Fuente. Autoras.

En el Anexo 6. Se muestra el listado de las instituciones seleccionados con su correspondiente valor de concentración de PM₁₀.

6.3. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

6.3.1. Tabulación de datos

Para el procesamiento de la información de las encuestas, como primer paso se procedió a ingresar los datos de manera digital en el programa Microsoft Excel, en donde se registraron las respuestas a algunas variables dicotómicas con valores de 0 y 1, estas variables se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Valores registrados para variables dicotómicas.

VARIABLES DICOTÓMICAS	VALOR 0	VALOR 1
Tipo de Institución	Privado	Público
Sexo (Encuestado)	Femenino	Masculino
Sexo (Niño)	Femenino	Masculino
ERA's	Presencia	Ausencia

Fuente. Autoras.

6.3.2. Depuración de base de datos

Con la información organizada y tabulada en la base de datos, se realizó una verificación de aquellas encuestas que presentaban inconsistencias, estas se descartaron porque podían generar errores en el momento de analizar la información.

Las encuestas que no estaban diligenciadas en su totalidad, las que tenían dos respuestas o respuestas incoherentes, aquellas con borrones, algunas que correspondían a niños de 6 años de edad y otras de niños que no vivían en la UPZ se eliminaron debido a que no cumplían con los criterios de inclusión necesarios para un adecuado desarrollo del estudio.

6.3.3. Ajuste base de datos

Teniendo el número de encuestas y la información definitiva dentro de la base de datos, la cual correspondía a la original, se realizó una separación de la misma de acuerdo a las funciones que exige el modelo FPS, donde se estructuraron 3 bases de datos, una para hallar la función dosis- respuesta, la segunda para hallar la función de demanda por actividades preventivas y la tercera para hallar la función de demanda por actividades de tratamiento, cada una diferenciada por las variables que se ingresan al modelo.

Es importante tener en cuenta que se debió realizar un ajuste a la información original presentada en la base de datos, debido a que para facilitar el análisis

estadístico de los costos de las actividades de tratamiento y preventivas se debe presentar la información de manera diferente, ya que las respuestas a este tipo de preguntas están presentadas por rangos (preventivas: 1 a 5- tratamiento:1 a 6), donde cada uno de los números corresponde a un intervalo de dinero que permitiría hacer una aproximación a la inversión que tiene una persona dependiendo de la actividad.

Para ello, fue necesario realizar un filtro con el programa de Excel a la columna de costos para cada una de las preguntas, dejando visibles las celdas correspondientes al mismo rango, posteriormente se halló la media aritmética de ese intervalo y el valor obtenido se reemplazó en estas celdas como se muestra en la imagen 1. De igual forma se realizó para cada uno de los códigos hasta llegar al 5 en preventivas y 6 en los costos de actividades de tratamiento.

Imagen 1. Filtro rango 2 para actividad preventiva reemplazando por los valores de la media aritmética.

	AL	AM	AN	AO	AP
1	ACTIVIDADES PREVENTIVAS (AP)				
2	PV	PAD V	PAD S	PAD A	
9	+PROMEDIO(1000;5000)				
13	4	2	3	2	2
22	3	2	3	5	2
43	5	2	3	3	3
45	5	2	3	3	2
49	2	2	2	4	2
52	2	2	3	5	2
55	1	2	1	2	2
56	3	2	3	2	2
59	2	2	1	2	3
70	2	2	3	3	2
72	2	2	4	2	2

Fuente. Autoras.

Adicionalmente, se creó una copia a la base de datos original para presentar los costos de forma aleatoria, con el fin de correr los modelos con ambos tipos de información e identificar los cambios y el modelo adecuado para trabajar. Nuevamente se aplicó la herramienta de filtro dejando visibles las celdas que en la primera pregunta tienen el número 1, en estas se reemplazó por 0 ya que este representa a las personas que no invierten en esta actividad, luego se dejaron visibles las que tienen número 2 y allí utilizando la opción “aleatorio entre” se reemplazó en el rango correspondiente un número diferente que se encontraba

dentro del intervalo definido para esa pregunta y así se realizó hasta cambiar todos los números del rango por un valor aleatorio. En la imagen 2 se observa el filtro realizado y la aplicación de la función “aleatorio entre”.

Imagen 2. Filtro rango 2 para actividad de tratamiento reemplazando por valores aleatorios

	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
1							
2	PAD A	TVM			TTR	TRC	TD
5		=ALEATORIO.ENTRE(5000;10000)		1	2	3	2
7	4	6463	1	1	1	1	1
9	2	8402	2	1	1	1	2
16	2	5043	3	2	3	2	2
17	3	7464	3	1	1	3	1
18	2	6318	3	1	1	2	2
20	3	5061	2	1	1	2	3
21	5	8260	4	3	4	3	4
40	3	5757	4	3	3	3	3
47	2	8798	2	1	1	2	2
59	3	6220	2	1	1	2	2
65	2	8006	2	1	1	2	2

Fuente. Autoras.

6.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.4.1. Análisis estadístico

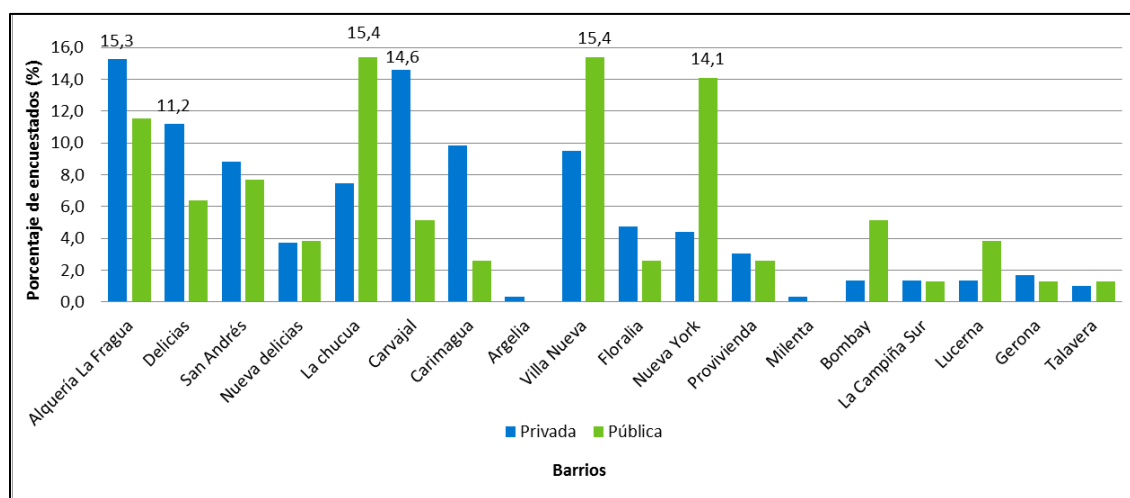
A partir de la información organizada en la base de datos, la cual correspondió a un total de 373 encuestas aplicadas a los acudientes de los menores de 5 años, se realiza un análisis estadístico descriptivo haciendo diferenciación por estratos (Privado- Público). En este se presentan algunas características relacionadas con información socioeconómica de los hogares encuestados, las condiciones de los lugares de residencia de la población de estudio (niños- niñas), así como las principales ERA's presentadas por ellos en el 2015. Además, se muestran los resultados frente al número de actividades preventivas y de tratamiento que utilizaron los acudientes en este mismo año para evitar y tratar alguna de las enfermedades presentadas por sus hijos teniendo en cuenta sus costos.

El análisis se realiza con herramientas estadísticas para facilitar su interpretación, por medio de los programas IBM SPSS Statistics y Microsoft Excel.

6.4.1.1. Información general

- Ubicación Residencial

Gráfica 3. Porcentaje de personas encuestadas por barrio y tipo de institución.

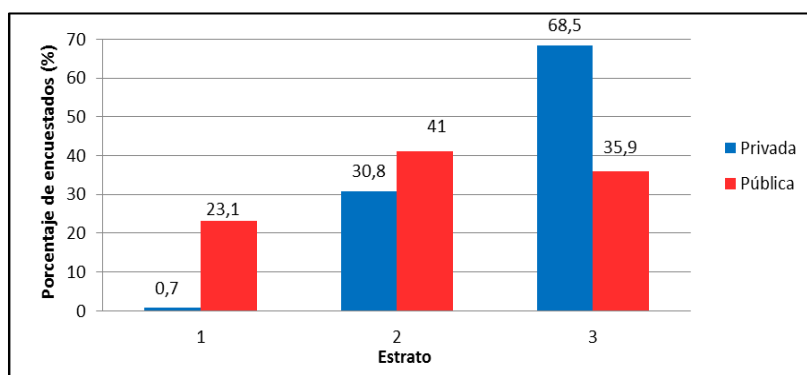


Fuente. Autoras.

La gráfica 3 muestra el porcentaje de personas encuestadas por barrio dependiendo el tipo de institución ya sea pública o privada; como se puede observar para las instituciones privadas la mayor parte de la población reside en los barrios: Alquería La Fragua, Delicias y Carvajal, en donde predomina el estrato 3, y en las instituciones públicas los mayores porcentajes de residencia se dan en

los barrios: La Chucua, Villa Nueva y Nueva York, donde también predomina este mismo estrato.

Gráfica 4. Porcentaje de personas encuestadas por estratos socioeconómicos y tipo de institución.



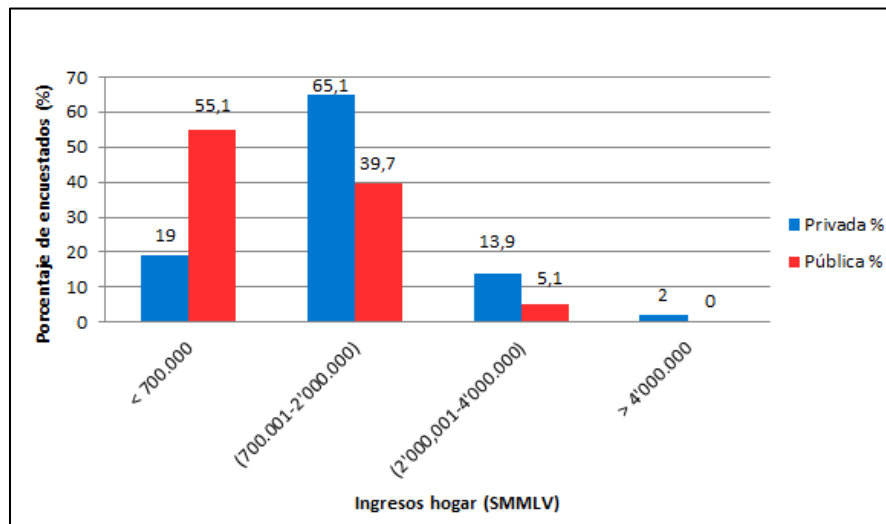
Fuente. Autoras.

La gráfica anterior muestra la clasificación por estratos de las personas encuestadas de acuerdo al tipo de institución, se evidencia que en el estrato 1 (Bajo- Bajo) hay un 0,7% de la población en las instituciones privadas y un 23,1% en las de tipo pública. Teniendo en cuenta que dentro de la UPZ Carvajal no existen zonas con esta clasificación, se puede decir que este porcentaje de la población no contestó de manera correcta.

Para el estrato 2 (Bajo), se presenta en la clasificación privado y público un porcentaje de 30,8 y 41 respectivamente, la gráfica indica que hay una mayor parte de la población de las instituciones públicas que residen en este estrato. En el estrato 3 (Medio- Bajo) se puede ver que dentro de esta clasificación se encuentra la mayor parte de la población de tipo de institución privada.

- Ingresos del hogar

Gráfica 5. Nivel de ingresos del hogar por tipo de institución.



Fuente. Autoras.

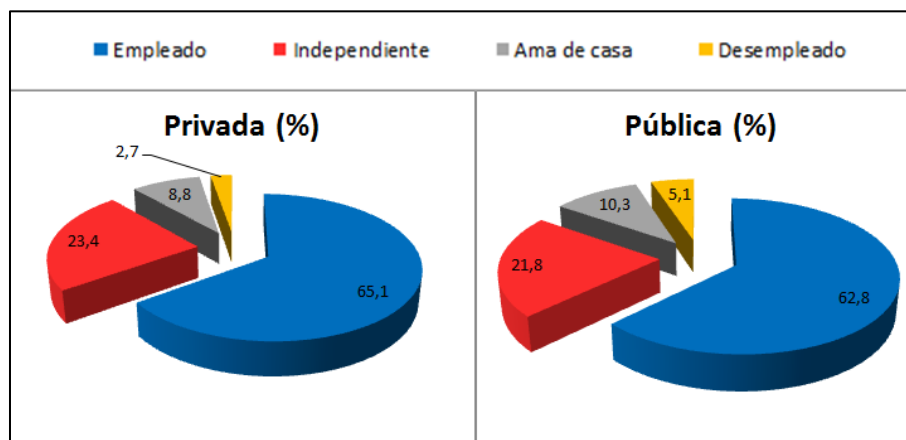
Entre la población encuestada, diferenciada por tipo de institución, se encontró frente al nivel de ingresos del hogar, que para el tipo privado predominan los ingresos entre \$700.001 a \$2'000.000, es decir entre dos y tres Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes (SMMLV), representados en un 65,1% del total de la población encuestada en este tipo de instituciones, seguido se encuentran los hogares que reciben ingresos menores a \$700.000 con un 19% y en menor porcentaje los ingresos entre \$2'000.000 a \$4'000.000 con un 13,9%.

En el tipo público, los resultados muestran que la mayor proporción de los hogares encuestados reciben ingresos menores a \$700.000, representados con un 55,1%, continuando en orden descendente están los ingresos entre \$700.001 a \$2'000.000 con 39,7%. Finalmente, la gráfica permite evidenciar que para el tipo privado una pequeña parte de los encuestados (2%) reciben ingresos en el hogar de más de \$4'000.000 en comparación a los de tipo público, donde no hay registro de hogares con estos ingresos.

Con respecto a otro tipo de ingresos que reciben los hogares, se obtuvo para la población de las instituciones privadas, que una pequeña parte representada en un 6,2% tienen ingresos adicionales, por lo cual su nivel de ingresos es mayor. En el caso del tipo público hay registro de 2 hogares que reciben otro tipo de ingresos de un total de 78 encuestados.

- Ocupación

Gráfica 6. Distribución porcentual de ocupación de los acudientes por tipo de institución.



Fuente. Autoras.

La anterior gráfica muestra el porcentaje de personas encuestadas según el tipo de institución con respecto a la ocupación, donde se evidencia que el mayor porcentaje está representado por las personas que son empleadas con un 62,8% y 65,1% para el tipo público y privado respectivamente. En cuanto a la población que se desarrolla como independiente, siendo la segunda con mayor registro porcentual se tiene un 21,8 para el tipo público y un 23,4 para el tipo privado, en el caso de ocupación como ama de casa, tiene una representación de 8,8% para este último y 10,3 para el tipo público. Por último, se encuentra en menor porcentaje la población desempleada correspondiendo a 5,1 para público y 2,7 para privado.

- Sexo

Tabla 8. Sexo del encuestado y niño por tipo de institución.

Sexo	Encuestado (%)		Niño (%)	
	Privado	Público	Privado	Público
Femenino	71.5	74.4	50.8	50
Maculino	28.5	25.6	49.2	50

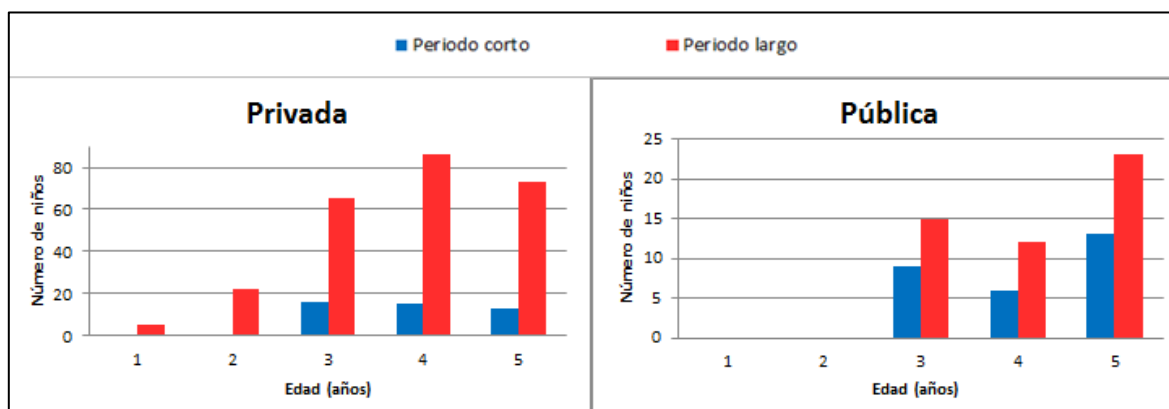
Fuente. Autoras.

De acuerdo a la tabla anterior, de las instituciones privadas el 71,5% de la personas que respondieron las encuestas son de sexo femenino y el 28,5 de sexo masculino. Para las instituciones públicas un 74,4% corresponde a femenino y un 25,6 para masculino, es decir, que tanto para las instituciones públicas como privadas las encuestas fueron respondidas por mujeres.

El sexo de los niños menores a 5 años esta equitativo ya que para las instituciones privadas los porcentajes de género femenino y masculino corresponden a 50,8 y 49,2 respectivamente. De igual manera, para las instituciones públicas con femenino (50%) y masculino (50%).

- Tiempo viviendo en el barrio

Gráfica 7. Tiempo de residencia del niño en el barrio por tipo de institución.



Fuente. Autoras.

La anterior gráfica, muestra el número de niños que han vivido un periodo largo (rojo) y los que han vivido un periodo corto (azul) en el actual barrio de residencia, donde se considera un periodo largo los que han residido en el sector más de la mitad de su vida y un periodo corto menos de la mitad de su vida, lo anterior, permite analizar la cantidad de tiempo que la población en estudio ha estado expuesta a los niveles de contaminación del aire por PM_{10} de la UPZ. De acuerdo a la gráfica, se puede inferir que tanto para instituciones públicas y privadas gran parte de la población ha vivido el mayor tiempo de su vida en el mismo barrio, lo cual quiere decir que esta población es la que más ha estado expuesta a las concentraciones del contaminante en la zona.

- Tiempo que permanece el niño en la institución.

Tabla 9. Tiempo de permanencia del niño en la institución.

Tiempos (h)	Privado		Público	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
5	2	0,7	11	14,1
6	187	63,4	67	85,9
7	22	7,5	-	-
8	68	23,1	-	-
9	1	0,3	-	-
10	3	1	-	-
11	4	1,4	-	-
12	8	2,7	-	-

Fuente. Autoras.

Como se puede ver en la tabla anterior, en las instituciones privadas los estudiantes tienen jornadas más largas con un rango de 5 a 12 horas, pero la mayor parte de esta población permanece en estos lugares entre 6 a 8 horas. En cambio en las instituciones públicas la jornada más larga corresponde a 6 horas.

A partir de lo anterior, se puede deducir que los estudiantes que más se ven afectados por la calidad del aire son los pertenecientes a las instituciones privadas, ya que para la concentración de PM_{10} que se tuvo en cuenta en el presente estudio solo se consideró la ubicación del colegio o jardín infantil, puesto que tienen un mayor tiempo de exposición a dicho contaminante. Adicionalmente, en el horario de la mañana y parte de la tarde se generan las mayores emisiones por parte de fuentes fijas y móviles del sector, coincidiendo con las horas en que los niños están en clase, poniendo en riesgo su salud.

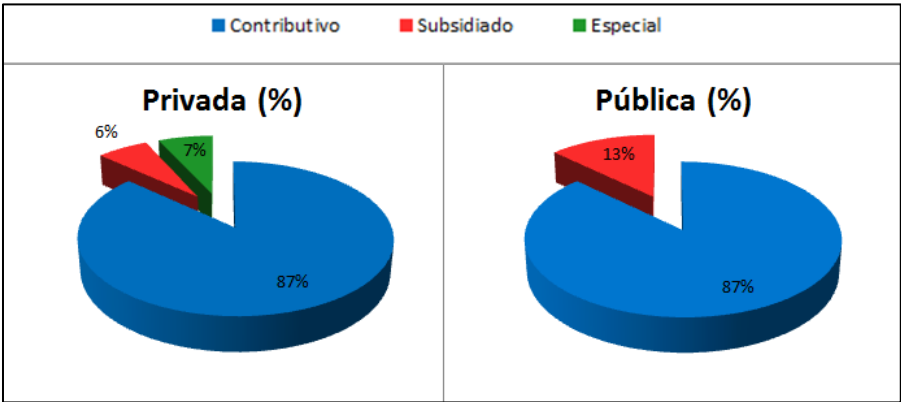
Es importante resaltar que en algunas de estas instituciones la infraestructura permitía fácilmente el ingreso de dicho contaminante, por lo cual los niños se veían directamente afectados. Como se puede observar el anexo 7, se muestran fotografías de algunos colegios donde se evidenció esta situación. Se observó que en la parte del techo habían aberturas por medio de las cuales podía ingresar la contaminación del exterior y algunos que contaban con espacios abiertos muy amplios. Sumado a ello, se debe considerar que al estar los niños en jornadas largas de estudio estarían expuestos este mismo tiempo a las concentraciones del contaminante. Además, en algunas otras instituciones se pudo observar que las ventanas de los salones permanecían largos periodos de tiempo abiertas, lo cual también influye en el ingreso del contaminante a las vías respiratorias.

Teniendo en cuenta que las emisiones de PM_{10} en la UPZ no solo están dadas por la presencia de una importante zona industrial, sino por un gran parque automotor

que circula constantemente por vías principales, como son la Avenida Primera de Mayo, Avenida Carrera 68, Avenida Boyacá y la Autopista Sur, las cuales presentan gran flujo vehicular y se encuentran ubicadas cerca de las instituciones educativas, se considera que las emisiones de este tipo de fuentes generan un impacto negativo significativo al presentar una mayor cercanía a la población de estudio. Por otra parte, con respecto a las vías locales, algunas se encuentran en mal estado lo cual genera un incremento en el material particulado suspendido.

- Régimen de salud

Gráfica 8. Régimen de salud por tipo de institución.



Fuente. Autoras.

La gráfica 8 representa el régimen de salud por tipo de institución, donde la mayor parte de la población, con un 87% tanto de las instituciones privadas como públicas se encuentran afiliadas al régimen contributivo, el porcentaje restante está distribuido en régimen subsidiado y especial, para las instituciones privadas equivale a 6% y 7% respectivamente; a diferencia de las instituciones públicas donde su distribución porcentual corresponde al régimen subsidiado con un 13%.

El régimen subsidiado y especial no tiene un valor de cuota moderadora (\$0) y el contributivo está relacionado con los ingresos del hogar, en donde el valor oscila desde \$2.500 hasta \$26.100.

Tabla 10. Número de personas pertenecientes al régimen contributivo por valor de cuota moderadora.

Valor cuota moderadora	Privado	Público
\$2.500	209	68
\$9.900	43	4
\$26.100	4	1

Fuente. Autoras.

La tabla 10 muestra que la mayor parte de la población perteneciente al régimen contributivo tanto en las instituciones públicas como en las privadas paga un valor de cuota moderadora correspondiente a \$2.500.

- Costos Días Laborales Perdidos

Tabla 11. Costos Días Laborales Perdidos por tipo de institución.

	%	
CDLP	Privado	Público
0	53.2	74.4
50.000	3.1	0
60.000	4.7	5.1
100.000	3.4	1.3

Privado		Público	
Valor Min	0	Valor Min	0
Valor Max	1.200.000	Valor Max	840.000

Fuente. Autoras.

El costo de los días laborales perdidos corresponde al valor por día de trabajo del acudiente y a los días totales perdidos en el año 2015 por la inasistencia al trabajo debido al cuidado del niño por ERA's. De la tabla anterior, se puede decir que la mayor parte de los acudientes encuestados no perdieron dinero por esta causa, las personas que si perdieron algunos días de trabajo les descontaron entre \$50.000 a \$100.000 en instituciones de tipo privado y para las de tipo público el valor esta entre \$60.000 a \$100.000.

Para los encuestados en las instituciones de tipo privado el valor máximo por los días perdidos es de \$1'200.000 y en las de tipo público el valor máximo corresponde a \$840.000.

6.4.1.2. Lugar de residencia

Tabla 12. Condiciones del lugar de residencia del niño por tipo de institución.

Condición	Privado		Público	
	Categoría > Frecuencia	> (%)	Categoría > Frecuencia	> (%)
Paredes	Terminación	68.5	Terminación	61.5
Pisos	Baldosa	88.1	Baldosa	84.6
Entorno	Vías Pavimentadas	53.9	Vías Pavimentadas	65.4
Fuma	No Fuman	84.7	No Fuman	76.9
Animales	No vive con animales	65.1	No vive con animales	60.3
Ventanas	A veces	44.4	A veces	48.7
Actividad Económica	Ninguna	94.6	Ninguna	94.9

Fuente. Autoras.

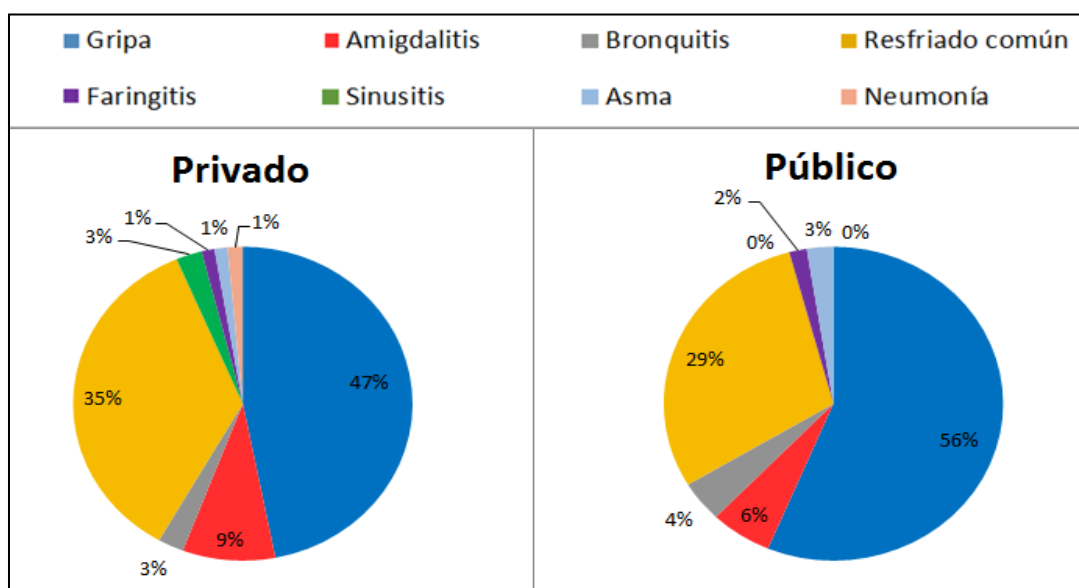
Es importante conocer las principales condiciones en las que se desarrolla el niño en sus primeros años de vida, por lo cual, para este estudio es relevante identificar las características de los lugares donde permanece constantemente y así analizar los factores que pueden incidir en las afectaciones a su sistema respiratorio.

Las condiciones de la vivienda que presentaron mayor porcentaje en las encuestas para las instituciones públicas y privadas, corresponden a las opciones de paredes con terminación (Privado: 68,5%- Público: 61,5%) y pisos donde el material predominante es la baldosa (Privado: 88,1%- Público: 84,6%). La presencia de personas que fuman dentro del hogar es baja, ya que su respuesta fue negativa con un 84,7% para instituciones privadas y 76,9% para públicas. También, la respuesta más común para la presencia de animales en el hogar fue negativa para ambos tipos de institución (Privado: 65,1%- Público: 60,3%).

Respecto al estado (abiertas- cerradas) de las ventanas mientras el niño se encuentra dentro de la vivienda, el mayor porcentaje de los encuestados respondieron la opción “a veces”, lo que puede permitir el ingreso de la contaminación atmosférica del exterior. Frente a las condiciones del entorno, la mayor parte habita en sectores con vías pavimentadas, por lo tanto disminuye la probabilidad de que el material particulado ingrese a las vías respiratorias. Además, se cuestionó acerca del desarrollo de alguna actividad económica dentro del hogar donde se obtuvo la opción ninguna como la respuesta más común.

6.4.1.3. Enfermedades Respiratorias Agudas

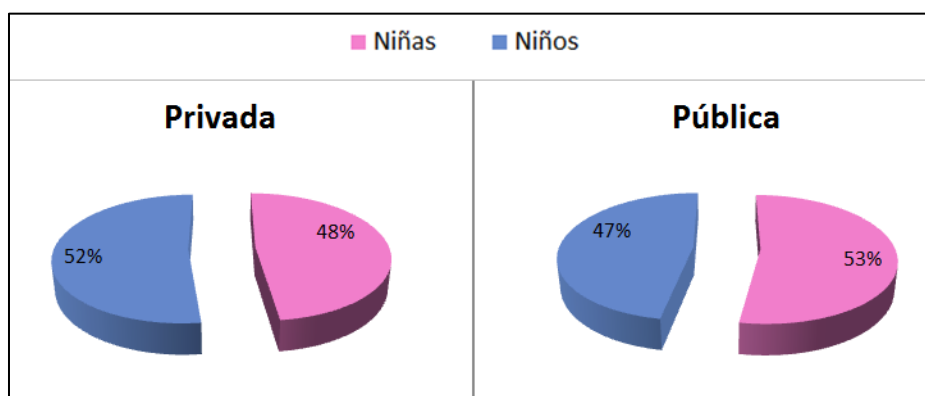
Gráfica 9. Porcentaje de Enfermedades Respiratorias Agudas por tipo de institución.



Fuente. Autoras.

Las principales ERA's presentadas por los niños en el año 2015, corresponden a gripa (Privado: 47%- Público: 56%) y resfriado común (Privado: 35%- Público: 29%), con respecto a las demás enfermedades el porcentaje de niños que presentaron estas son pocos, en el tipo público no se registraron casos de enfermedades como sinusitis y neumonía.

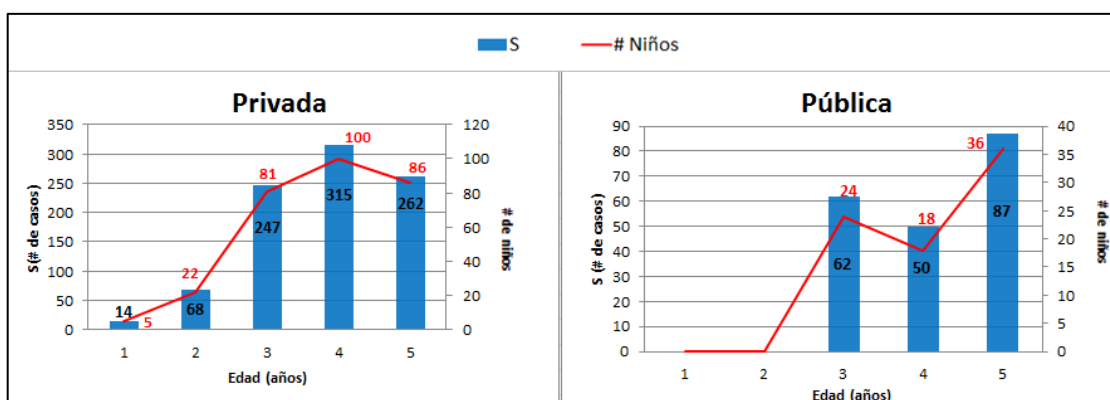
Gráfica 10. Porcentaje de morbilidad por ERA's por tipo de institución y sexo.



Fuente. Autoras.

La anterior gráfica representa el porcentaje del número de casos de ERA's presentadas por los niños en el año 2015, diferenciados por sexo y tipo de institución, encontrándose para las de tipo privado que los niños presentan un mayor porcentaje de morbilidad (52%) con respecto al de las niñas (48%). Por el contrario, para el público el mayor porcentaje de morbilidad se encuentra para las niñas con un 53% y para los niños un 47%.

Gráfica 11. Número de casos de ERA's por edad y tipo de institución.



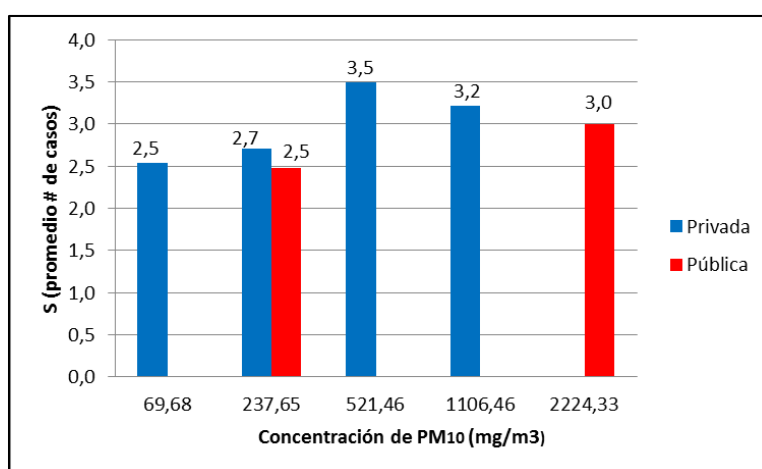
Fuente. Autoras.

La anterior gráfica muestra por edades el número de casos de ERA's (S) presentados en el año 2015 y el número de niños encuestados por cada una de

estas para ambos tipos de institución. En el caso de las privadas, de los encuestados para el presente estudio la mayoría se encuentran entre 5 y 4 años de edad, donde se observa que en esta última es donde se presentan mayor número de casos de ERA's correspondientes a 315. Frente a las instituciones públicas, se logra identificar que los niños ingresan a estudiar después de los 3 años de edad, por lo tanto no hay registro de estos en las encuestas; de los encuestados en el estudio se observa que la mayoría son de 5 años lo cual es correspondiente con el mayor número de casos de ERA's presentados en el 2015.

Es importante aclarar, que como se ve en el anterior gráfico la morbilidad está influenciada por el número de encuestas, teniendo en cuenta el número de estas y la morbilidad por edad y tipo de institución, se puede decir que en promedio la morbilidad para los niños de las instituciones privadas de 1-5 años correspondió a 3 veces en el año. Para las instituciones públicas los niños de 3 y 4 en promedio se enfermaron 3 veces en el año y los de 5 años con un promedio de 2 años.

Gráfica 12. Morbilidad promedio según el nivel de contaminación por PM₁₀ por tipo de institución.



Fuente. Autoras.

La anterior gráfica permite relacionar los niveles de contaminación atmosférica de la UPZ Carvajal, por tipo de institución con respecto al promedio de número de casos de ERA'S. Para la grafica se utilizó el valor promedio debido a que al utilizar el número de veces que enfermó el menor, el dato tomado se veia influenciado por el número de encuestas aplicadas que correspondian a un determinado nivel de contaminacion. Para las instituciones privadas, se puede observar que la morbilidad es directamente proporcional con los niveles de concentración de PM₁₀, ya que presenta que para una baja concentración de este contaminante se da una menor morbilidad y en las concentraciones más altas hay mayor morbilidad por ERA's. De igual forma, para las instituciones públicas, el total de la población

encuestada se encuentra en zonas con concentraciones de 237,65 y 2224,33 g/m³, se da una menor morbilidad en la menor concentración con un promedio de 2,5 y en la concentración más alta un promedio de 3.

De acuerdo a lo anterior, respecto a las instituciones privadas y públicas se puede decir que hay asociación entre los niveles de concentración de PM₁₀ y la morbilidad. Cabe aclarar que en las instituciones que presentaban mayor cercanía a las fuentes fijas con altas concentraciones de PM₁₀ como se observa en el mapa 9, es donde se presenta un promedio de número de casos mas alto.

6.4.1.4. Actividades preventivas

Teniendo en cuenta las preguntas planteadas para las actividades de prevención se obtuvieron los resultados mostrados de la tabla 13 a la tabla 17. Para su análisis se tiene en cuenta que los rangos varían dependiendo la actividad, estos corresponden al nivel de inversión que las personas tienen frente a estas actividades, donde el primero representa la inversión más baja equivalente a \$0 y el último la máxima inversión.

Tabla 13. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por aplicación de vacunas.

Rango	PV (%)	
	Privado	Público
0	26.1	38.5
Entre 100 - 5.000	22.7	23.1
Entre 5.001 - 10.000	18.3	12.8
Entre 10.001 - 50.000	22.4	15.4
Entre 50.001 - 100.000	10.5	10.3

Fuente. Autoras

Con respecto a la pregunta relacionada con los costos por la aplicación de vacunas para evitar la gripa, un 26,1% y 38,5% para instituciones privadas y públicas respectivamente, no presentan ninguna inversión; ello debido a que las vacunas en la primera infancia son brindadas gratuitamente. Frente a la máxima inversión para ambas instituciones (Privadas: 10,5%- Públicas: 10,3%) los encuestados refieren gastos entre \$50.001 a \$100.000, estos corresponden a casos donde el pago de la vacuna se realiza de forma particular y gastos de transporte en casos donde el menor vive lejos del lugar de prestación de servicios de salud.

Tabla 14. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por compra de vitaminas.

Rango	PAD V (%)	
	Privado	Público
0	7.1	15.4
Entre 1.000 - 5.000	10.8	16.7
Entre 5.001 - 10.000	19.3	23.1
Entre 10.001 - 50.000	41.7	35.9
Entre 50.001 - 100.000	21.0	9.0

Fuente. Autoras

La siguiente pregunta, está dirigida a conocer los costos por las vitaminas compradas para evitar ERA's en el niño, en donde se obtuvo que el mayor porcentaje de los acudientes en las instituciones privadas (41,7%) y públicas (35,9%) presentaron una inversión aproximadamente entre \$10.001 a \$50.000 anuales, con respecto a los que no presentaron ningún gasto en esta actividad se tiene para las privadas un 7,1% y en públicas 15,4%.

Tabla 15. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por compra de suplementos.

Rango	PAD S (%)	
	Privado	Público
0	10.2	24.4
Entre 5.000 - 10.000	9.8	21.8
Entre 10.001 - 50.000	30.5	26.9
Entre 50.001 - 100.000	35.6	19.2
Entre 100.001 - 500.000	13.9	7.7

Fuente. Autoras

La tercera pregunta, busca identificar el nivel de inversión que tienen las personas frente a la compra de suplementos que le permitan complementar la alimentación de los niños. En los encuestados en las instituciones de tipo privado predominan las inversiones entre \$50.001 a \$100.000 anuales representados en un 35,6% y tan solo un 10,2% no invierte dinero en este tipo de actividad. Por otra parte, de los encuestados en las instituciones públicas se obtuvo que la mayoría de personas con un 26,9% invierten entre \$10.001 a \$50.000, seguido están con un 24,4% los acudientes que no compran ninguno de estos productos por lo cual su inversión es nula. Cabe resaltar, que las personas de acuerdo a su nivel de ingresos pueden tener una mayor o menor inversión frente a este tipo de productos, lo cual se ve reflejado en la población encuestada en instituciones de tipo público, puesto que al tener bajos ingresos no les facilita la adquisición de los mismos.

Tabla 16. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por compra de elementos de protección.

Rango	PEP (%)	
	Privado	Público
0	10.8	19.2
Entre 100 - 5.000	15.9	10.3
Entre 5.001 - 10.000	18.6	14.1
Entre 10.001 - 20.000	18.6	24.4
Entre 20.001 - 50.000	35.9	32.1

Fuente. Autoras

Esta pregunta, se relaciona con los costos que acarrearán las personas en el año 2015 debido a la compra de elementos de protección que eviten que el niño enferme. Los resultados muestran que de los encuestados en instituciones privadas, un 35,9% siendo el porcentaje más representativo, presentan la máxima inversión (\$20.000-\$50.000) y tan solo un 10,8% no tiene gastos frente a este tipo de elementos. En cuanto a las respuestas de los encuestados en instituciones públicas, un 32,1% están en el rango 5, es decir, la máxima inversión y con respecto a los que no invierten en este tipo de productos se encuentra un 19,2%.

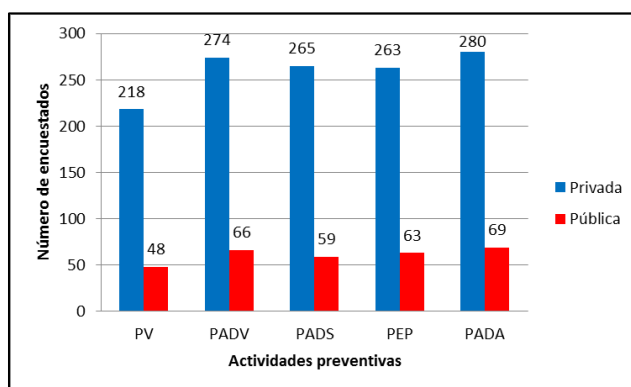
Tabla 17. Porcentaje de encuestados, preguntas de costos por compra de alimentos.

Rango	PAD A (%)	
	Privado	Público
0	5.1	11.5
Entre 100.000 - 500.000	51.2	55.1
Entre 500.001 - 1.000.000	28.1	20.5
Entre 1.000.001 - 1.500.000	8.5	6.4
Entre 1.500.001 - 2.000.000	7.1	6.4

Fuente. Autoras

En la última pregunta se indaga sobre los costos por la compra de alimentos (frutas-verduras) que los acudientes brindan a los niños para mantenerlos sanos y como una manera de fortalecer las defensas de su organismo para evitar la aparición de ERA's. Como se muestra en la anterior tabla, un poco más de la mitad de los encuestados (51,2%) en las instituciones privadas presentan una baja inversión (rango 2). Los resultados en las instituciones públicas arrojaron que la mayoría de la población encuestada tiene bajas inversiones (55,1%) y cerca de un 11,5% no invierten en este tipo de alimentos.

Gráfica 13. Demanda de actividades preventivas por tipo de institución.



Fuente. Autoras.

La anterior gráfica muestra las actividades preventivas planteadas en el presente estudio, con respecto al número de personas que utilizaron cada una de estas, donde se observa que para las instituciones de tipo privado y público, la actividad que presentó mayor demanda corresponde a la compra de alimentos como verduras y frutas (PADA) , seguidas de la compra de vitaminas (PADV) para evitar que el niño enfermara.

- Costos totales por actividades de prevención

En la siguiente tabla, se muestra la cantidad total de dinero en promedio que le costó a la población encuestada, por cada una de las actividades preventivas que realizan para ambos tipos de institución, donde se obtiene que las mayores inversiones se dan en la compra de alimentos, lo cual es coherente al ser esta la actividad más demandada. En promedio el costo total para la demanda de actividades preventivas para el año 2015 en instituciones privadas fue de \$219'411.700 y para las públicas fue de \$48'977.800.

Tabla 18. Costos por actividad de prevención diferenciados por tipo de institución.

Tipo institución	PV (vacunas)	PADV (vitaminas)	PAD (suplementos)	PEP (elementos de protección)	PADA (alimentos)	COSTO TOTAL
Privada	\$4.880.850	\$8.863.500	\$25.050.000	\$5.067.350	\$175.550.000	\$219.411.700
Pública	\$1.080.900	\$1.569.000	\$4.830.000	\$1.297.900	\$40.200.000	\$48.977.800

Fuente. Autoras.

6.4.1.5. Actividades de tratamiento

Teniendo en cuenta las preguntas planteadas para las actividades de tratamiento se obtuvieron los resultados mostrados de la tabla 18 a la tabla 23. Para su análisis se tiene en cuenta que los rangos varían dependiendo la actividad, estos corresponden al nivel de inversión que las personas tienen frente a estas actividades, donde el primero representa la inversión más baja equivalente a \$0 y el último la máxima inversión.

Tabla 19. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por visitas médicas.

Rango	TVM (%)	
	Privado	Público
0	13.9	28.2
Entre 5.000 - 10.000	9.2	20.5
Entre 10.001 - 30.000	29.5	21.8
Entre 30.001 - 50.000	47.5	29.5

Fuente. Autoras

La tabla muestra los resultados obtenidos para la pregunta relacionada en las encuestas con los costos ocasionados por las visitas médicas, como se puede ver el rango que más representó los costos de los acudientes fue último rango con un 47% para instituciones privadas y un 29,5% para públicas. Estos costos están relacionados con las cuotas moderadas y los gastos por transporte, ya sea por urgencias o citas programadas por consultas de ERA's.

Tabla 20. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por medicamentos.

Rango	TMD (%)	
	Privado	Público
0	5.4	14.1
Entre 5.000 - 20.000	28.8	30.8
Entre 20.001 - 50.000	30.2	43.6
Entre 50.001 - 100.000	35.6	11.5

Fuente. Autoras

La tabla muestra los porcentajes de frecuencias de la respuesta a la pregunta relacionada con los costos por medicamentos para tratar las ERA's en las encuestas, en donde se obtuvo que la mayor parte de las personas tienen costos entre \$50.0001-\$100.000 para las instituciones tipo privadas y entre \$20.001- \$50.000 para las públicas.

Tabla 21. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por hospitalizaciones.

Rango	TH (%)	
	Privado	Público
0	81.0	82.1
Entre 10.000 - 50.000	5.1	7.7
Entre 50.001 - 100.000	4.7	2.6
Entre 100.001 - 500.001	9.2	7.7

Fuente. Autoras

Los resultados para la pregunta sobre los costos por hospitalizaciones por ERA's tanto para las instituciones privadas como públicas, como se observa en la tabla fue una mayor porcentaje para la opción de \$0, por lo cual se puede decir que la mayor parte de la población no tuvo hospitalizaciones para el año 2015.

Tabla 22. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por terapias.

Rango	TTR (%)	
	Privado	Público
0	67.5	89.7
Entre 5.000 - 20.000	12.2	6.4
Entre 20.001 - 50.000	10.2	3.8
Entre 50.001 - 100.000	10.2	0

Fuente. Autoras

Los resultados para la pregunta sobre los costos por terapias respiratorias por ERA's tanto para las instituciones privadas como públicas, como se observa en la tabla fue una mayor porcentaje para la opción de \$0, por lo cual se puede decir que la mayor parte de la población no necesito de esta forma de tratamiento para el año 2015.

Tabla 23. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por remedios caseros.

Rango	TRC (%)	
	Privado	Público
0	14.2	28.2
Entre 5.000 - 20.000	48.5	43.6
Entre 20.001 - 40.000	26.1	24.4
Entre 40.001 - 60.000	11.2	3.8

Fuente. Autoras

Los costos relacionados con la preparación de remedios caseros según los resultados de las encuestas esta entre \$5.000- \$20.000 tanto para las instituciones privadas como públicas en el 2015, esto debido a que los productos con que se realizan son económicos.

Tabla 24. Porcentaje de encuestados, pregunta de costos por cambios en la dieta

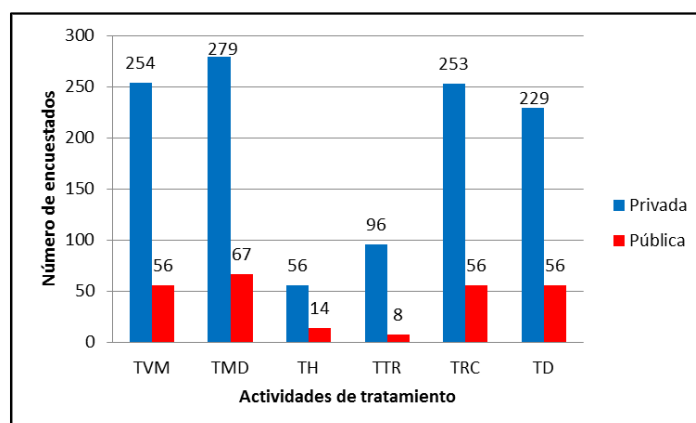
Rango	TD (%)	
	Privado	Público
0	22.4	28.2
Entre 5.000 - 20.000	29.5	26.9
Entre 20.001 - 40.000	26.8	29.5
Entre 40.001 - 60.000	21.4	15.4

Fuente. Autoras

Los costos relacionados con los cambios en la dieta como tratamiento para las ERA's según los resultados en las encuestas, la distribución porcentual de las respuestas de la población no presentó gran variación entre los rangos, pero el rango que más contestaron en las instituciones privadas estuvo entre \$5.000- \$20.000 y en las públicas entre \$20.001- \$40.000, por lo anterior se puede decir que la población de las instituciones públicas invierten más en esta forma de tratamiento

que la población de las instituciones privadas.

Gráfica 14. Demanda de actividades de tratamiento por tipo de institución.



Fuente. Autoras.

La gráfica anterior muestra las actividades de tratamiento planteadas en el presente estudio con respecto al número de personas que utilizaron cada una de estas, donde se evidencia que para ambos tipos de institución (privado y público), la actividad que presentó mayor demanda fue la compra de medicamentos (TMD) seguida de las consultas médicas (TVM). Sin embargo, esta última actividad en el caso de instituciones públicas presenta una demanda similar con respecto a la actividad de remedios caseros (TRC) y cambios en la dieta (TD).

En la tabla 25, se muestra la cantidad de dinero gastada por las personas en el año 2015 por actividad de tratamiento diferenciados por tipo de institución, donde se observa que los mayores costos se dan en la compra de medicamentos para ambos tipos de institución. En promedio el costo total de las actividades de tratamiento demandadas por la población en estudio corresponde a \$37'855.000 y \$7'280.000 para instituciones privadas y públicas respectivamente.

Tabla 25. Costos por actividad de tratamiento diferenciados por tipo de institución.

Tipo institución	TVM (consultas médicas)	TMD (medicamentos)	TH (hospitalizaciones)	TTR (terapias respiratorias)	TRC (remedios caseros)	TD (cambio dieta)	COSTO TOTAL
Privada	\$7.582.500	\$12.087.500	\$9.600.000	\$3.750.000	\$5.760.000	\$6.657.500	\$37.855.000
Pública	\$1.407.500	\$2.225.000	\$2.130.000	\$167.500	\$1.175.000	\$1.582.500	\$7.280.000

Fuente. Autoras.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que las personas invierten mayor cantidad de dinero en actividades preventivas, lo cual refleja la reducción de los gastos en actividades para tratar las enfermedades que podría presentar el niño, debido a que al utilizar medidas de defensa la probabilidad de que este enferme disminuye.

6.4.2. Análisis Econométrico

A partir de la metodología del Método de Función de Producción de Salud, explicado en el marco teórico del presente documento y de la información generada en las encuestas, se estima el modelo econométrico y a su vez el Valor de la Disponibilidad a Pagar (DAP).

Los resultados de los modelos econométricos se presentan a continuación, a través de tablas resumen de los diferentes modelos que se desarrollaron por Regresión Lineal Múltiple, en el programa IBM SPSS Statistics para cada una de las funciones: Dosis respuesta, Demanda por actividades defensivas y Demanda por actividades de tratamiento

- Función Dosis Respuesta

$$S = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 T + \beta_3 Q$$

Donde,

S = Número de casos de morbilidad para el 2015.

D = Número de actividades defensivas realizadas en el 2015 para evitar las ERA's.

T = Número de actividades de tratamiento realizadas en el 2015 para controlar o eliminar las ERA's.

Q = Concentración de PM10 de la zona.

β_0 = Constante del modelo.

$\beta_1, \beta_2 \dots \beta_X$ = Coeficientes para cada una de las variables independientes de la ecuación.

Las variables como la morbilidad (S), la demanda por actividades defensivas (D) y de tratamiento (T), corresponden a datos generados a partir de la información de las encuestas. Por medio de los modelos se obtienen los coeficientes respectivos para cada una de las variables independientes, los cuales permiten valorar la importancia relativa de estas variables dentro de la ecuación.

La tabla 26, muestra el resumen de los modelos que más se ajustaron para esta función, en donde se pueden ver los coeficientes estandarizados o tipificados (β) y la significancia (Sig) por variable, los cuales son criterios para la elección del modelo que más se ajusta a la ecuación.

En el modelo 1, se ingresaron las variables correspondientes a la función original añadiendo variables de ingresos, edad del niño, tiempo en el barrio y en la institución. En el modelo 2, se adicionan variables relacionadas con los costos de las actividades de las ERA's, teniendo en cuenta datos aleatorios de los rangos de los costos e ingresos, además, se descartó una encuesta en la que se registraba un dato atípico en la variable dependiente ($S=40$). En el modelo 3, se ingresan los mismos datos eliminando una encuesta, donde la morbilidad era un dato atípico ($S=15$). Los modelos 4 y 5 se corren ingresando las mismas variables del modelo 3, diferenciándose de los anteriores al descartar dos datos atípicos ($S=12$), el 4 utiliza la media aritmética de los rangos de los costos y el 5 costos aleatorios.

Tabla 26. Resumen resultados de modelos para la Función de Dosis Respuesta.

Modelo N°	MODELO 1		MODELO 2		MODELO 3		MODELO 4		MODELO 5	
R2	0,08		0,15		0,15		0,15		0,15	
Constante	1,967510286		1,581659902		2,060874024		2,447795713		2,40937697	
Variables	B	Sig	B	Sig	B	Sig	B	Sig	B	Sig
Ingresos (med-ale)	,003	,955	-0,007	0,887	-0,012	0,818	-0,018	0,730	0,000	0,998
Edad niño	,042	,471	0,039	0,514	0,009	0,877	-0,003	0,962	-0,019	0,755
Tiempo barrio	-,076	,193	-0,046	0,423	-0,034	0,553	-0,072	0,210	-0,056	0,329
Tiempo institución	-,087	,107	-0,081	0,119	-0,098	0,058	-0,100	0,061	-0,109	0,035
D	,076	,215	0,121	0,077	0,119	0,083	0,114	0,109	0,115	0,094
T	,210	,000	0,198	0,013	0,166	0,038	0,067	0,425	0,185	0,021
Q	,064	,258	0,106	0,037	0,089	0,079	0,078	0,175	0,077	0,131
PV	-	-	0,111	0,026	0,120	0,016	0,016	0,772	0,117	0,019
PADV	-	-	0,011	0,861	-0,003	0,956	0,046	0,431	0,024	0,696
PADS	-	-	0,077	0,190	0,074	0,208	0,027	0,651	0,037	0,533
PEP	-	-	-0,046	0,463	-0,042	0,500	-0,092	0,097	-0,063	0,314
PADA	-	-	-0,121	0,054	-0,109	0,082	-0,061	0,301	-0,087	0,165
TVM	-	-	0,046	0,511	0,050	0,478	0,088	0,151	0,045	0,522
TMD	-	-	0,045	0,514	0,035	0,616	0,064	0,308	0,011	0,875
TH	-	-	-0,163	0,006	-0,167	0,005	-0,117	0,039	-0,180	0,002
TTR	-	-	-0,002	0,981	-0,011	0,865	0,028	0,678	0,025	0,715
TRC	-	-	-0,011	0,878	0,022	0,759	0,059	0,320	0,011	0,880
TD	-	-	0,128	0,077	0,156	0,032	0,153	0,023	0,157	0,032

Fuente. Autoras.

Al analizar cada uno de los modelos que aparecen en la tabla anterior se selecciona el modelo final, teniendo en cuenta criterios como la significancia y la coherencia de los signos esperados para las variables explicativas. Por lo tanto, como se puede observar para esta ecuación, los modelos en los que se ingresan pocas variables, se evidencia poca significancia en ellas ($>0,05$) y en los modelos con mayor número de variables ingresadas, hay un mayor número de estas con significancia menor a 0,05, por lo que tienen mayor confiabilidad los modelos 2, 3 y 5. Como la variable de calidad del aire es de gran importancia para el presente estudio, se elige el modelo 2, ya que esta variable es significativa. Además, se puede decir que el 15% de los datos se ajustan al modelo, ya que tiene un R^2 de 0,15.

De acuerdo a ello, la ecuación con sus respectivos coeficientes se muestra a continuación.

$$S = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 PV + \beta_3 PADV + \beta_4 PADS + \beta_5 PEP + \beta_6 PADA + \beta_7 T + \beta_8 TVM + \beta_9 TMD + \beta_{10} TH + \beta_{11} TTR + \beta_{12} TRC + \beta_{13} TD + \beta_{14} ING + \beta_{15} ED + \beta_{16} TB + \beta_{17} TI + \beta_{18} Q$$

Reemplazando los coeficientes tipificados para cada variable explicativa del modelo 2 se obtiene:

$$S = 1,582 + 0,121 D + 0,111 PV + 0,011 PADV + 0,077 PADS - 0,046 PEP - 0,121 PADA + 0,198 T + 0,046 TVM + 0,045 TMD - 0,163 TH - 0,002 TTR - 0,011 TRC + 0,128 TD - 0,007 ING + 0,039 ED - 0,046 TB - 0,081 TI + 0,106 Q$$

Teniendo en cuenta los signos que acompañan los coeficientes de las variables que se muestran en la anterior ecuación, se realizan los análisis correspondientes para cada una de ellas.

La variable que representa el número de actividades defensivas (D), al tener un coeficiente positivo nos indica que a mayor número de ellas se presenta un mayor número de casos de morbilidad, lo cual puede darse ya que algunas de estas actividades son desarrolladas en presencia de las ERA's, como es el caso del consumo de vitaminas ($PADV$), suplementos ($PADS$) o la aplicación de vacunas (PV), lo cual coincide con los signos de los coeficientes de los costos generados para estas actividades defensivas.

Para los costos relacionados con las actividades defensivas como el uso de elementos de protección (PEP) y los costos por alimentación ($PADA$), se observa que el número de casos de morbilidad disminuye al aumentar los costos generados por estas actividades.

Según el signo de la demanda por actividades de tratamiento de las ERA's, se puede inferir que estas aumentan junto con los casos de morbilidad, lo cual es coherente ya que al presentarse estas enfermedades en los niños se realizan estas actividades, por lo tanto se generan mayores costos por cada una de las actividades desarrolladas, como se puede ver con los costos por visitas médicas (TVM), medicamentos (TMD) y cambios en la dieta (TD).

Los costos por terapias respiratorias (TTR) y remedios caseros (TRC), no son variables significativas en el modelo seleccionado, además el signo no es el esperado, por lo tanto no se puede interpretar. De igual forma para la variable

correspondiente a las hospitalizaciones (*TH*) está acompañada de coeficiente con signo negativo, el cual no es el esperado, se puede decir que las encuestas realizadas no son suficientes para que estas variables den respuesta a la variable dependiente.

Con respecto a la variable de los ingresos del hogar, se puede decir que cuánto mayores sean los ingresos disponibles en este, el número de casos de morbilidad disminuye, ya que las personas pueden acceder con mayor facilidad a diferentes productos y/o servicios que le permitan evitar la presencia de este tipo de enfermedades.

La variable correspondiente a la edad del niño, indica que a mayor edad, se presentan mayor número de casos de morbilidad, según las estadísticas descriptivas las edades más frecuentes fueron las de 4 y 5 años, esto influencia el resultado del modelo en el coeficiente positivo de la variable. El signo esperado es negativo teniendo en cuenta que el sistema inmunológico se desarrolla en estas edades y genera mayor resistencia a las enfermedades, pero también es cierto que entre mayor edad, los niños permanecen mayor tiempo en las instituciones educativas y con esto están más expuestos a los contaminantes y a otros determinantes de la enfermedad, por lo cual el signo del coeficiente puede ser ambiguo.

Para la variable relacionada con el tiempo en que el niño ha vivido en el barrio (*TB*) ubicado dentro de la UPZ Carvajal, el signo del coeficiente indicaría que a mayor tiempo viviendo en la zona, menores son los casos de morbilidad. Igualmente, con la variable del tiempo de permanencia dentro de las instituciones (*TI*), donde a mayor tiempo que permanece el niño en la institución menores son los casos de ERA's. Estas variables en el modelo seleccionado no son significativas y a su vez el signo no es el esperado, puede ser porque el número de encuestas no son suficientes para que estas variables explicativas den respuesta a la variable dependiente.

Por último, según el coeficiente que acompaña la variable de calidad del aire (*Q*), se observa que el número de casos de morbilidad aumenta en la medida que hay mayor contaminación por PM_{10} , es decir si las concentraciones de PM_{10} disminuyeran, los casos de morbilidad de ERA's a su vez disminuirían.

- Función de Demanda por Actividades Preventivas

$$D = \alpha_0 + \alpha_1 PD + \alpha_2 PT + \alpha_3 ING + \alpha_4 OIN + \alpha_5 Q$$

D = Número de actividades defensivas realizadas en el 2015 para evitar las ERA's.

PD = Costos generados por las actividades defensivas realizadas en el 2015 para evitar la aparición las ERA's ($PV, PADV, PADS, PEP, PADA$).

PT = Costos generados por las actividades de tratamiento realizadas en el 2015 para controlar o eliminar las ERA's ($TVM, TMD, TH, TTR, TRC, TD$).

Q = Concentración de PM_{10} de la zona.

ING = Ingresos del hogar.

OIN = Ingresos exógenos.

α_0 = Constante del modelo.

$\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_X$ = Coeficientes para cada una de las variables independientes de la ecuación.

Las variables como el número de actividades defensivas (D) correspondiente a la demanda de los encuestados por este tipo de actividades, los costos por actividades defensivas (PV) y de tratamiento (PT), los ingresos del hogar (ING) y los ingresos exógenos (OIN), los cuales para este caso corresponden a otros ingresos del hogar, se obtuvieron a partir de la información generada por medio de las encuestas. A partir de los modelos de regresión lineal que se obtuvieron para este caso, se hallan los coeficientes correspondientes a cada una de las variables, los cuales permiten conocer la importancia de las variables dentro de la ecuación.

En la siguiente tabla se muestran cinco modelos, los cuales presentaron el mejor ajuste con respecto a la función de demanda por actividades de prevención. En esta se observan los coeficientes estandarizados (β) y la significancia para cada variable, a partir de estos criterios se realiza la selección del modelo que más se ajusta a la ecuación de demanda.

En el modelo 1, se ingresaron las variables correspondientes a la función original añadiendo variables de la edad del niño, tiempo en el barrio y en la institución, los costos de las actividades de las ERA's corresponden a la media del rango y los datos de calidad del aire a valores aleatorios entre los rangos establecidos. El modelo 2, se diferencia del anterior porque los costos se toman como un valor aleatorio del rango. En el modelo 3, se ingresa la media aritmética de los rangos de los costos y se excluyen las variables de tiempo en la institución y tiempo que lleva el niño viviendo en el barrio. En el modelo 4, se ingresan los mismos datos del modelo 1, teniendo en cuenta la media aritmética de los rangos de calidad del

aire. En el modelo 5, se ingresan las mismas variables del anterior utilizando valores aleatorios de los rangos de los costos y se incluye la variable de ingresos exógenos.

Tabla 27. Resumen resultados de modelos para la Función de demanda por Actividades Preventivas.

Modelo N°	MODELO 1		MODELO 2		MODELO 3		MODELO 4		MODELO 5	
R2	0,34		0,44		0,41		0,43		0,43	
Constante	1,697043393		2,36602715		2,693815914		2,085051664		2,409	
Variables	B	Sig	B	Sig	B	Sig	B	Sig	B	Sig
Ingresos (med-ale)	0,033	0,487	-0,016	0,715	0,040	0,369	0,023	0,606	-0,031	0,474
Edad niño	-0,104	0,045	-0,021	0,648	-0,063	0,140	- 0,107	0,027	-0,030	0,517
Tiempo barrio	0,127	0,011	0,017	0,713	-	-	0,095	0,043	0,016	0,722
Tiempo institución	0,184	0,000	0,090	0,028	-	-	0,101	0,020	0,095	0,019
CMO	0,004	0,937	-0,005	0,904	-0,011	0,793	- 0,013	0,761	0,001	0,988
Q	0,080	0,072	0,059	0,147	0,365	0,000	0,327	0,000	0,057	0,158
PV	0,152	0,002	-0,037	0,352	0,161	0,000	0,165	0,000	-0,041	0,293
PADV	0,086	0,091	0,151	0,002	0,060	0,214	0,062	0,191	0,141	0,004
PADS	0,004	0,944	0,051	0,273	0,001	0,989	0,007	0,887	0,049	0,287
PEP	0,083	0,086	0,209	0,000	0,084	0,064	0,093	0,038	0,208	0,000
PADA	0,261	0,000	0,197	0,000	0,261	0,000	0,267	0,000	0,218	0,000
TVM	0,159	0,002	0,172	0,001	0,123	0,012	0,119	0,015	0,195	0,000
TMD	0,050	0,364	0,091	0,098	0,047	0,366	0,051	0,321	0,072	0,189
TH	0,024	0,614	0,062	0,181	0,045	0,327	0,044	0,331	0,057	0,210
TTR	0,085	0,115	-0,050	0,331	0,083	0,103	0,077	0,129	-0,052	0,315
TRC	0,044	0,402	0,078	0,165	0,036	0,470	0,031	0,519	0,080	0,150
TD	-0,135	0,009	-0,042	0,447	-0,102	0,037	- 0,109	0,024	-0,047	0,391
OTROS ING	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,114	0,005

Fuente. Autoras.

La elección del modelo final se realiza teniendo en cuenta criterios como la significancia y la coherencia de los signos esperados para las variables explicativas. De esta manera se establecen los modelos 1, 4 y 5 como los más confiables, ya que presenta mayor número de variables con significancia menor a 0,05. Sin embargo, se descartan los modelos 1 y 5, ya que al ser la variable calidad del aire (Q) la de mayor importancia, en ambos modelos no presentó significancia, por tanto se hace la elección del modelo 4. Además, se puede decir que el 43% de los datos se ajustan al modelo, ya que tiene un R^2 de 0,43.

El modelo seleccionado se corrió ingresando las variables cuantitativas consideradas en el estudio, excepto la de otros ingresos debido a que la mayor parte de los encuestados no tienen ingresos adicionales, por lo tanto no son representativos. Para el caso de las variables ingresos del hogar, costos de actividades preventivas y costos de actividades de tratamiento, se ingresaron los valores correspondientes a la media aritmética.

De acuerdo a ello, la ecuación con sus respectivos coeficientes se muestra a continuación.

$$D = \alpha_0 + \alpha_1 PV + \alpha_2 PADV + \alpha_3 PADS + \alpha_4 PEP + \alpha_5 PADA + \alpha_6 TVM \\ + \alpha_7 TMD + \alpha_8 TH + \alpha_9 TTR + \alpha_{10} TRC + \alpha_{11} TD + \alpha_{12} ING \\ + \alpha_{13} ED + \alpha_{14} TB + \alpha_{15} TI + \alpha_{16} CMO + \alpha_{17} Q$$

Reemplazando los coeficientes tipificados para cada una de las variables explicativas en el modelo 4 se obtiene:

$$D = 2,085 + 0,165 PV + 0,062 PADV + 0,007 PADS + 0,093 PEP + 0,267 PADA \\ + 0,119 TVM + 0,051 TMD + 0,044 TH + 0,077 TTR + 0,031 TRC \\ - 0,109 TD + 0,023 ING - 0,107 ED + 0,095 TB + 0,101 TI \\ - 0,013 CMO + 0,327 Q$$

De acuerdo a la ecuación obtenida, se observa que los coeficientes correspondientes a las variables que relacionan los costos de actividades defensivas para evitar a presencia de ERA's tienen signo positivo, lo cual quiere decir que a medida que los costos de estas actividades aumentan, la demanda por las mismas también, ello es coherente puesto que la generación de costos en estas es una muestra de que las personas hacen uso de este tipo de actividades.

Con respecto a la variable relacionada con los ingresos del hogar (*ING*), el signo positivo que acompaña la variable indica que cuánto mayores sean los ingresos disponibles en el hogar, el número de actividades defensivas se incrementa. En el caso de la variable cuota moderadora (*CMO*), se puede decir que a medida que esta aumenta, el número de actividades defensivas disminuye, debido a que las personas por lo general no llevan los niños a controles médicos como una medida preventiva de la enfermedad.

La variable de edad del niño (*ED*), indica que a mayor edad, el número de actividades defensivas disminuye, debido a que a medida que los niños van creciendo son menos los hábitos de cuidado que tienen los acudientes hacia estos. Respecto al tiempo que el niño permanece en la institución (*TI*) y el tiempo que lleva viviendo en el barrio (*TB*), los signos de estas variables indican que a mayor tiempo que el niño este en la institución y entre más años lleve viviendo en el barrio, la demanda de actividades de defensa se incrementan, debido a que se estaría aumentando la exposición del niño a los niveles de contaminación presentes en la zona.

Para los costos relacionados con las actividades de tratamiento, se observa que entre mayores sean los gastos por estas actividades, la demanda de actividades defensivas aumenta, ya que para no incidir en este tipo de gastos, las personas prefieren realizar más actividades que le permitan prevenir una próxima aparición

de ERA's. Para la variable de cambios en la dieta (TD) como actividad de tratamiento, presenta signo negativo, lo cual quiere decir que al incrementar los costos de esta actividad la demanda de actividades defensivas disminuye, pues las personas al realizar cambios en la alimentación de sus hijos están a su vez realizando actividades defensivas, por lo cual la demanda de estas disminuiría.

Por último, según el coeficiente que acompaña la variable de calidad del aire (Q), se observa que el número de actividades defensivas disminuye en la medida que la calidad del aire mejora, puesto que al ser positivo este coeficiente nos indica que a mayores concentraciones de PM_{10} , hay mayor demanda de estas actividades.

- Función Demanda por Actividades de tratamiento

$$T = \delta 0 + \delta 1 PT + \delta 2 PD + \delta 3 ING + \delta 4 OIN + \delta 5 Q$$

Donde,

T = Número de actividades de tratamiento realizadas en el 2015 para controlar o eliminar las ERA's.

PD = Costos generados por las actividades defensivas realizadas en el 2015 para evitar la aparición las ERA's ($PV, PADV, PADS, PEP, PADA$).

PT = Costos generados por las actividades de tratamiento realizadas en el 2015 para controlar o eliminar las ERA's ($TVM, TMD, TH, TTR, TRC, TD - CRE, CDLP, CMO$).

Q = Concentración de PM_{10} de la zona.

ING = Ingresos del hogar.

OIN = Ingresos exógenos.

$\delta 0$ = Constante del modelo.

$\delta 1, \delta 2 \dots \delta X$ = Coeficientes para cada una de las variables independientes.

Las variables que contiene la anterior ecuación corresponden a los datos generados previamente por medio de las encuestas, los coeficientes que las acompañan son obtenidos a través de la generación de modelos en el programa estadístico SPSS, los cuales permiten conocer la importancia que tiene cada una de las variables explicativas en la ecuación de la demanda por las actividades de tratamiento.

En los modelos 1, 3 y 4, se ingresan la media aritmética de los rangos de los costos, diferenciándose entre sí por el número de variables ingresadas, puesto que en el modelo 1, se excluyen ingresos exógenos y cuota moderadora. En el modelo 3, además de estos se excluyen los tiempos de permanencia en el barrio y en la institución. Para los modelos 2 y 5, se tienen en cuenta los costos aleatorios, eliminando en el modelo 2 las variables de ingresos exógenos y cuota moderadora.

Tabla 28. Resumen resultados de modelos para la Función de demanda por Actividades de Tratamiento.

Modelo N°	MODELO 1		MODELO 2		MODELO 3		MODELO 4		MODELO 5	
R2	0,598		0,602		0,597		0,599		0,602	
Constante	1,485530937		1,892429698		2,308411274		1,468706193		1,892890907	
Variables	B	Sig	B	Sig	B	Sig	B	Sig	B	Sig
Ingresos (med-ale)	0,042	0,253	-0,047	0,190	-0,014	0,693	0,049	0,201	-0,051	0,169
Edad niño	0,021	0,613	0,068	0,094	0,033	0,356	0,024	0,558	0,067	0,100
Tiempo barrio	-0,030	0,443	-0,063	0,111	-	-	-0,031	0,440	-0,062	0,116
Tiempo institución	0,072	0,047	0,068	0,054	-	-	0,072	0,050	0,067	0,059
CRE	0,005	0,893	-0,027	0,449	-0,026	0,464	0,004	0,910	-0,026	0,455
CDLP	0,063	0,092	0,055	0,140	0,055	0,138	0,059	0,120	0,055	0,141
Q	0,182	0,000	0,030	0,393	0,075	0,043	0,184	0,000	0,029	0,412
PV	0,006	0,870	0,016	0,630	0,020	0,552	0,010	0,805	0,017	0,623
PADV	-0,043	0,279	-0,070	0,093	-0,074	0,079	-0,041	0,312	-0,071	0,090
PADS	-0,047	0,253	-0,034	0,393	-0,043	0,278	-0,046	0,267	-0,036	0,375
PEP	-0,044	0,244	-0,048	0,251	-0,058	0,165	-0,044	0,249	-0,049	0,245
PADA	-0,073	0,052	-0,042	0,319	-0,045	0,279	-0,077	0,043	-0,041	0,328
TVM	0,210	0,000	0,300	0,000	0,294	0,000	0,204	0,000	0,301	0,000
TMD	0,048	0,265	0,110	0,020	0,096	0,042	0,054	0,215	0,108	0,024
TH	0,170	0,000	0,186	0,000	0,185	0,000	0,172	0,000	0,186	0,000
TTR	0,317	0,000	0,264	0,000	0,274	0,000	0,318	0,000	0,264	0,000
TRC	0,049	0,228	0,051	0,290	0,042	0,388	0,047	0,255	0,053	0,277
TD	0,325	0,000	0,265	0,000	0,270	0,000	0,326	0,000	0,266	0,000
OTROS ING	-	-	-	-	-	-	0,032	0,360	-0,001	0,966
CMO	-	-	-	-	-	-	-0,014	0,690	0,016	0,650

Fuente. Autoras.

La tabla 28, muestra el resumen de los modelos corridos para la función de demanda por actividades de tratamiento de las ERA's, estos se analizan para seleccionar el modelo final, teniendo en cuenta criterios como la significancia y la coherencia de los signos esperados para las variables explicativas. Por lo tanto, como se puede observar para esta función, el modelo que más variables independientes con significancia menor a 0,05 tiene es el número 4, en donde dentro de las variables significativas se encuentra la calidad del aire y la mayor parte de las variables relacionadas con los costos generados por las actividades de tratamiento, las cuales son importantes para la ecuación. Además, se puede decir que el 60% de los datos se ajustan al modelo, ya que tiene un R^2 de 0,6.

Para el modelo 4, se tiene en cuenta todas las variables cuantitativas del estudio y en los valores como los costos por las actividades preventivas, de tratamiento y los ingresos se consideró la media correspondiente para el rango elegido por los encuestados.

De acuerdo a ello, la ecuación con sus respectivos coeficientes se muestra a continuación.

$$T = \delta_0 + \delta_1 PV + \delta_2 PADV + \delta_3 PADS + \delta_4 PEP + \delta_5 PADA + \delta_6 TVM + \delta_7 TMD + \delta_8 TH + \delta_9 TTR + \delta_{10} TRC + \delta_{11} TD + \delta_{12} CRE + \delta_{13} CDLP + \delta_{14} CMO + \delta_{15} ING + \delta_{16} OIN + \delta_{17} ED + \delta_{18} TB + \delta_{19} TI + \delta_{20} Q$$

Reemplazando los coeficientes tipificados para cada variable explicativa del modelo 2 se obtiene:

$$T = 1,469 + 0,010 PV - 0,041 PADV - 0,046 PADS - 0,044 PEP + 0,077 PADA + 0,204 TVM + 0,054 TMD + 0,172 TH + 0,318 TTR + 0,047 TRC + 0,326 TD + 0,004 CRE + 0,059 CDLP - 0,014 CMO + 0,049 ING + 0,032 OIN + 0,024 ED - 0,031 TB + 0,072 TI + 0,184 Q$$

En la ecuación, para las variables de los costos generados por la aplicación de vacunas y la compra de alimentos ricos en vitaminas C como actividades defensivas están acompañadas de coeficientes con signo positivo, lo cual quiere decir que a medida que más se invierte en estas actividades, la demanda de actividades de tratamiento de ERA's aumenta, ello debido a que las vacunas para la gripa en los menores a 5 años es gratuita en la mayor parte de las entidades, lo cual no genera costos para los acudientes. Respecto a la actividad por compra de alimentos, se explica en que el consumo de estos productos ricos en vitaminas no asegura que no se presenten las enfermedades, puesto que existen factores externos que tiene una mayor incidencia, como la contaminación atmosférica y el tiempo atmosférico, o los hábitos del niño o la familia.

También, otras variables relacionadas con los costos por actividades defensivas como el uso de vitaminas (*PADV*), suplementos (*PADS*) y elementos de protección (*PEP*), muestran coeficientes negativos, estarían indicando que cuánto mayores son los costos por el desarrollo de estas actividades, la demanda de actividades de tratamiento disminuye, ya que se espera que el niño se enferme de ERA's con menos frecuencia.

Con respecto a las variables relacionadas con los costos generados por el desarrollo de actividades de tratamiento de ERA's, el signo positivo de sus

coeficientes muestra que a medida que aumenta los costos generados por estas actividades hay un mayor uso de estas, lo cual es coherente ya que si genera costos quiere decir que utilizan las actividades. De igual forma, para las variables por recoger el niño en la institución por motivo de síntomas (*CRE*) y los costos de los días laborales perdidos, debido a la presencia de ERA's en sus hijos, se observa para ellas coeficientes positivos también, puesto que estos costos son generados por la morbilidad y están directamente relacionados con las actividades de tratamiento.

Las variables relacionadas con los ingresos del hogar (*ING*, *OIM*), muestran en sus coeficientes positivos que cuánto mayores sean los ingresos disponibles en el hogar mayor es el número de actividades de tratamiento. La cuota moderadora (*CMO*), se relaciona con los ingresos del hogar, pero en este caso se comporta diferente ya que a medida que la cuota aumenta el número de actividades de tratamiento disminuye, debido a que actividades como las visitas médicas se pueden dejar de realizar por el aumento en los costos.

De acuerdo al coeficiente que acompaña la variable de la edad del niño (*ED*), se puede decir que a mayor edad de este, las actividades de tratamiento aumentan, debido a que está relacionado con los casos de morbilidad, los cuales se incrementan en los niños de mayor edad. Asimismo, se observa que para la variable del tiempo en el que el niño permanece en la institución (*TI*), se da una relación directa, ya que entre más tiempo permanece en la institución, más actividades de tratamiento se realizan, debido a que está más tiempo expuesto a la contaminación de la zona, por ende existe mayor morbilidad.

Para la variable del tiempo en que ha vivido el niño en el barrio (*TB*), el signo no es el esperado, entonces los datos obtenidos no dan respuesta a la variable dependiente.

Por último, según el coeficiente que acompaña la variable de calidad del aire (*Q*), se observa que el número de actividades de tratamiento realizadas aumenta en la medida que hay mayor contaminación del aire, es decir, si hay mayores concentraciones de PM_{10} , hay mayor número de actividades de tratamiento, ya que está directamente relacionado con la morbilidad.

6.4.2.1. Cálculo de la DAP

Según el planteamiento teórico, el valor económico que un hogar con niños menores a 5 años está dispuesta a pagar por una mejora en la calidad del aire, es igual al producto de los valores promedio de las variables ingresos del hogar (*ING*), el costo total de las actividades preventivas (*PD*) y de tratamiento (*PT*), por el

coeficiente que acompaña la variable calidad del aire obtenido en cada una de las funciones halladas anteriormente.

De acuerdo a ello, se presenta la ecuación para hallar la DAPmg:

$$DAPmg = \beta_{18}ING + \alpha_{17}PD + \delta_{20}PT$$

Donde,

β_{18} = *Coeficiente que acompaña la variable calidad en la función Dosis Respuesta.*

ING = *Valor medio de ingresos del hogar.*

α_{17} = *Coeficiente que acompaña la variable calidad en la función de demanda por Actividades Preventivas.*

PD = *Valor medio de los costos generados por las Actividades Preventivas realizadas en el 2015 para evitar la aparición de ERA's.*

δ_{20} = *Coeficiente que acompaña la variable calidad en la función de demanda por Actividades de Tratamiento.*

PT = *Valor medio de los costos generados por las Actividades de Tratamiento realizadas en el 2015 para controlar o eliminar las ERA's.*

Reemplazando los valores correspondientes se obtiene:

$$DAPmg = \beta_{18}PW + \alpha_{17}PD + \delta_{20}PT$$

$$DAPmg = (0,106 * \$1'334.317) + (0,327 * \$719.543) + (0,184 * \$209.132)$$

$$DAPmg = \$141.438 + \$235.291 + \$38.480$$

$$DAPmg = \$415.480$$

El valor obtenido de la DAPmg corresponde a \$415.480, este representa la cantidad de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar anualmente por evitar la presencia de ERA's en el niño, en otras palabras, este dinero corresponde al beneficio económico que se puede obtener por un mejoramiento en la calidad del aire, es decir, por la reducción de la contaminación causada por el PM₁₀.

Partiendo del hecho de que cada persona está dispuesta a pagar esa cantidad de dinero por obtener una mejora en la calidad del aire en la UPZ Carvajal, se puede inferir que los beneficios económicos están dados por una menor demanda de

actividades de prevención y de tratamiento, y por ende menores costos atribuidos a estas actividades.

Con el valor hallado anteriormente, es posible determinar la DAP total de los hogares de la UPZ Carvajal en los que hay niños entre 0 y 5 años. Esta se obtiene multiplicando la DAPmg por el número total de hogares de la UPZ, el cual para este caso corresponde al número de niños en este rango de edad que se encontraban en la zona en el año 2015. A partir de ello se obtiene:

$$DAP_{UPZ} = DAPmg * \# \text{ de niños expuestos a la contaminación de la UPZ}$$

$$DAP_{UPZ} = \$415.480 * 5.482$$

$$DAP_{UPZ} = \$2.277'661.360$$

La disponibilidad a pagar por evitar las ERA's fue estimada en \$2.277'661.360 del total de la población, valor que representaría la cantidad de dinero que la población encuestada en este estudio estaría dispuesta a pagar si se reducen los niveles de contaminación.

7. CONCLUSIONES

- Las ERA's son enfermedades causadas por diferentes determinantes de la salud en los niños menores de 5 años, algunos de estos pueden ser por factores internos en el hogar como la genética o los hábitos de cuidado y factores externos como la calidad ambiental y las condiciones meteorológicas de la zona en donde permanecen.
- De acuerdo a la consulta realizada se concluye que el contaminante PM₁₀ es uno de los factores que inciden en el incremento del riesgo de padecer ERA's junto con otros factores como la contaminación intradomiciliaria, los cuales afectan de forma directa a los niños menores de 5 años al no tener completamente desarrolladas las vías respiratorias.
- Las estaciones de monitoreo de calidad del aire más cercanas a la UPZ Carvajal correspondientes a la estación de Kennedy y la de Carvajal-Sevillana, presentan los promedios trimestrales más altos, un mayor número de excedencias y máximos de PM₁₀ en el año 2015, de acuerdo con esto, esta zona fue la más contaminada por PM₁₀ en la localidad en este año.
- Las concentraciones atmosféricas de PM₁₀ de la UPZ Carvajal a lo largo del año 2015 tendieron a superar el nivel diario establecido por la norma de calidad del aire, lo que representa un riesgo para la población de estudio, al ser este un causal de ERA's y al estar expuestos por largos periodos de tiempo al mismo.
- De acuerdo a la gráfica 12 y el mapa 9, la ubicación de la institución es un factor determinante en la morbilidad de los niños, ya que se puede observar que en las instituciones más cercanas a las fuentes fijas con altas concentraciones de PM₁₀, se presentan mayores casos ERA's en el año.
- De la población encuestada se encontró que la incidencia de ERA's en los niños no está sujeta a la presencia de contaminación intradomiciliaria, pues factores como el consumo de cigarrillo y la presencia de animales en el hogar no se vieron reflejados en un alto porcentaje de consumo y tenencia en los hogares. Además, las condiciones del hogar en su mayoría son adecuadas, lo cual permite establecer que la afectación se da en gran medida por la contaminación del exterior.
- En cuanto a la variable de ingresos del hogar se observa que en las instituciones públicas la mayoría recibe ingresos menores a \$700.000, ello debido a que de los encuestados, gran parte de estos son empleados y no tienen ingresos adicionales. En el caso de las privadas, mayor número de

personas reciben ingresos adicionales y los ingresos del hogar están entre 2 y 3 SMMLV, por tanto, presentan una mayor capacidad de pago evidenciada en mayores inversiones frente a las actividades preventivas.

- La mayoría de los niños han vivido más de la mitad de su vida en la UPZ, por lo cual han estado expuestos un tiempo significativo a los altos niveles de concentración de PM_{10} de la zona. Sumado a ello, reciben la contaminación de las industrias que se encuentran cerca de la institución educativa, donde permanecen toda la mañana y algunos de ellos parte de la tarde como en el caso de los niños que estudian en las instituciones de tipo privado.
- Entre las actividades de tratamiento de las ERA's planteadas en el estudio, las que se realizan con mayor frecuencia dentro de los encuestados tanto para instituciones de tipo privado como para las públicas, corresponden a la compra de medicamentos, seguido de las consultas médicas. Sin embargo, se observa que en las instituciones públicas gran parte de los encuestados utilizan remedios caseros como medida para tratar la enfermedad de los niños, debido a que este es un medio económico por el que de alguna u otra manera se cree que permite mejorar la enfermedad y los síntomas presentados por este.
- Si las personas demandan e invierten mayor cantidad de dinero en actividades preventivas, los beneficios que se obtienen se ven reflejados en su salud y a nivel económico, ya que la probabilidad de enfermar es menor y a la vez los costos atribuibles al tratamiento de la enfermedad disminuirían.
- La reducción en las concentraciones de PM_{10} trae como consecuencia beneficios sociales y económicos en el sector de la salud y por ende a la población, ya que se destinarían menos recursos para el tratamiento de las ERA's al presentarse menor número de casos.
- Según los modelos seleccionados para cada una de las funciones realizadas, la calidad del aire es una variable significativa, además, se comporta directamente proporcional sobre el estatus de salud, en donde a mayor contaminación, mayor morbilidad. De igual manera, para las actividades defensivas y tratamiento, a mayor contaminación, mayor demanda de estas.
- Al ser significativa la variable de calidad de aire en los tres modelos para cada una de las funciones, se puede decir que la concentración de PM_{10} incide en el número de casos de ERA's en niños menores a 5 años.
- El valor estimado de la DAPmg de cada hogar con presencia de niños menores de 5 años en la UPZ Carvajal, corresponde a \$403.428 anuales,

este representa beneficios económicos al mejorar la calidad del aire en la zona, ya que cada hogar dejaría de invertir el dinero relacionado con los costos atribuibles a las ERA'S causadas por el contaminante PM₁₀.

- El valor total de la DAP de los hogares donde hay presencia de niños entre 0 y 5 años en la UPZ Carvajal se estimó en \$2.277'661.360 anuales, lo que representa la cantidad de dinero que la comunidad se ahorraría al disminuirse el número de casos de ERA'S como consecuencia de la reducción de los niveles de contaminación por PM₁₀. A su vez esta DAP podría ofrecer beneficios sociales, ya que al invertir este dinero en estrategias como políticas más rigurosas y en la implementación y ejecución de proyectos que permitan minimizar el impacto a la salud, mejoraría significativamente la calidad de vida de las personas que habitan en la zona.
- Para que los coeficientes de correlación aumenten de manera significativa, es importante tener en cuenta incrementar la muestra, lo cual se puede lograr estableciendo otras maneras de obtener la información, con ello el ajuste de los datos permitiría una mayor confiabilidad de los resultados.
- Este tipo de estudios son importantes para la toma de decisiones orientadas a la mejora de la calidad del aire, ya que a su vez están relacionadas con la calidad de vida de las personas y el aumento en la productividad de la población.

8. LIMITACIONES

- Este trabajo de grado se desarrolló tomando como población de estudio los niños menores de 5 años que estudian y viven en la UPZ Carvajal, para lo cual fue necesario hacer contacto con las instituciones educativas de la zona y solicitar el debido permiso para poder ingresar a las mismas y aplicar una encuesta a los acudientes de los menores. Una limitante fue la aceptación por parte de las instituciones, debido a que el permiso mencionado anteriormente fue negado en algunas, en especial en las instituciones de tipo público ya que de un total de 9, solo 3 permitieron el desarrollo de la actividad planteada para llevar a cabo el proyecto.
- Debido a que la aceptación de la propuesta por algunas instituciones educativas de tipo público no fue la esperada, el tamaño de muestra con el cual se trabajó en el presente estudio es bajo, en comparación con el tamaño de muestra de las instituciones de tipo privado, lo cual dificultó el análisis comparativo entre estas.
- La aplicación de encuestas como medio de recolección de información, no garantizan que las respuestas brindadas por los acudientes sean confiables, a pesar de que se pide a los encuestados que respondan con veracidad, puesto que muchas de las respuestas pueden ser manipuladas y otras contestadas de forma incorrecta al no recordar algún tipo de información solicitada en el formato de encuesta.
- Algunas de las encuestas no cumplieron con los requisitos necesarios para ser ingresadas a la base de datos para el desarrollo del estudio, ya sea por preguntas sin responder, con doble respuesta y tachones, por lo tanto son eliminadas por calidad de datos, ello causó una disminución en la cantidad de encuestas utilizadas para los análisis respectivos.
- La colaboración por parte de los acudientes en ocasiones fue difícil, ya que al aplicar las encuestas de manera personal en las reuniones de padres de familia demandaba que ellos estuviesen un tiempo adicional y algunos se iban sin diligenciar la encuesta o en algunos casos respondían mal ya que no contaban con el tiempo suficiente.

9. RECOMENDACIONES

- Para la información de calidad del aire, se recomienda utilizar la que es suministrada por la RMCAB, ya que de esta manera se logra identificar en la zona las concentraciones de PM_{10} a las cuales está expuesta la población de estudio y así poder analizar el nivel de inmisión para estas.
- El alcance del proyecto no se basaba en elaborar el modelo de dispersión del contaminante PM_{10} , por lo tanto, se utilizaron datos de un modelo ya realizado el cual aportaba información necesaria para el desarrollo del método de FPS. Sin embargo, se recomienda para posteriores estudios, realizar un modelo de dispersión del contaminante utilizando los datos suministrados por las estaciones de monitoreo pertenecientes al SVCA de Bogotá.
- Para mejorar la calidad de los datos obtenidos, es importante considerar también la dispersión del PM_{10} por la emisión de fuentes móviles, ya que estas generan un alto porcentaje del total de este contaminante.
- En cuanto al tipo de muestreo seleccionado para este estudio “estratificado”, se recomienda en lo posible utilizar un tamaño de población similar para ambos estratos, ya que de esta manera se logra realizar un análisis estadístico descriptivo comparando ambos tipos de poblaciones.
- A partir de la asociación que se ha demostrado entre el PM_{10} y las ERA's se recomienda implementar este tipo de método de valoración económica, ya que hay pocos estudios que lo emplean y es de gran ayuda en la identificación de los beneficios económicos que están asociados a la disminución de la probabilidad de enfermarse al obtener una mejora en la calidad del aire.
- Los resultados que se obtienen al aplicar el método de Función de Producción de Salud se recomiendan como instrumento que permita sustentar de forma cuantitativa los beneficios económicos que se pueden obtener por una mejora ambiental y de esta forma establecer medidas de control y estrategias de mitigación para evitar la incidencia de enfermedades respiratorias atribuidas a la contaminación del aire.
- Realizar campañas de prevención, por medio de las cuales se muestre a las personas la importancia de ejecutar actividades que actúen como defensa para evitar la presencia de ERA's en los niños.

- Es importante que el distrito gestione políticas más rigurosas y plantee estrategias que permitan reducir las emisiones por parte de fuentes fijas y móviles que generan contaminación en diferentes sectores de la ciudad y obtener de esta manera una mejora tanto ambiental como en la calidad de vida de la población, sustentados en estudios como el realizado.
- Se recomienda realizar este tipo de estudios para otras UPZ's y otras localidades, ya que sería de gran relevancia tener puntos de comparación y validez de resultados con respecto a este, además de conocer la calidad del aire a la que se encuentran expuestos los niños de la ciudad.
- Se podrían plantear sistemas de monitoreo de calidad del aire en los colegios, para de esta manera poder asignar un nivel de exposición a cada niño. Además, monitoreando de esta forma se tiene en cuenta la dispersión del contaminante.
- Se puede ofrecer a los encuestados valores más cerrados de los costos de las actividades, para evitar usar rangos ya que de esta manera la información es muy amplia.
- Realizar este estudio en un periodo más corto reduciría los sesgos por memoria de los encuestados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. Rojas, «Aire y problemas ambientales de Bogotá,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, sf.
- [2] Secretaría Distrital de Ambiente, «Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá,» Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Bogota, 2008.
- [3] M. A. Reyna Carranza, M. Quintero Núñez, K. Collins y L. Vildósola Reyes, «Análisis de la relación del PM10 con las enfermedades respiratorias en la población urbana de Mexicali, Baja California: Estudio de series de tiempo,» *Revista Mexicana de Ingenieria Biomédica*, pp. 116- 125, 2003.
- [4] Organización Panamericana de la Salud, «Organización Mundial de la Salud,» s.f. [En línea]. Available: http://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=1755%3Aunidad-de-atencion-de-enfermedad-respiratoria-aguda-comunitaria&Itemid=361.
- [5] ECODES, «Calidad del aire y salud,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.ecodes.org/salud-calidad-aire/Impactos-sobre-la-salud-de-la-contaminacion-del-aire-Grupos-de-poblacion-mas-vulnerables>. [Último acceso: 25 Noviembre 2015].
- [6] A. Franco Giraldo, ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE LAS EMISIONES DE PM10 GENERADAS POR DIVERSAS FUENTES Y EL AUSENTISMO ESCOLAR DE LA POBLACIÓN INFANTIL EN LOS JARDINES DE LA SDIS DEBIDO A ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DENTRO DE LA LOCALIDAD DE KENNEDY, Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2015.
- [7] Alcaldia Mayor de Bogotá, «Boletín No.47 Cuidado a Menores de 5 años,» Secretaría Distrital de Planeación, Bogotá D.C, 2013.
- [8] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, «Proyecciones de la población de Bogotá,» Secretaría Distrital de Planeación, Bogotá D.C, 2006.
- [9] Alcaldesa Mayor de Bogotá D.C, «Decreto 623 de 2011,» Bogotá, 2011.
- [10] J. Hernandez Alonso y J. Zuñiga Rodriguez, Modelos econométricos para el análisis económmico, Business y Economics, 2013.

- [11] Escuela Superior de Informática, «Regresión Lineal,» 2014.
- [12] J. M. Rojo, «Regresión lineal múltiple,» Instituto de Economía y Geografía , Madrid, 2007.
- [13] Universidad Católica de Manizales, «IBM SPSS Statistics,» [En línea]. Available:
http://pendientedemigracion.ucm.es/info/socivmyt/paginas/D_departamento/materiales/analisis_datosyMultivariable/18reglin_SPSS.pdf. [Último acceso: 14 Marzo 2015].
- [14] M. Vivanco, Muestreo Estadístico Diseño y Aplicaciones, Santiago de Chile: Universitaria SA, 2005.
- [15] E. Uribe y F. Carriazo, Introducción a la Valoración Ambiental y estudios de caso, Ediciones Uniandes, 2003.
- [16] J. L. Pinto, M. X. Vasquez, A. Lazaro y J. E. Martinez, Análisis coste-beneficio en la salud. Métodos de Valoración y Aplicaciones, Madrid: Masson .
- [17] Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, «Glosario- Vigilancia y Control Sanitario,» Salud Capital , Bogotá.
- [18] Organización Mundial de la Salud, «Promoción de la Salud Glosario,» Ministerio de Sanidad de Consumo, Ginebra.
- [19] U.S. Environmental Protection Agency, «Air Trends,» 19 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <http://www3.epa.gov/airtrends/aqtrnd95/pm10.html>.
- [20] Environmental Protection Agency, «Air info now,» [En línea]. Available: http://www.airinfonow.org/espanol/html/ed_particulate.html.
- [21] Ministerio de Medio Ambiente , *Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire*, Bogotá, 1995.
- [22] Secretaría Regional Ministerial de Chile- Ministerio de Salud, «Boletín Unidad de Gestión Ambiental,» SEREMI, Santiago de Chile.
- [23] Secretaría Distrital de Ambiente, «Informe trimestral de calidad del aire de Bogotá,» Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C, 2015.

- [24] ABC, «Definición ABC,» 10 Julio 2016. [En línea]. Available: <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/tiempo-atmosferico.php>.
- [25] Departamento Administrativo de Planeación Distrital, «Recorriendo Kennedy: diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá D.C,» Departamento Administrativo de Planeación Distrital, Bogotá D.C, 2004.
- [26] Alcaldía Mayor de Bogotá, *Decreto 090*, Bogotá D.C: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2103.
- [27] Secretaría Distrital de Planeación, «Conociendo la localidad de Kennedy: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos,» Secretaría Distrital de Planeación, Bogotá D.C, 2009.
- [28] Secretaria Distrital de Planeación, «Boletín No. 31 Estratificación socioeconómico,» Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá, 2011.
- [29] Pan American Health Organization, «Evaluación de Exposición en Estudios de Epidemiología Ocupacional,» 2013.
- [30] Ministerio de Salud , «Régimen contributivo,» 24 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/R%C3%A9gimenContributivo.aspx>.
- [31] Cruz Blanca, 18 Mayo 2016. [En línea]. Available: http://www.cruzblanca.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=131:ique-es-cuota-moderadora&catid=29:preguntas-frecuentes&Itemid=192.
- [32] Ministerio de Salud, «Régimen Subsidiado,» 24 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Regimensubsidiado/Paginas/regimen-subsidiado.aspx>.
- [33] Congreso de la República de Colombia, «Sistema de Seguridad Social Integral,» Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá, 1993.
- [34] Ministerio de Salud y Protección Social, «Ministerio de Salud,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Paginas/institucional->

objetivos-funciones.aspx. [Último acceso: 26 Noviembre 2015].

- [35] Secretaría Distrital de Salud, «Registro Individual de Prestacion de Servicios,» Sf. [En línea]. Available: <http://www.saludcapital.gov.co/DPYS/Paginas/RegistroIndividualdePrestaci%C3%B3ndeServicios.aspx#>. [Último acceso: 30 Noviembre 2015].
- [36] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, «Conceptos básicos de sistemas de vigilancia de la calidad del aire,» 2013. [En línea]. Available: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido_en_linea_Caracterizacion/leccin_23_conceptos_bsicos_de_sistemas_de_vigilancia_de_la_calidad_del_aire.html. [Último acceso: 28 Enero 2015].
- [37] Secretaria Distrital de Ambiente, «Red de Calidad del Aire,» Sf. [En línea]. Available: <http://ambientebogota.gov.co/red-de-calidad-del-aire>. [Último acceso: 29 Noviembre 2015].
- [38] B. Ostro, G. Esqueland, T. Feyzioglu y J. Sanchez, «Air pollution and health effects: a study of medical visits among children in Santiago, Chile,» *Environmental Health Perspectives*, vol. 107, pp. 69-73, 1999.
- [39] J. M. Sánchez, S. Valdés y B. Ostro , «Los efectos de la contaminación atmosférica por PM10 en Santiago,» *Estudios públicos*, pp. 126-154, 1998.
- [40] R. Loyola y C. Soncco, «VALORACIÓN ECONÓMICA DEL EFECTO EN LA SALUD POR EL CAMBIO EN LA CALIDAD DEL AGUA EN ZONAS URBANO MARGINALES DE LIMA Y CALLAO,» UNALM, Lima, s.f.
- [41] C. Gaviria, P. Benavides y C. Tangarife, «Contaminación por material particulado (PM2,5 y PM10) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín (2008-2009),» *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, vol. 29, pp. 241-250, 2011.
- [42] A. Ceballos y L. Álvarez, «Los efectos del material particulado 10 (PM10) y de las variables climatológicas en las admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias en niños en la ciudad de Santa Martha, Colombia 2008-2009,» *Revista de la facultad de ciencias de la salud*, pp. 127-142, 2011.
- [43] I. Martínez, Determinantes de los efectos generados a la salud por contaminación hídrica en el municipio de Tesalia (Huila). Tesis Mag

economía, Bogotá: Universidad de los Andes, 2006.

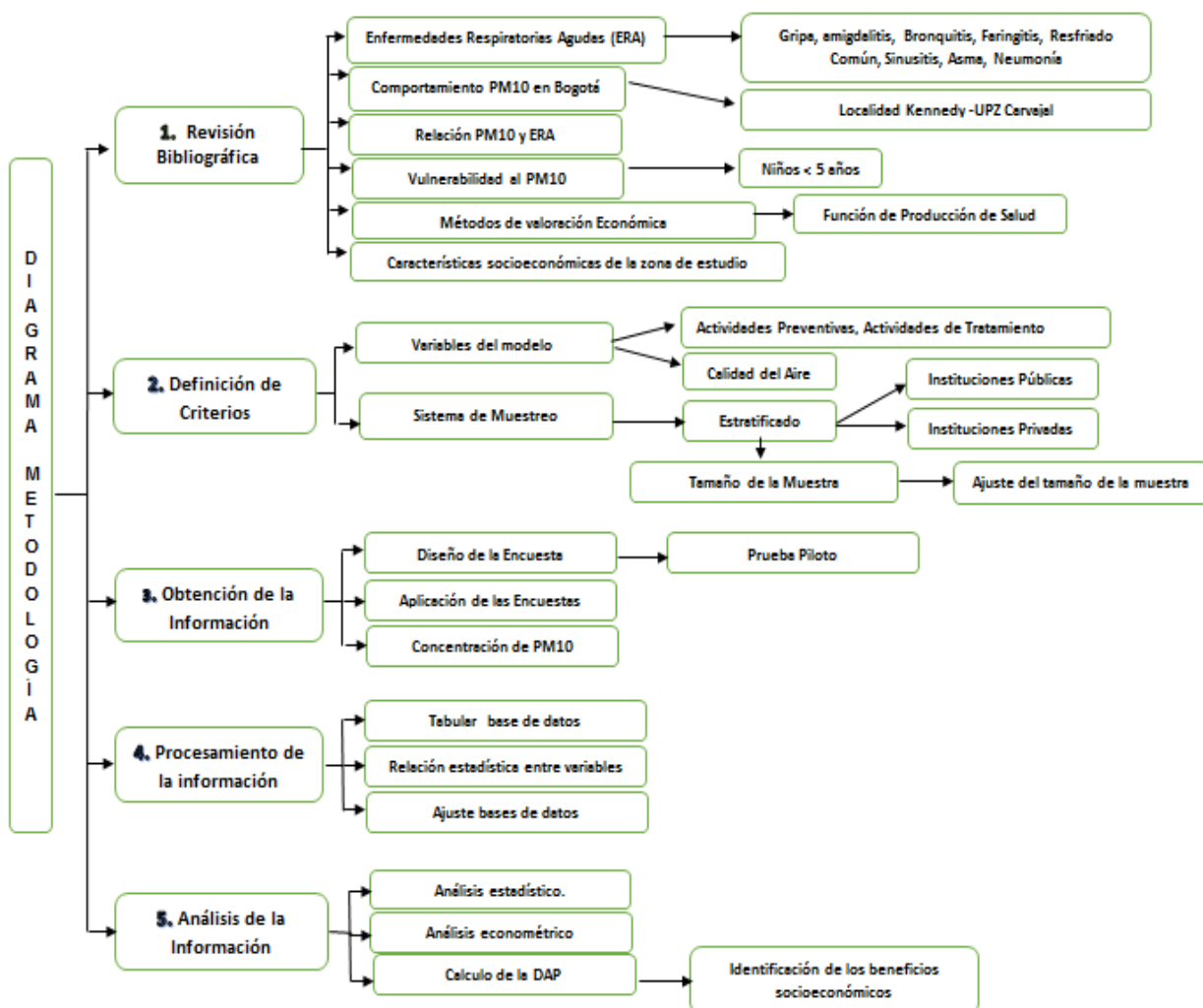
- [44] A. M. Ibañez y K. McConnell, «Valuing Morbidity: Acute Respiratory Illnesses in Bogotá, Colombia,» 2001.
- [45] E. Ortiz y N. Rojas, «Estimación de los beneficios económicos en salud asociados a la reducción de PM10 en Bogotá,» *Revista Salud Pública*, pp. 90-102, 2013.
- [46] L. Hernández, G. Aristizabal , L. Quiroz, K. Medina , N. Moreno , R. Sarmiento y S. Osorio, «Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en menores de cinco años de Bogotá, 2007,» *Revista Salud Pública*, pp. 503-516, 2013.
- [47] Ministerio del Medio Ambiente, *Decreto 948*, Bogotá D.C: Ministerio del Medio Ambiente, 2005.
- [48] Departamento Administrativo de Medio Ambiente, *Resolución 160*, Bogotá: Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá, 1996.
- [49] Ministerio de Salud, *Resolución 3374*, Bogotá D.C: Ministerio de Salud, 2000.
- [50] Alcaldía Mayor de Bogotá, *Decreto Distrital 619*, Bogotá D.C: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000.
- [51] Departamento Administrativo de Medio Ambiente, Bogotá: Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá, 2003.
- [52] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial , *Resolución 909*, Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial , 2008.
- [53] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, *Resolución 910*, Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008.
- [54] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, *Resolución 610 de 2010*, Bogotá D.C: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010.
- [55] Alcaldía Mayor de Bogotá, *Decreto 623*, Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011.

- [56] Secretario Distrital de Ambiente, *Resolución 6982*, Bogotá D.C: Secretario Distrital de Ambiente, 2011.
- [57] Secretaría Distrital de Ambiente, *Resolución 1304*, Bogotá: Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012.
- [58] W. García Galindo, «Dinámica de la construcción por usos de la localidad de Kennedy,» Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá, 2013.
- [59] Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, «Agenda Ambiental Localidad 8 Kennedy,» Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C, 2009.
- [60] Secretaría Distrital de Planeación, «21 monografías de las localidades #8 Kennedy,» Secretaría Distrital de Planeación, Bogotá D.C, 2011.
- [61] CIVILTEC, Ingenieros L.T.D.A, «Diagnóstico socioeconómico y cultural, localidad de Kennedy,» CIVILTEC, Ingenieros L.T.D.A, Bogotá D.C, 2007.
- [62] Cámara de Comercio de Bogotá, «Perfil Económico y Empresarial, localidad Kennedy,» Cámara de Comercio de Bogotá, Bogotá, 2006.
- [63] Secretaría de Cultura, Recreación y Deportes, «Localidad de Kennedy, ficha básica,» Secretaría de Cultura, Recreación y Deportes, Bogotá D.C, 2008.
- [64] Secretaría Distrital de Integración Social, «Caracterización de territorios,» Secretaría Distrital de Integración Social, Bogotá D.C.
- [65] Alcaldía Mayor de Bogotá- Instituto de Desarrollo Urbano, «Documento de definición y caracterización del área de influencia social,» Alcaldía Mayor de Bogotá- Instituto de Desarrollo Urbano, Bogotá D.C.
- [66] Secretaría de Hábitat, «Diagnóstico localidad de Kennedy sector hábitat,» Secretaría de Hábitat, Bogotá D.C, 2011.
- [67] DANE- SDP, «Proyecciones de Población de Bogotá D.C 2011,» Departamento Administrativo Nacional de Estadística- Secretaría Distrital de Planeación, Bogotá D.C, 2011.
- [68] Ministerio de Educación Nacional, «Atención integral para la primera infancia,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.mineducacion.gov.co/primerainfancia/1739/article-177827.html>. [Último acceso: 14 05 2016].

- [69] Secretaría Distrital de Planeación- Alcaldía Mayor de Bogotá, «Bogotá ciudad de estadísticas. Boletín No.47 Cuidado a menores de cinco años,» Secretaría Distrital de Planeación- Alcaldía Mayor de Bogotá, Bogotá D.C, 2013.
- [70] Hospital del Sur, «Atlas de salud pública localidad de Kennedy,» Hospital del Sur, Bogotá D.C, 2015.
- [71] Secretaría Distrital de Salud, «Boletín de resultados, programa territorios saludables Kennedy,» Secretaría Distrital de Salud, Bogotá D.C, 2014.
- [72] Secretaría Distrital de Gobierno- Alcaldía Local de Kennedy , «Plan Ambiental Local Kennedy,» Secretaría Distrital de Gobierno, Bogotá D.C, 2012.
- [73] Hospital del Sur, «Boletín epidemiológico mensual de la línea Aire, Ruido y REM No.87,» Hospital del Sur, Bogotá D.C, 2013.
- [74] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, «Concepto del Índice de Calidad del Aire,» [En línea]. Available: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido_en_linea_Caracterizacion/leccin_24_concepto_del_indice_de_calidad_del_aire_ica.html. [Último acceso: 12 Julio 2016].
- [75] A. Ramos, Cálculo Tamaño Óptimo de la Muestra, Santa Ana de Coro: Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, 2012.

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de proceso metodológico.



Anexo 2. Listado de instituciones educativas privadas y públicas localizadas en la UPZ Carvajal.

Estrato	#	Nombre institución
Instituciones Privadas	1	Little Explorers Preschool
	2	Gimnasio Infantil Mundo Mágico
	3	Gimnasio Infantil Bautista
	4	Colegio Muñecos y Figuras
	5	Gimnasio Infantil Mundo de los Niños
	6	Colegio Antares
	7	Jardín Infantil Santa Rosita
	8	Liceo Pedagógico Augusto Comte
	9	Jardín Infantil El Rosal de mi Infancia
	10	Liceo Santa Engracia
	11	Liceo Pedagógico Bilingüe Jardín Crear Futuro
	12	Guardería y Pre-Jardín Sueños y Sonrisas
	13	Fundación Mis Primeras Huellitas
	14	Colegio Mi Segundo Hogar
	15	Colegio Parroquial San Andrés
	16	Colegio Santo Domingo
	17	Jardín Infantil Howard Gardner
	18	Liceo Nuestra Señora de Torcoroma
	19	Nata's Garden
	20	Gimnasio San Ángelo
	21	Colegio San Rafael
	22	Gimnasio Infantil La Sabiduría
	23	Liceo Reynel
Instituciones Públicas	1	Colegio Las Américas
	2	Colegio Alfonso López Pumarejo
	3	Colegio Carlos Arturo Torres
	4	Colegio Distrital OEA
	5	Jardín Infantil SDIS* Delicias
	6	Jardín Infantil SDIS* Argelia
	7	Jardín Infantil SDIS* Alquería
	8	Jardín Infantil SDIS* Acunar: lucerna
	9	Jardín ACUNAR Lunita Consentida

* SDIS: Secretaría Distrital de Integración Social

Anexo 3. Número de niños menores de 5 años, por cada una de las instituciones seleccionadas para el estudio.

Estrato	#	Nombre institución	# de niños (as)
Instituciones Públicas	1	Colegio Las Américas	120
	2	Colegio Alfonso López Pumarejo	120
	3	Colegio Carlos Arturo Torres	50
Total			290
Instituciones Privadas	1	Little Explorers Preschool	60
	2	Gimnasio Infantil Mundo Mágico	35
	3	Gimnasio Infantil Bautista	22
	4	Colegio Muñecos y Figuras	60
	5	Gimnasio Infantil Mundo de los Niños	30
	6	Colegio Antares	60
	7	Jardín Infantil Santa Rosita	60
	8	Liceo Pedagógico Augusto Comte	70
	9	Jardín Infantil El Rosal de mi Infancia	60
	10	Liceo Santa Engracia	70
	11	Liceo Pedagógico Bilingüe Jardín Crear Futuro	45
	12	Guardería y Pre-Jardín Sueños y Sonrisas	26
Total			598
POBLACIÓN TOTAL			888

Anexo 4. Formato de encuesta aplicada.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	
BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS POR LA REDUCCIÓN DE PM10 RELACIONADO CON LAS ERA EN LA UPZ CARVAJAL- KENNEDY	
Las estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Santo Tomás están desarrollando su trabajo de grado, en donde relacionan la calidad del aire con casos de Enfermedades Respiratorias Agudas en niños menores de 5 años en la UPZ Carvajal de Kennedy, con el fin de conocer los beneficios socioeconómicos por reducir los niveles de concentración de un contaminante atmosférico (PM10). Esta encuesta es con fines académicos y tiene carácter de confidencialidad. Instrucciones: Esta encuesta debe ser contestada por el padre o acudiente del (a) niño(a). Por favor responda la totalidad de las preguntas y seleccione con una X la respuesta que a su juicio es la adecuada.	
1. UBICACIÓN	
1.1. Encuesta No.	
1.2. Fecha:	 DÍA MES AÑO
1.3. Lugar de residencia(barrio):	_____
1.3.1. Estrato:	1 2 3 4 5 6
2. INFORMACIÓN GENERAL	
2.1. Nombre del encuestado:	_____
2.1.1. Edad:	
2.1.2. Sexo:	M 1 F 2
2.1.4. Ingresos del hogar (SMMLV):	Menos de 700.000 1 Entre 700.001 - 2.000.000 2 Entre 2.000.001 - 4.000.000 3 Más de 4.000.001 4
2.1.5. Otros ingresos del hogar:	\$ _____
2.1.6. Ocupación:	Empleado 1 Trabajador independiente 2 Ama de casa 3 Desempleado 4
2.1.7. ¿Cuánto dinero le descontaban en el 2015 por no asistir a un día de trabajo?	_____
2.2. Nombre del niño:	_____
2.2.1. Edad:	
2.2.2. Sexo:	M 1 F 2
2.2.3. Grado que cursa:	_____
2.3. Nombre de la institución educativa:	_____
2.3.1. ¿Cuánto tiempo permanece el niño(a) en la institución educativa por día?	_____
2.4. ¿Cuánto tiempo lleva viviendo el niño(a) en el barrio?	_____
2.5. Régimen de salud:	Contributivo (EPS) 1 Subsidiado 2 Especial(fuerzas armadas, otras entidades) 3
2.5.1. Valor de la cuota moderadora:	_____
3. LUGARES DE RESIDENCIA	
3.1. ¿Cuál es el material predominante de las paredes de la vivienda del niño?	1 2 3 4
3.1.1 Ladrillo	1
3.1.2 Cemento	2
3.1.3 Con terminación	3
3.1.4 Otra	4
3.2. ¿Cuál es el material predominante de los pisos?	1 2 3 4
3.2.1 Madera	1
3.2.2 Baldosa	2
3.2.3 Cemento	3
3.2.4 Otra	4
3.3. ¿La vivienda se encuentra ubicada cerca de?	1 2 3 4
3.3.1 Fábricas o industrias	1
3.3.2 Zona de alto flujo vehicular	2
3.3.3 Vías destapadas	3
3.3.4 Vías pavimentadas	4
3.4. ¿Alguna persona fuma en su lugar de residencia?	1 2
3.4.1 Si	1
3.4.2 No	2
3.5. ¿Habita el niño con animales (perro o gato)?	1 2
3.5.1 Si	1
3.5.2 No	2
3.6. ¿El hogar cuenta con filtros de aire?	1 2
3.6.1 Si	1
3.6.2 No	2
3.7. ¿Dentro de la vivienda del niño se desarrolló en el 2015 alguna actividad económica? (local, negocio o empresa).	1 2
3.8. ¿Permanecen ventanas abiertas durante el tiempo que el niño (a) esta en casa?	1 2 3
3.8.1 Si	1
3.8.2 No	2
3.8.3 A veces	3
3.9. ¿Cuántas veces enfermó en el año 2015?	_____
3.10. ¿Cuál?	_____
4. ENFERMEDAD RESPIRATORIA	
4.1. ¿Cuál (es) de las siguientes Enfermedades Respiratorias presentó su hijo en el 2015?	1 2 3 4 5 6 7 8 9
4.1.1 Gripe	1
4.1.2 Amigdalitis	2
4.1.3 Bronquitis	3
4.1.4 Resfriado común	4
4.1.5 Faringitis	5
4.1.6 Sinusitis	6
4.1.7 Asma	7
4.1.8 Neumonía	8
4.1.9 Otra	9
4.2. ¿Cuántos días laborales perdió usted por cuidar la(s) Enfermedad (es) Respiratoria(s) presentada(s) por su hijo en el 2015?	_____
4.3. Si alguna vez, durante el 2015 tuvo que recoger a su hijo(a) en la institución educativa por presentar uno o varios de los siguientes síntomas (fiebre, dolor de garganta, tos, dolor de oído, respiración rápida, dificultad al respirar, congestión nasal). Indique ¿Cuál fue el costo total que le generó en el 2015 recoger a su hijo en la institución?	_____

4.4. ACTIVIDADES PREVENTIVAS

4.4.1. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fue el costo por la aplicación de vacunas para la gripa en el 2015, teniendo en cuenta el transporte?

4.4.1.1.	0	pesos	1
4.4.1.2.	Entre 100 - 5.000	pesos	2
4.4.1.3.	Entre 5.001 - 10.000	pesos	3
4.4.1.4.	Entre 10.001 - 50.000	pesos	4
4.4.1.5.	Entre 50.001 - 100.000	pesos	5

4.4.2. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fue el costo por la(s) vitamina(s) C (tabletas o gomas) compradas en el 2015, para evitarle estas enfermedades al niño?

4.4.2.1.	0	pesos	1
4.4.2.2.	Entre 1.000 - 5.000	pesos	2
4.4.2.3.	Entre 5.001 - 10.000	pesos	3
4.4.2.4.	Entre 10.001 - 50.000	pesos	4
4.4.2.5.	Entre 50.001 - 100.000	pesos	5

4.4.3. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fue el costo por el (los) suplemento(s) (Emulsión de scott, tarrito rojo, ensay, Z-Bec) usado(s) en el 2015, para evitarle estas enfermedades al niño ?

4.4.3.1.	0	pesos	1
4.4.3.2.	Entre 5.000 - 10.000	pesos	2
4.4.3.3.	Entre 10.001 - 50.000	pesos	3
4.4.3.4.	Entre 50.001 - 100.000	pesos	4
4.4.3.5.	Entre 100.001 - 500.000	pesos	5

4.5. ACTIVIDADES DE TRATAMIENTO

4.5.1. Si en el 2015 realizó consulta(s) médicas (Por urgencias o citas médicas) debido a la(s) Enfermedad(es) Respiratorias Agudas, ¿Dentro de cuál rango cree usted que estuvieron sus gastos, teniendo en cuenta los costos de transporte?

4.5.1.1.	0	pesos	1
4.5.1.2.	Entre 5.000 - 10.000	pesos	2
4.5.1.3.	Entre 10.001 - 30.000	pesos	3
4.5.1.4.	Entre 30.001 - 50.000	pesos	4

4.5.2. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fue el costo por medicamentos como anticongestivos nasales (por ejemplo solución salina, vic vaporub), expectorantes (por ejemplo, bronquisol, bisolvon, noraver), analgésicos (como dolex, ibuprofeno, naproxeno, acetaminofén), broncodilatadores (salbutamol) o productos homeopáticos (oscillococcinum) en el 2015?

4.5.2.1.	0	pesos	1
4.5.2.2.	Entre 5.000 - 20.000	pesos	2
4.5.2.3.	Entre 20.001 - 50.000	pesos	3
4.5.2.4.	Entre 50.001 - 100.000	pesos	4

4.5.3. Si su hijo tuvo hospitalizaciones en el 2015 por Enfermedades Respiratorias Agudas .Aproximadamente, ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fueron sus costos totales por dicha(s) hospitalización(es)?.(Tenga en cuenta gastos médicos, de transporte, de alimentación y adicionales). Si no tuvo hospitalizaciones marque **1**

4.5.3.1.	0	pesos	1
4.5.3.2.	Entre 10.000 - 50.000	pesos	2
4.5.3.3.	Entre 50.001 - 100.000	pesos	3
4.5.3.4.	Entre 100.001 - 500.000	pesos	4

4.5.4. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fueron sus costos totales en el 2015 por la (s) terapia(s) respiratoria(s), nebulización(es) o micronebulización (es) realizada (s) a su hijo (a), teniendo en cuenta gastos de transporte?

4.5.4.1.	0	pesos	1
4.5.4.2.	Entre 5.000 - 20.000	pesos	2
4.5.4.3.	Entre 20.001 - 50.000	pesos	3
4.5.4.4.	Entre 50.001 - 100.000	pesos	4

4.4.4. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fue el costo por el (los) elementos de protección(s) usado(s) (tapabocas, pasamontañas, bufandas, sacos, chaquetas) en el 2015?

4.4.4.1.	0	pesos	1
4.4.4.2.	Entre 100 - 5.000	pesos	2
4.4.4.3.	Entre 5.001 - 10.000	pesos	3
4.4.4.4.	Entre 10.001 - 20.000	pesos	4
4.4.4.5.	Entre 20.001 - 50.000	pesos	5

4.4.5. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fue el costo por estos alimentos(melón, naranja, kiwi, guayaba, mango, papaya, piña, fresa, mora, sandía, limón, brócoli, espinaca, repollo, coliflor) en el 2015, para evitar que su hijo(a) contrajera la enfermedad?

4.4.5.1.	0	pesos	1
4.4.5.2.	Entre 100.000 - 500.000	pesos	2
4.4.5.3.	Entre 500.001 - 1.000.000	pesos	3
4.4.5.4.	Entre 1.000.001 - 1.500.000	pesos	4
4.4.5.5.	Entre 1.500.001 - 2.000.000	pesos	5

4.5.5. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fue el costo por los remedios caseros para tratar la (s) Enfermedad (es) Respiratoria (s) Aguda (s) de su hijo (a) en el 2015 como infusiones (con eucalipto, tomillo, manzanilla), uso de aceites esenciales (romero, eucalipto y pino), remedios con jugos de naranja, miel, claras de huevo geleatinas de pata, entre otros?

4.5.5.1.	0	pesos	1
4.5.5.2.	Entre 5.000 - 20.000	pesos	2
4.5.5.3.	Entre 20.001 - 40.000	pesos	3
4.5.5.4.	Entre 40.001 - 60.000	pesos	4

4.5.6. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos cree usted que fue el costo por la modificación de la dieta (frutas y verduras) de su hijo(a) en el 2015 a raíz de la presencia de Enfermedades Respiratorias Agudas?

4.5.6.1.	0	pesos	1
4.5.6.2.	Entre 5.000 - 20.000	pesos	2
4.5.6.3.	Entre 20.001 - 40.000	pesos	3
4.5.6.4.	Entre 40.001 - 60.000	pesos	4

OBSERVACIONES

Firma del encuestado: _____

C.C.

Anexo 5. Fotografías de aplicación de encuestas en reuniones de padres de familia.

Fotografía 1. Colegio Las Américas (IED).



Fotografía 2. Gimnasio Infantil Mundo de los niños.



Fotografía 3. Liceo Pedagógico Augusto Comte



Anexo 6. Concentración de PM₁₀ para cada una de las instituciones seleccionadas.

TIPO	INSTITUCIÓN	CATEGORIA RANGO	[PM10] (g/m3)
Privadas	Jardín Infantil El Rosal de mi Infancia	3	377,3006332
	Liceo Pedagógico Augusto Comte	4	1150,865065
	Liceo Pedagógico Bilingüe Jardín Crear Futuro	4	1062,053176
	Liceo Santa Engracia	1	92,84515979
	Guardería y Pre-Jardín Sueños y Sonrisas	2	226,7065591
	Little Explorers Preschool	4	1239,676955
	Gimnasio Infantil Mundo Mágico	2	314,2313201
	Gimnasio Infantil Bautista	3	500,8650017
	Colegio Muñecos y Figuras	2	161,0629883
	Gimnasio Infantil Mundo de los Niños	2	204,8253688
	Colegio Antares	4	706,805616
	Jardín Infantil Santa Rosita	3	418,4887561
Públicas	Colegio Carlos Arturo Torres	2	226,7065591
	Colegio Las Américas	2	226,7065591
	Colegio Alfonso López Pumarejo	5	1506,112626

Anexo 7. Infraestructura de instituciones educativas.

Fotografía 1. Liceo Pedagógico Augusto Comte.



Fotografía 2. Liceo Pedagógico Bilingüe Jardín Crear futuro.



Fotografía 3. Colegio Alfonso López Pumarejo.

