

MORTALIDAD CARDIOPULMONAR POR EFECTO A CORTO PLAZO DE CONTAMINANTES CRITERIO DEL AIRE EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY.

CARDIOPULMONARY MORTALITY BY SHORT-TERM EFFECT OF CRITERION AIR POLLUTANTS IN KENNEDY

Pedrerros Cachique Juan Camilo¹

¹ Estudiante de la Facultad de Ingeniería Ambiental. Semillero de investigación Salud Ambiental grupo INAM – USTA y Protección Social y Salud Pública. Universidad Santo Tomás de Bogotá D.C., Colombia. Correo electrónico: juan.pedrerros@usantotomas.edu.co

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto a corto plazo por la contaminación del aire, relacionado con la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y enfermedades respiratorias, en la localidad de Kennedy por medio de la evaluación de contaminantes individuales y combinados.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio ecológico de series de tiempo, por medio de un modelo de poisson, determinando promedios diarios 24 horas, 8 horas, 3 horas y máximos diarios para los contaminantes criterio del aire, evaluando su efecto en la mortalidad cardiopulmonar en la localidad de Kennedy para en el periodo de 2009 - 2014.

Resultados: Al determinar el efecto a corto plazo dentro de la localidad de Kennedy se obtuvo que para las enfermedades cardiovasculares, dentro del grupo de todas las edades, el CO y SO₂ son los contaminantes atmosféricos que presenta un mayor riesgo para la población con valores de 6,1% (IC 95%: -10,78%; 26,24%) y 3,2% (IC 95%: -13,08%; 22,53%), por otro lado se evidenció que para los mayores de 65 años el aumento de riesgo se presenta nuevamente para CO y SO₂ con valores de 2,1% (IC 95%: -16,15%; 24,31%) y 2,3% (IC 95%: -24,55%; 38,66%). Dentro de las enfermedades respiratorias se estableció que para todas las edades el PM_{2,5} y SO₂ presentan los niveles de riesgo más alto de 4,87% (IC 95%: -11,88%; 24,80%) y 5,95% (IC 95%: -14,18%; 30,80%), dentro del grupo etario de mayores a 65 años el riesgo aumenta con el PM_{2,5} en un 3,47% (IC 95%: -15,03%; 25,98%). Al realizar la combinación de contaminantes dentro de las enfermedades cardiopulmonares se evidencia que los principales contaminantes involucrados son el PM_{2,5} y CO reportando un riesgo de 5,2% (IC 95%: -5,58%; 17,21%). Por último los principales casos de mortalidad son asociados a enfermedades como el infarto agudo de miocardio, las disritmias, los accidentes cerebrovasculares, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y la infección respiratoria de las vías aéreas inferiores (LRI).

Conclusión: Considerando que los resultados no fueron estadísticamente significativos se determina que las enfermedades cardiopulmonares están relacionadas en gran medida con los contaminantes criterio de la calidad del aire, debido a que es una localidad en la cual se presenta una alta circulación vehicular y es uno de los principales sectores industriales en Bogotá, destacando que los principales contaminantes a los cuales se les atribuyen estos problemas de salud son el PM_{2,5}, CO y SO₂, además se observa que al combinar los diferentes contaminantes el efecto que se genera es un aumento considerable en el aumento de la mortalidad.

Palabras clave: Series de tiempo, estudio ecológico, enfermedades cardiovasculares, enfermedades respiratorias, regresión lineal de poisson, localidad de Kennedy.

ABSTRACT

Objective: Determine the short-term effect of air pollution that is related to mortality from cardiovascular and respiratory diseases in the locality of Kennedy through the evaluating individual and combined contaminants.

Materials and methods: An ecological study proceeding from time series was carried out by means of a poison model, which determined daily averages of 24 hours, 8 hours and 3 hours, and the daily maximum for air pollutants, afterwards evaluated their effect on cardiopulmonary mortality in/at the locality of Kennedy for the period 2009 - 2014.

Results: When interpreting the short-term effect within the locality of Kennedy, it was obtained that cardiovascular diseases within every age group, CO and atmospheric contaminants were the ones that reached a high risk for the population, with a value of 6,1% (IC 95%: -10,78%; 26,24%) and 3,2% (IC 95%: -13,08%; 22,53%). In addition, it was evidenced that for people over the age of 65 the risk would increase on an even higher level of CO with a value of 2,1% (IC 95%: -16,15%; 24,31%) and 2,3% (IC 95%: -24,55%; 38,66%). From the respiratory diseases it was determined it is reached in a very high level for every age group with a percentage of 4,87% (IC 95%: -11,88%; 24,80%) and 5,95% (IC 95%: -14,18%; 30,80%), within the group of over 65 years old the risk increases 3,47% (IC 95%: -15,03%; 25,98%). When a combination of contaminants within cardiopulmonary diseases was carried out it was evidenced that the main contaminants involved are the CO, which resulted in a risk of 5,2% (IC 95%: -5,58%; 17,21%). To finalize, the main cases of mortality were associated with several diseases such as Myocardial Infarction (IAM), Dysrhythmia (DR), Cerebrovascular Diseases (CERVAS), Chronic obstructive pulmonary disease (EPOC), and a Respiratory infection of the lower tract areas (LRI).

Conclusion: Considering that the results are not statistically significant, we concluded that air quality pollutants in the locality of Kennedy are related to cardiopulmonary mortality, but what the main pollutants caused to these problems did not include MP, CO y SO₂. To stand out that everything which contaminates causes the effect to increase and therefore the percentage of the mortality also increases.

Key words: Time series, ecological study, cardiovascular diseases, respiratory diseases, linear regression of poison, Kennedy locality

INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas ambientales más graves a nivel mundial es la contaminación del aire, la cual es monitoreada y controlada por entidades públicas y privadas para determinar el grado de riesgo que pueda presentarse dentro de la sociedad, sin importar el nivel socioeconómico [1]. Las principales regiones en donde se observan estos problemas a nivel mundial son el Pacífico Occidental y Asia Sudoriental, debido al uso de combustibles fósiles y al crecimiento exponencial del

sector industrial, registrando para este periodo cerca de 3 millones de muertes prematuras [2].

Los contaminantes criterio del aire son los responsables del aumento de la morbilidad y mortalidad, en menor o mayor escala a nivel mundial, este aumento es atribuido al material particulado (MP) en donde las partículas con una mayor problemática se encuentran por debajo de los $10\text{ }\mu\text{m}$ que hace alusión al PM_{10} y a partículas con un diámetro inferior de $2.5\text{ }\mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$), las cuales tiende a alojarse en los pulmones y eleva el riesgo de problemas como cardiopatías y neumopatías [2].

De igual forma se encuentra de manera relevante el ozono troposférico (O_3), el cual es uno de los principales componentes que conforma la niebla tóxica. El O_3 es generado por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x), producto de las emisiones generadas por vehículos y el sector industrial, por otro lado, la generación de compuestos orgánicos volátiles (COV's) son principalmente producto de emisiones por vehículos, disolventes o en diversos procesos industriales. El incremento de O_3 en la población puede generar problemas respiratorios, asma, aplacar la función pulmonar y ser promotora de enfermedades pulmonares [2].

Otro de los contaminantes es el dióxido de nitrógeno (NO_2), el cual es generado en mayor medida por centrales de energía, industrias y transporte de carreteras, en conjunto con la combustión de la biomasa [3]; la exposición a altos niveles de NO_2 aumenta la probabilidad de tener bronquitis y disminuye el correcto desarrollo de la función pulmonar [2].

Por otro lado hay presencia de dióxido de azufre (SO_2), el cual es generado por la combustión de combustibles fósiles y la fundición de menas las cuales contiene azufre. Dentro de las principales fuentes antropogénicas del SO_2 encontramos, los combustibles que tienen en su contenido azufre, utilizados con fines de calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor. Los principales efectos sobre la salud humana son en el sistema respiratorio, deteriorando la función pulmonar y produciendo irritación ocular [2].

Se evidencia que los contaminantes criterio del aire están relacionados con enfermedades y problemas en las vías respiratorias, esto genera incertidumbre en relación a si son los principales problemas causantes de la morbilidad y mortalidad de los seres humano.

En Colombia la problemática por contaminación atmosférica está presente en el Valle de Aburra (Medellín, Antioquia) en donde está claramente identificada, presentando niveles altos de $\text{PM}_{2.5}$; se evidencia una problemática de manera clara, obtenido que para el periodo de tiempo del año (2013 a 2017) se han presentado anualmente cerca de 3.000 muertes por enfermedades cardiopulmonares las cuales son causadas principalmente por contaminantes atmosféricos [4].

Para el año 2015, en un estudio realizado por la Secretaria Distrital de Salud (SDS) de Bogotá de los años 2005 a 2015 la principal fuente de emisión de contaminantes criterio del aire son las fuentes móviles, con emisiones conformadas por carbono elemental, compuestos orgánicos semivolátiles, hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales pesados, óxidos metálicos, ácidos nítricos y sulfúricos y sulfatos

y nitratos [5]. Los contaminantes más importantes y causantes de enfermedades cardiopulmonares en Bogotá son el PM_{10} y $PM_{2.5}$, específicamente en localidades del centro occidente y sur occidente en donde se concentran diferentes tipos de actividades industriales y donde el tráfico es alto y continuo diariamente [5]. Se ha comprobado que la población afectada por enfermedades respiratorias son los menores de 14 años y mayores de 65 años, relacionándolo con el PM_{10} principalmente [6].

Enfocando la localidad de Kennedy el estudio se realiza en un periodo de tiempo de 5 años (2009 a 2014) debido a que en esta serie de tiempo tiene un mayor numero de datos los cuales se pueden analizar y no genera una discrepancia al no tener datos de los años que no son parte de estudio. Para este periodo los habitantes estaban expuestos a diferentes contaminantes debido a las actividades que allí se realizan, las cuales generan humos por diferentes actividades ya que en esta localidad se encuentran establecidas 15.196 empresas las cuales están divididas de la siguiente manera: para el sector de servicios comprende el 76%, para el sector industria el 19% y para el sector de construcción el 3% [7]; los contaminantes que presentan un mayor riesgo para la localidad de Kennedy por fuentes fijas y fuentes móviles son el PM_{10} y el monóxido de carbono (CO) [8].

Por lo señalado anteriormente el objetivo de este trabajo fue establecer la relación de los contaminantes criterio del aire con la mortalidad por enfermedades cardiopulmonares en la localidad de Kennedy, por una exposición a corto plazo.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio ecológico de series de tiempo con bases de datos secundarios de contaminantes del aire y mortalidad; mediante este estudio se puede evidenciar las variaciones que ocurren de un año a otro y cuál es el comportamiento de la exposición relaciona con la mortalidad [9]. La información de mortalidad diaria en la localidad de Kennedy fue suministrada por la Secretaria distrital de salud de Bogotá (SDS), mientras que la de contaminantes atmosféricos se obtuvo de la Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA) de la estación Cayetano Cañizales ubicada en la localidad.

Se utilizó un modelo de regresión de poisson el cual se aplica principalmente en distribuciones de variables discretas [10], para situaciones en donde se modele un número de hechos de cierto tipo que pueden ocurrir en un intervalo de tiempo o espacio, bajo supuestos de aleatoriedad y ciertas circunstancias restrictivas en donde la suma de todos los intervalos de tiempo sigan una distribución de poisson de parámetro igual a la suma de los parámetros [11].

La finalidad de realizar el estudio para la localidad de Kennedy es definir el nivel de riesgo al cual está expuesto la población en un periodo de tiempo determinado, el cual permite identificar la relación de la mortalidad con un periodo determinado de tiempo y los diferentes niveles de exposición a los cuales estaban expuestos. Inicialmente se hizo una depuración de los registros de los contaminantes del aire, utilizando un criterio de suficiencia del 75%, esto con la finalidad de que los resultados tengan sesgos muy pequeños y al obtener los resultados no exista una disparidad la cual permita un buen análisis [12]; seguidamente se calcularon

promedios de 24 horas, máximo 8 horas, máximos 3 horas y máximo horario para diferentes contaminantes (Tabla 1).

Tabla 1. Promedios calculados para cada contaminante.

Contaminantes y variables meteorológicas	Valores
PM ₁₀ y PM _{2.5}	Promedio diario (24 horas)
CO	Promedio máximo (8 horas) y máximo horario
NO ₂	Promedio diario (24 horas) y máximo horario
SO ₂	Promedio diario (24 horas) y promedio máximo 3 horas
Humedad Relativa (HR)	Promedio diario (24 horas)
Temperatura	Promedio diario (24 horas)
Precipitación	Promedio diario (24 horas)

Fuente: El autor.

En cuanto a la mortalidad se utilizó la Clasificación Internacional de Enfermedades 10 Edición (CIE-10), identificando la mortalidad por diferentes enfermedades cardiopulmonares (Tabla 2); los diagnósticos seleccionados fueron clasificados para todas las edades y para los mayores de 65 años.

Tabla 2. Guía para la clasificación de patología según CIE-10

Código CIE	Enfermedad
I200-I209	Angina de pecho (ANG)
I210-I219	Infarto del miocardio (IM)
I240-I249	Enfermedades isquémicas agudas del corazón (EIAC)
I440-I459 , I470-I509	Disritmias (DR)
I600-I629, I640-I699	Cerebrovascular (CERVAS)
I630-I639	Infarto cerebral (STROKE)
J000-J069	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (IAVAS)
J100-J119	Influenza (INFLU)
J120-J189	Neumonías (NEUMO)
J200-J229	Bronquitis Bronquiolitis (BRONQ)
J400-J449	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC)
J450-J469	Asma (ASMA)

Fuente: CIE-10

Para los contaminantes criterio y la mortalidad se realizó un análisis inicial descriptivo en el cual se determinó la media, mediana, desviación estándar, máximos y mínimos, y percentiles 25 y 75. Se estimó un cambio en el riesgo para la mortalidad cardiopulmonar asociada con la variación a la exposición diaria a los diferentes contaminantes criterio. Para evaluar el efecto de varios contaminantes, se emplearon modelos de múltiples contaminantes haciendo estas combinaciones por

contaminante de esta manera se obtuvo un nuevo valor del (IRR) y se determinó si era mayor o menor con respecto a los valores de cada contaminante individualmente para evidenciar el riesgo al cual se ve expuesta la población y cuales contaminantes en conjunto presentan una problemática mayor que al presentarlos de forma unitaria, con la finalidad de evidenciar un posible aumento o disminución en el riesgo de la mortalidad en la localidad [13].

Luego de obtener las bases de mortalidad y contaminantes criterio se procedió a calcular el aumento del riesgo en la mortalidad derivado de la exposición a contaminantes del aire, se determino el nivel de la exposición a los contaminantes criterio por mortalidad utilizando una serie de periodos de tiempo con un modelo de retraso (Lag), del día cero al quinto día, en donde el día cero (Lag 0) corresponde al registro del día actual en el cual se registró el nivel de contaminación, el (Lag 1) nos hace referencia a el retraso de un día es decir al día anterior del registro inicial, de esta manera aplica del (Lag 2 – Lag 5), con base a los datos obtenidos por cada (Lag) se realizo el promedio de 3 y 5 días previos a la mortalidad (Lag 1-3 y Lag 1-5, respectivamente) [14], [15].

Se utilizó el programa STATA versión 11, para calcular el riesgo relativo (IRR) y pruebas estadísticas que permitieron seleccionar el mejor modelo tales como el criterio de información de Akaike (AIC), el criterio de información Bayesiano (BIC), el factor de inflación de la varianza (VIF) y la correlación de Pearson.

RESULTADOS

La tabla 3 muestra el comportamiento que presentaron los contaminantes atmosféricos y parámetros meteorológicos en el periodo de estudio para la localidad de Kennedy; se realizó un comparativo con los valores guía de la OMS y con la norma nacional contemplada en la Resolución 2254 de 2017, donde se determinó que el PM_{10} y $PM_{2.5}$ exceden los valores máximos permisibles para las dos normas [16], [17]; el promedio diario obtenido para PM_{10} fue de $77,95 \mu g/m^3$ ($DE=\pm 24,69$), el cual excede el valor guía anual propuesto por la OMS de $20 \mu g/m^3$ y el nacional de $50 \mu g/m^3$; para el $PM_{2.5}$ el promedio diario fue de $30,85 \mu g/m^3$ ($DE=\pm 11,56$), el cual excede el valor promedio anual de la guía de la OMS de $10 \mu g/m^3$ y la norma colombiana de $25 \mu g/m^3$; lo anterior plantea que una alta exposición frente a estos contaminantes incida en problemas de salud de los habitantes de la localidad de Kennedy. Los contaminantes como el CO , SO_2 y NO_2 presentan valores que están dentro de los límites propuestos por la OMS y la norma colombiana en donde no exceden estos valores establecidos, de igual forma la constante exposición puede ser un factor fundamental en donde estos contaminantes puedan estar generando un riesgo a largo plazo dentro de la localidad de Kennedy.

Tabla 3. Comportamiento de contaminantes y parámetros meteorológicos de los datos depurados Sistema de vigilancia de calidad del aire de Bogotá Localidad de Kennedy, 2009 - 2014

Contaminante o parámetro meteorológico	Obs.	Media	D.E	Mín.	Máx.	P25	P75	RIQ	% datos disponibles
PM_{10} (24 horas $\mu g/m^3$)	2.096	77,95	24,69	26,10	179,30	58,4	94,4	35,7	95,4
$PM_{2.5}$ (24 horas $\mu g/m^3$)	2.047	30,85	11,56	3,20	83,10	22,1	38,7	16,5	93,2

CO (Máximo horario ppm)	1.708	2,15	0,76	0,20	5,30	1,6	2,6	1	77,7
CO (Promedio Máximo 8 horas ppm)	1.708	1,43	0,55	0,20	5,00	1,1	1,6	0,5	77,7
SO ₂ (24 Horas) ppb	1.249	3,98	1,85	0,01	14,80	2,6	5	2,4	56,9
SO ₂ (Promedio Máximo 3 Horas) ppb	1.245	1,45	0,88	0,01	10,60	4,8	10,5	5,7	56,7
NO ₂ (24 Horas) ppb	1.551	2,74	0,75	0,40	6,30	15,6	22,7	7,1	70,6
NO ₂ (Máximo Horario) ppb	1.646	3,35	1,10	1,0	10,40	25,4	39,9	14,5	74,9
Temperatura °C	1.156	14,20	2,70	0,90	17,80	13,9	15,6	----	52,6
Humedad Relativa (%)	1.307	66,58	7,23	46,00	86,70	61,3	72,1	----	59,5

Obs: Observaciones; D.E: Desviación Estándar. P25: Percentil 25. P75: Percentil 75. RIQ: Rango Intercuartil; ppb: Partes por billón; ppm: Partes por millón

Fuente: El Autor

En la localidad de Kennedy se registraron 19.469 muertes durante el periodo de 2009 a 2014 (Tabla 4), donde 4.868 (24,3%) muertes fueron causadas por enfermedades cardiopulmonares en todas las edades y 3.683 (75,7%) se presentaron por enfermedades cardiopulmonares en el grupo etario de mayores de 65 años.

De las 4.868 muertes por enfermedades cardiopulmonares en todas las edades, 3.266 (67,1%) fueron causadas por enfermedades cardiovasculares y 1.602 (32,9%) por enfermedades respiratorias. Para el grupo de mayores de 65 años, el 75,3% (n=2.459) fue por causa cardiovascular, mientras el porcentaje restante fue por enfermedad respiratoria.

Para el total de defunciones por enfermedades cardiovasculares, 1.533 (31,5%) fueron causadas por infarto agudo del miocardio, donde 1.178 (76,8%) ocurrieron en el grupo etario de mayores de 65 años; 951 defunciones (19,5%) fueron causadas por disritmias, donde 776 (81,6%) de las defunciones se presentaron en los mayores de 65 años; finalmente 782 (16,1%) defunciones fueron causadas por enfermedades cerebrovasculares, de las cuales 505 (64,6%) se registraron en los mayores de 65 años. Dentro del total de muertes por mortalidad respiratoria, 1.021 (20,9%) fueron causadas por infección respiratoria de las vías aéreas inferiores, donde 682 (66,8%) de las defunciones se registraron en los mayores de 65 años; 575 (11,8%) defunciones fueron causadas por enfermedad pulmonar obstructiva crónica, de las cuales 539 (93,7%) se presentaron en los mayores de 65 años.

Tabla 4. Comportamiento de la mortalidad en la Localidad de Kennedy, 2009 - 2014

Mortalidad	Observaciones	Media	D.E	Mínimo	Máximo
CP Total	4.868	2,21	1,50	0	8
CP > 65 años	3.683	1,67	1,30	0	7
CV Total	3.266	1,48	1,23	0	7
CV > 65 años	2.459	1,11	1,07	0	6
RP Total	1.602	0,72	0,83	0	5
RP > 65 años	1.224	0,55	0,72	0	4

IAM Total	1.533	0,69	0,83	0	5
IAM > 65 años	1.178	0,53	0,73	0	5
DR Total	951	0,43	0,67	0	3
DR > 65 años	776	0,35	0,61	0	3
CRB Total	782	0,35	0,59	0	3
CRB > 65 años	505	0,22	0,48	0	3
LRI Total	1021	0,46	0,69	0	4
LRI > 65 años	682	0,31	0,55	0	3
EPOC Total	575	0,26	0,50	0	4
EPOC > 65 años	539	0,24	0,48	0	4

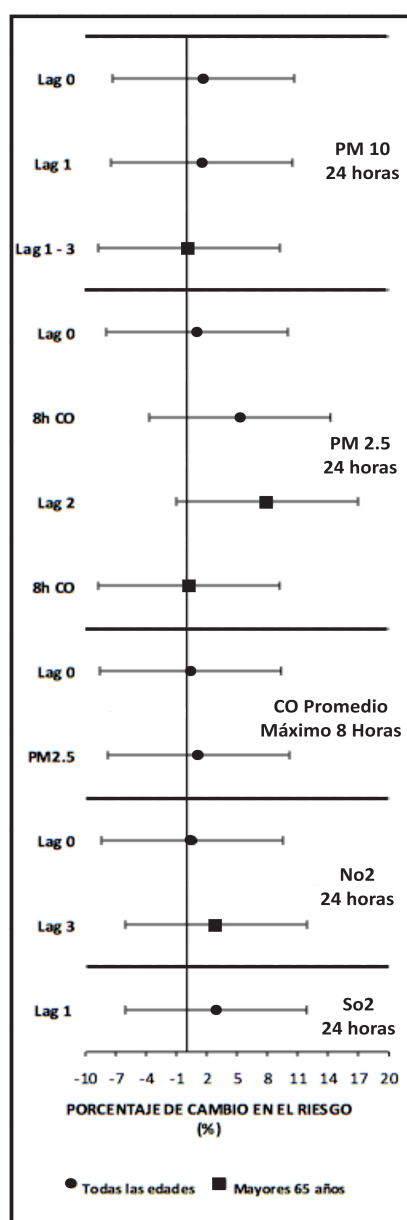
CP: Cardiopulmonar; CV: Cardiovascular; RP: Respiratoria; IAM: Infarto Agudo del Miocardio; DR: Disritmias; CRB: Cerebrovascular; LRI: Infección Respiratoria de las vías áreas inferiores; EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica; D.E: Desviación Estándar

Fuente: El Autor

Estimación del cambio en el porcentaje del riesgo para los diferentes contaminantes presentes en la localidad de Kennedy

En la gráfica 1 se observa el cambio en el porcentaje de riesgo por la exposición a contaminantes del aire para la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, donde el efecto más grande se dio para el $PM_{2.5}$ en los mayores de 65 años en el Lag 2, lo cual indica que por dos días antes el $PM_{2.5}$ presenta un aumento de $10 \mu g/m^3$ en el promedio máximo diario a causa de este contaminante, el riesgo para la población en cuanto a la mortalidad cardiopulmonar aumenta en un 8% (IC 95%: -3,39%; 20,66%).

Grafica 1. Porcentaje de cambio en el riesgo por mortalidad por enfermedad cardiopulmonar en la Localidad de Kennedy, 2009 – 2014



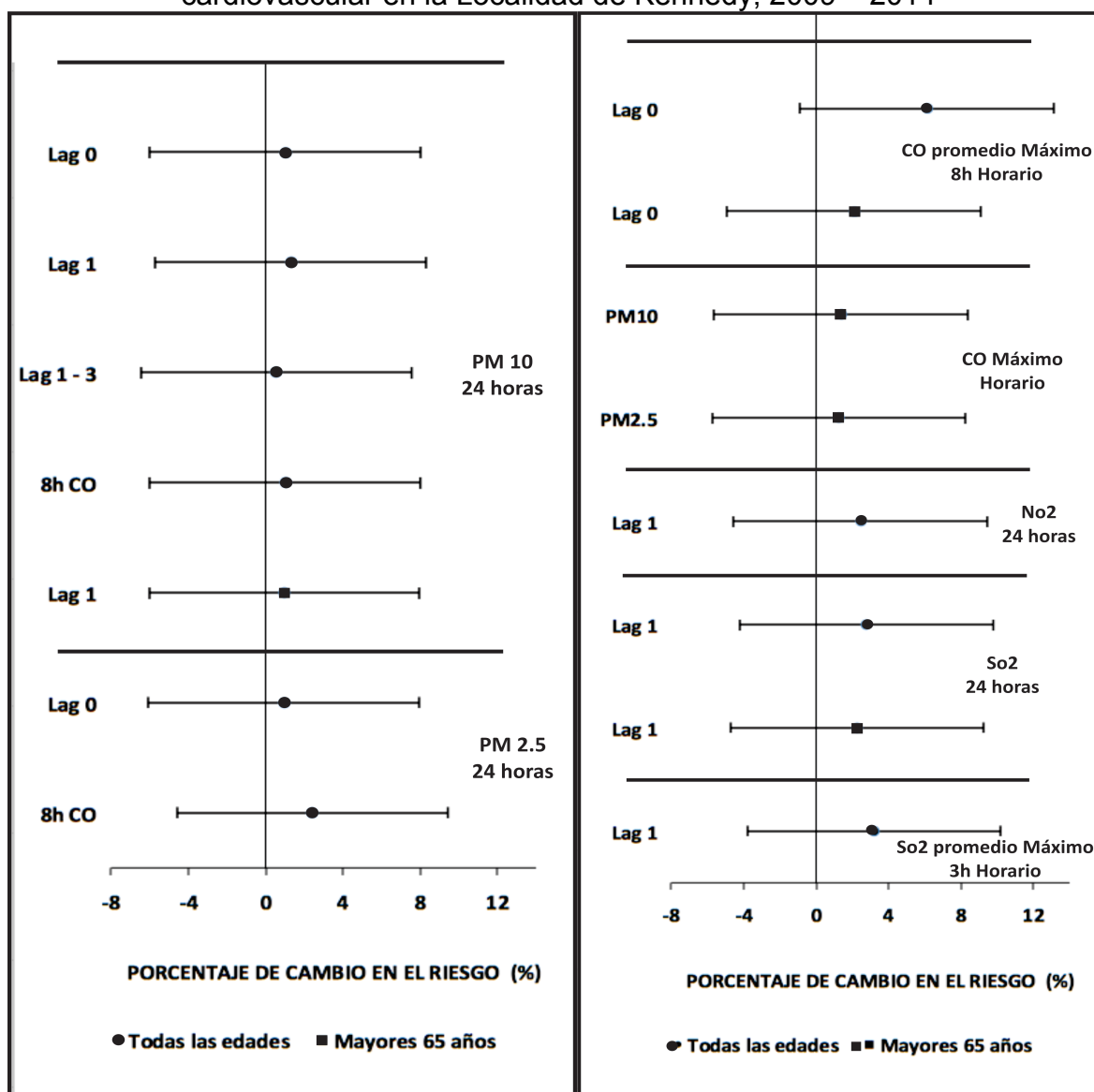
Fuente: El Autor

Con relación al modelo de combinación de los contaminantes se evidencia que por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el $\text{PM}_{2.5}$ en el promedio diario y un aumento de 0,5 ppm en el CO promedio 8 horas, la mortalidad por enfermedades cardiopulmonares

tiene un aumento del 5,2% (IC 95%: -5,58%; 17,21%) en todas las edades. Se concluye que el PM_{2.5} es el causante principal de la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar dentro de la localidad de Kennedy.

En la gráfica 2 se presenta el cambio en el porcentaje de riesgo por la exposición a contaminantes del aire para la mortalidad por enfermedad cardiovascular, donde se observa un efecto para el CO promedio máximo de 8 horas en todas las edades y los mayores de 65 años en el Lag 0, donde por un aumento de 0,5 ppm en el promedio máximo 8 horas de CO aumenta la mortalidad en un 6,1% (IC 95%: -10,79%; 26,24%) y 2,1% (IC 95%: -16,15%; 24,31%) respectivamente.

Grafica 2. Porcentaje de cambio en el riesgo por mortalidad por enfermedad cardiovascular en la Localidad de Kennedy, 2009 – 2014



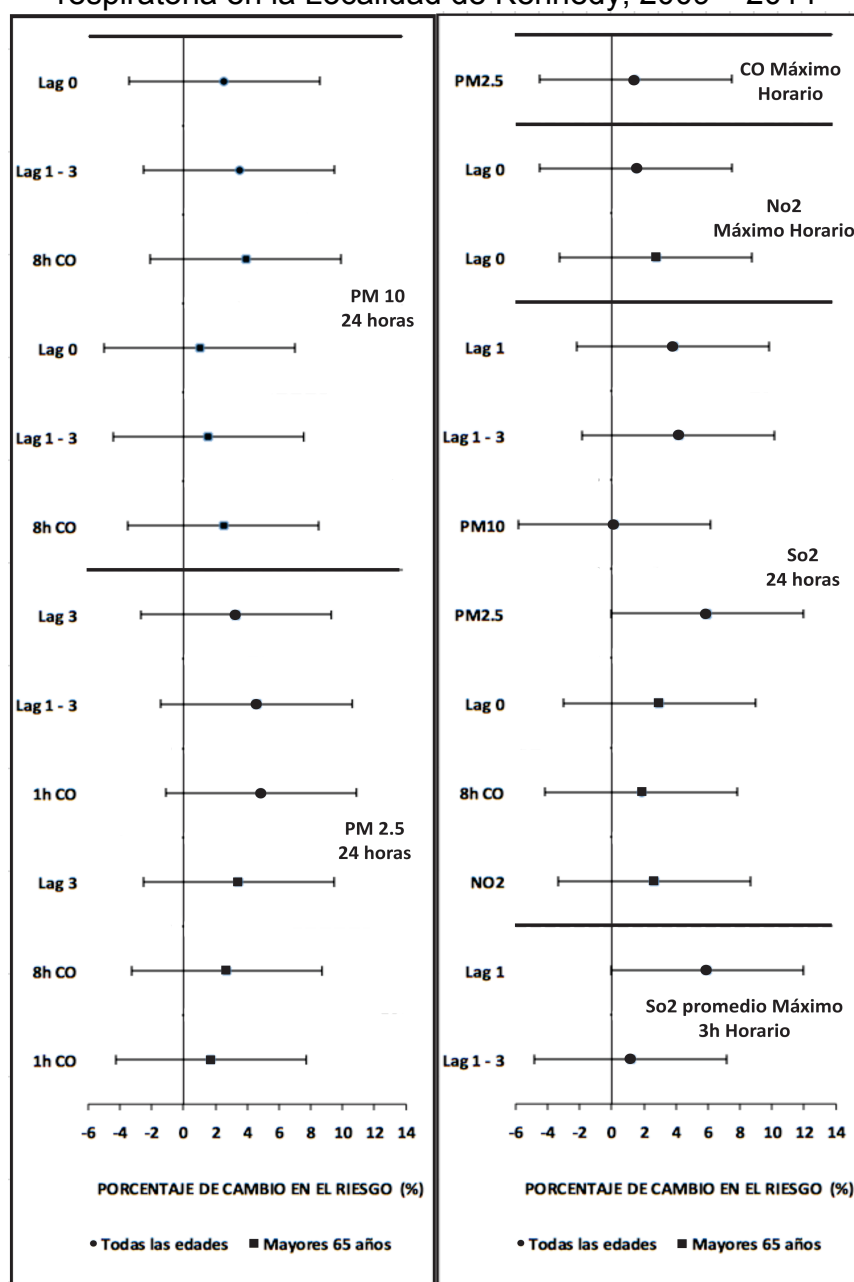
Fuente: El Autor

Al realizar el modelo para contaminantes múltiples se destaca el CO máximo horario, en donde por un aumento de 1 ppm y un incremento de 10 µg/m³ para el PM₁₀ y el PM_{2.5} en el promedio diario, la mortalidad por enfermedades cardiovasculares aumenta en un 1,4% (IC 95%: -20,51%; 29,29%) y 1,3% (IC 95%: -22,71%; 32,65%)

para mayores de 65 años respectivamente; además por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$ en el promedio diario y un incremento de 0,5 ppm de CO en el promedio máximo de 8 horas, la mortalidad aumenta en un 2,4% (IC 95%: -10,74%; 17,55%) para todas las edades.

En la gráfica 3, se observa el cambio en el porcentaje de riesgo por la exposición a contaminantes del aire para la mortalidad por enfermedad respiratoria, para todas las edades, donde para el PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$ promedio diario por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el Lag 1-3 se evidencia un incremento de la mortalidad en un 3,5% (IC 95%: -5,19%; 12,99%) y 4,6% (IC 95%: -15,68%; 29,77%) respectivamente.

Grafica 3. Porcentaje de cambio en el riesgo por mortalidad por enfermedad respiratoria en la Localidad de Kennedy, 2009 – 2014



Fuente: El Autor

El SO₂ promedio diario y promedio máximos de 3 horas, se observó que por un aumento de 2,4 ppb y 5,7 ppb respectivamente en el Lag 1, se presentó un aumento de la mortalidad de un 3,84% (IC 95%: -25,12%; 44,01%) y 5,95% (IC 95%: -14,18%; 30,80%) respectivamente para todas las edades, siendo estadísticamente no significativos; se establece que para esta patología los principales contaminantes relacionados con la mortalidad son el material particulado y el dióxido de azufre, debido a que el nivel de exposición contemplado en la serie de tiempo es de 5 años.

Utilizando el modelo de contaminantes múltiples se observa que por un incremento de 10 µg/m³ en el promedio diario para el PM₁₀ y un aumento de 0,5 ppm de CO en el promedio máximo de 8 horas, la mortalidad se incrementó en un 3,92% (IC 95%: -4,69%; 13,31%) para todas las edades; se evidenció que para el PM_{2.5} por un aumento de 10 µg/m³ promedio diario y un incremento de 1 ppm de CO máximo horario, aumenta la mortalidad en un 4,87% (IC 95%: -4,69%; 13,31%) para todas las edades y finalmente se observó que por un aumento de 2,4 ppb de SO₂ en el promedio diario y un incremento de 10 µg/m³ del PM_{2.5} en el promedio diario, se presenta un aumento de la mortalidad en un 5,95% (IC 95%: -29,66%; 59,59%) para mayores de 65 años; lo anterior reitera que los principales contaminantes responsables de la mortalidad por enfermedad respiratoria son el PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ y el CO.

Para la mortalidad a causa de enfermedades cardiovasculares específicas como el infarto agudo del miocardio (IAM) se observa que por un aumento de 10 µg/m³ de PM₁₀ en el Lag 1, para todas las edades y los mayores de 65 años, se presentó un aumento en la mortalidad de 3,67% (IC 95%: -4,90%; 13,01%) y 3,59% (IC 95%: -6,26%; 14,48%) respectivamente; al utilizar el modelo de contaminantes múltiples en todas las edades, se encuentra que por un aumento de 10 µg/m³ para el promedio diario de PM₁₀ y 0,5 ppm de CO en el promedio máximo 8 horas, aumenta la mortalidad en un 4,05% (IC 95%: -11,41%; 30,05%); lo anterior permite concluir que el principal causante de la mortalidad por IAM es el PM₁₀. En cuanto a la mortalidad por disritmias se observó que en el Lag 2, para todas las edades, por un aumento de 10 µg/m³ en el promedio diario de PM₁₀ se incrementa la mortalidad en un 0,08% (IC 95%: -10%; 11%) (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de cambio en el riesgo por mortalidad por Infarto Agudo del Miocardio (IAM) en la Localidad de Kennedy 2009 – 2014, por exposición a PM₁₀

Grupo de Edad	Diagnóstico	Lag o combinación con contaminante	RR	D.E	ICI	ICS	%CR
Todas	IAM	Lag 1	1,04	0,05	0,95	1,13	3,67
Todas		8h CO	1,04	0,05	0,94	1,15	4,05
> 65 años		Lag 1	1,04	0,05	0,94	1,14	3,59
Todas	Disritmias	Lag 2	1,00	0,05	0,90	1,11	0,08

RR: Riesgo Relativo; D.E: Desviación Estándar; ICI: Intervalo de Confianza Límite Inferior; ICS: Intervalo de Confianza Límite Superior; %CR: Porcentaje de Cambio en el Riesgo

Fuente: El Autor

Para la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares se observó para todas las edades teniendo en cuenta un día de retraso en relación con el día del registro Lag 1, un aumento en la mortalidad por un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio diario de PM_{10} de 1,93% (IC 95%: -8,76%; 13,87%) y 2,44% (IC 95%: -9,70%; 16,22%) respectivamente; al utilizar el modelo de múltiples contaminantes se encontró que un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} en el promedio diario y 0,5 ppm de CO en el promedio máximo de 8 horas, elevan la mortalidad en un 1,89% (IC 95%: -13,81%; 20,45%) en los mayores de 65 años; ninguno de los resultados fue estadísticamente significativo (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de cambio en el riesgo por mortalidad por Enfermedad cerebrovascular (CRB) en la Localidad de Kennedy, 2009 – 2014

Grupo de Edad	Contaminante	Lag o combinación con contaminante	RR	D.E	ICI	ICS	%CR
Todas	PM_{10}	Lag 1	1,02	0,06	0,91	1,14	1,93
Todas	PM_{10}	Lag 1-3	1,01	0,08	0,87	1,17	1,17
> 65 años	PM_{10}	Lag 1	1,02	0,07	0,90	1,16	2,44
> 65 años	PM_{10}	8h CO	1,02	0,09	0,86	1,20	1,89

RR: Riesgo Relativo; D.E: Desviación Estándar; ICI: Intervalo de Confianza Límite Inferior; ICS: Intervalo de Confianza Límite Superior; %CR: Porcentaje de Cambio en el Riesgo

Fuente: El Autor

Para la mortalidad a causa de enfermedades respiratorias específicas, como la Infección Respiratoria de las vías áreas inferiores (LRI), se encontró que por un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} en el grupo de todas las edades y los mayores de 65 años, en el Lag 1 y Lag 0 respectivamente, se aumentó la mortalidad en un 3,85% (IC 95%: -6,4%; 15,27%) y 4,20% (IC 95%: -8,20%; 18,28%); al utilizar el modelo de múltiples contaminantes se evidenció que un aumento de 0,5 ppm en el promedio máximo 8 horas de CO y un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el promedio diario de PM_{10} aumenta la mortalidad en 4,21% (IC 95%: -7%; 17%) para el grupo de todas las edades; ninguno de los resultados fue estadísticamente significativo (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de cambio en el riesgo por mortalidad por Infección Respiratoria de las vías áreas inferiores (LRI) en la Localidad de Kennedy, 2009 – 2014

Grupo de Edad	Contaminante	Lag o combinación con contaminante	RR	D.E	ICI	ICS	%CR
Todas	PM_{10}	Lag 1	1,04	0,06	0,94	1,15	3,85
Todas	PM_{10}	8h CO	1,04	0,06	0,93	1,17	4,21
> 65 años	PM_{10}	Lag 0	1,04	0,07	0,92	1,18	4,20

RR: Riesgo Relativo; D.E: Desviación Estándar; ICI: Intervalo de Confianza Límite Inferior; ICS: Intervalo de Confianza Límite Superior; %CR: Porcentaje de Cambio en el Riesgo

Fuente: El Autor

Finalmente para la mortalidad por Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) se observó que por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} en el promedio diario 24 horas y 0,5 ppm de CO en el promedio máximo diario 8 horas, se presenta un incremento en la mortalidad de 3,30% (IC 95%: -10,09%; 18,69%) para todas las edades y en los mayores de 65 años fue de 2,57% (IC 95%: -10,96%; 18,16%); se establece que los principales efectos para la EPOC se dan cuando se combinan los contaminantes como material particulado y monóxido de carbono (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de cambio en el riesgo por mortalidad por Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) en la Localidad de Kennedy, 2009 – 2014

Grupo de Edad	Contaminante	Lag o combinación con contaminante	RR	D.E	ICI	ICS	%CR
Todas	PM_{10}	Lag 0	1,00	0,06	0,89	1,13	0,08
Todas	PM_{10}	8h CO	1,03	0,07	0,90	1,19	3,30
> 65 años	PM_{10}	8h CO	1,03	0,07	0,89	1,18	2,57

RR: Riesgo Relativo; D.E: Desviación Estándar; ICI: Intervalo de Confianza Límite Inferior;

ICS: Intervalo de Confianza Límite Superior; %CR: Porcentaje de Cambio en el Riesgo

Fuente: El Autor

DISCUSIÓN

Aunque se obtuvo que los resultados que no fueron estadísticamente significativos debido a que la mortalidad que se presenta en la localidad es muy pequeña, se encontró que debido a los contaminantes criterio hay un aumento por mortalidad cardiopulmonar en la localidad de Kennedy, donde las muertes registradas en el periodo de estudio se relacionan con la exposición a los contaminantes del aire; uno de los principales factores a los cuales se asocia este suceso, es la constante exposición de la población a las emisiones de las empresas y el transporte público, siendo las principales fuentes de MP, CO, NO_2 y SO_2 , contaminantes que se han relacionado con el aumento de la mortalidad [18], [19].

La mortalidad por enfermedades cardiopulmonares se dio en mayor proporción en los mayores de 65 años (76% para enfermedades cardiovasculares y respiratorias), esto se debe a que su sistema inmunológico es más débil, ya que las defensas naturales del cuerpo contra las infecciones, como bacterias y virus no funcionan adecuadamente debido a que los antígenos no tienen un correcto funcionamiento [20], [21].

Estudios realizados en otros países han encontrado resultados similares o diferentes a los del presente trabajo; un estudio realizado en Beijing midió el efecto del PM_{10} y NO_2 en la mortalidad [22], donde se observó un aumento en la mortalidad por enfermedad cardiopulmonar de 1,72% y 2,57% en el lag 5, para PM_{10} y NO_2 respectivamente; en la localidad de Kennedy para PM_{10} y NO_2 se evidenció un

aumento del 1,61% y 0,49% para todas las edades, en donde se pueden apreciar hallazgos similares; en Austria [23] se realizó un estudio que indagó acerca del efecto de los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 , registrando un aumento en la mortalidad de 2%, 6,1% y 1,7% respectivamente, en donde la población más vulnerable fue el grupo etario de mayores de 65 años; para el estudio realizado los datos obtenidos para estos mismos contaminantes fueron 1,4% para todas las edades, 8,0% para mayores de 65 años y 2,8% en todas las edades, siendo muy parecidos en los hallazgos.

Al realizar un comparativo para las enfermedades cardiovasculares con un estudio realizado en Beijing (China) [24], se encontró que los contaminantes PM_{10} , SO_2 y NO_2 en el Lag 2, presentaron un efecto en la mortalidad de 1,39%, 1,59% y 1,18% respectivamente en todas las edades, mientras el presente estudio evidenció un efecto del PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y NO_2 con valores de 1,3%, 2,4%, 2,5% y 2,8% respectivamente, donde nuevamente se evidencian resultados similares, además que en este último la población más vulnerable estuvo compartida entre todas las edades y los mayores de 65 años. Un estudio llevado a cabo en la ciudad de Yichang (China) [25], reportó valores de 1,91% por $PM_{2.5}$ y 2,46% por PM_{10} para todos los grupos etarios; el presente estudio encontró un aumento en la mortalidad por enfermedad respiratoria del 2,57% para PM_{10} en el Lag 0 para todos los grupos etarios, 1,2% para PM_{10} en el Lag 0 para los mayores de 65 años, 3,28% para $PM_{2.5}$ en el Lag 3 para todas las edades y 3,47% para $PM_{2.5}$ en el Lag 3 para los mayores de 65, en donde se puede evidenciar que aunque se obtuvieron resultados estadísticamente no significativos, existe un riesgo en la localidad de Kennedy en la mortalidad por enfermedades respiratorias.

En Gotemburgo (Suecia) [26] se realizó un estudio de cinco años donde se observó el comportamiento de enfermedades cardiovasculares; al combinar PM_{10} y $PM_{2.5}$ con óxidos de nitrógenos en general NO_x , se encontró que la mortalidad por accidente cerebrovascular tuvo el mayor riesgo, el cual fue de 1,48% para PM_{10} en combinación con NO_x y de 1,50% para $PM_{2.5}$ en combinación con NO_x , siendo no estadísticamente significativos; dentro del estudio realizado para la localidad se observó en relación a la mortalidad por infarto agudo del miocardio un incremento de 5,60% y 5,08% por $PM_{2.5}$ en el Lag 1 y combinado con CO para los mayores a 65 años respectivamente, mientras para la mortalidad por enfermedades cerebrovasculares se registraron valores de 2,44% y 1,89% para PM_{10} en el Lag 1 y combinado con CO para los mayores a 65 años respectivamente, siendo mayores a los reportados en el estudio de Suecia.

Los principales contaminantes dentro de la localidad de Kennedy que aumentan la mortalidad cardiovascular y respiratoria son el PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 , los cuales son los principales agentes de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, en todas las edades, incrementan la mortalidad en 1,0%, 0,9% y 2,8% respectivamente; para las enfermedades respiratorias, en todas las edades, se presenta un aumento en la mortalidad de 2,57%, 3,28% y 3,84% respectivamente. Al comparar con un estudio realizado en Estambul (Turquía) [27], que evaluó los efectos de PM_{10} , NO_2 y SO_2 en las enfermedades cardiovasculares y respiratorias, se evidenció un aumento de 2,22%, 6,39% y 3,27% para enfermedades cardiovasculares respectivamente y de 0,18%, 1,16% y 2,53% en las enfermedades respiratorias respectivamente, obteniendo valores similares a los hallados en Kennedy, donde se puede resaltar

que las principales problemáticas de Estambul están ligadas con las emisiones atmosféricas por vehículos y la industrialización presente en la ciudad.

Finalmente se puede concluir que se observa un efecto a corto plazo en la mortalidad por enfermedades cardiopulmonares a causa de los contaminantes criterio del aire, tanto individualmente como combinados. Los contaminantes que presentaron los mayores efectos individuales y combinados fueron el MP, CO y SO₂, donde los mayores efectos para el CO se observan al combinarse con el MP. La localidad de Kennedy está catalogada como un área de contaminación alta (clase 1) [28], la cual corresponde a aquellas en la cual la concentración de contaminantes es superior a un 75% por parte del material particulado (MP) con relación a la norma de calidad del aire nacional e internacional. Las principales fuentes de contaminación atmosférica que se encuentran dentro de la localidad de Kennedy son fuentes móviles producto de un incremento por parte del parque automotor y tráfico vehicular, especialmente de buses y vehículos de carga pesada los cuales se desplazan lentamente por el sistema vial y por parte de las fuentes fijas son atribuidas a industrias ubicadas allí, debido a estas actividades y procesos dentro de la localidad de Kennedy son atribuidos los altos niveles de MP, CO y SO₂ [28]. Dentro de la localidad de Kennedy para el año 2006 ultimo perfil económico presentado por la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) se estima que existen 15.196 empresas registradas ante esta entidad, de las cuales el mayor aporte para la contaminación atmosférica son atribuidas a 2.908 que corresponden a empresas del sector manufacturero, 479 al sector de construcción, 6.618 reparación del parque automotor y 1.212 hacen parte del transporte, almacenamiento y comunicaciones [29], por otro lado el parque automotor en la ciudad de Bogotá ha crecido considerablemente desde el año 2009 con una cantidad de 1'168.685 vehículos a 2014 con 2'042.890 [30].

Según información del ministerio de salud los adultos mayores a 65 años tiene una alta probabilidad de contraer enfermedad cardiopulmonar debido a que su sistema inmunológico no responde adecuadamente en contra de los virus y bacterias, y además se exponen constantemente a los contaminantes criterio del aire [31]. en donde al comparar con un programa que realiza la alcaldía de Kennedy con adultos mayores en donde están expuestos en un periodo de 8 horas aproximadamente, cuatro días a la semana a fuentes móviles y fijas, ya que realizan actividades lúdicas al aire libre, lo que hace que sea una población más vulnerables a que puedan contraer una enfermedad, ya sea cardiovascular o de tipo respiratoria [32], [33]. Para este caso específico se recomienda buscar un lugar más apropiado para realizar las actividades con los adultos mayores, además de fortalecer y promover los programas y campañas para prevenir, controlar y reducir las emisiones por parte de la secretaria distrital de ambiente (SDA) y de esta manera poder reducir la tasa de mortalidad en la localidad de Kennedy.

Debido al incumplimiento de la norma nacional e internacional de la calidad del aire que se presenta en la localidad de Kennedy se sugiere implementar medidas de contingencia dentro de las empresas de transporte, industrias y la población en donde por medio de la alcaldía de Kennedy se realice una regulación dentro de la localidad para que sus habitantes no se vean afectados tan drásticamente por enfermedades cardiopulmonares. Para esto se pueden implementar medidas tales como: 1. Evitar por parte de la población quemar de cualquier material, ya sea un

residuo sólido o líquido. 2. Inventariar los compuestos industriales para evitar el uso de componentes tales como compuestos orgánicos semivolátiles, hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales pesados, óxidos metálicos, ácidos nítricos y sulfúricos y sulfatos y nitratos. 3. No fumar en espacios cerrados.

Para estudios posteriores se recomienda utilizar una base más robusta ya que a pesar de que se presentaron una serie de efectos, no se trabajaron algunos años en los que las bases se encontraban incompletas para algunos años y no aportaban información relevante para el estudio. Se trabajó con una base de datos de 5 años 2009 – 2014 ya que fueron las bases más completas y de las cuales se pudo obtener una trascendencia de la mortalidad por enfermedades cardiopulmonares para diferentes grupos etarios expuestos a diversos contaminantes criterio del aire con la metodología trabajada.

Por último, con base a los resultados obtenidos en el estudio realizado se pueden promover planes, programas y estrategias las cuales contribuyan a minimizar o prevenir las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, las cuales están ligadas a las problemáticas generadas por las industrias y el parque vehicular que se encuentra en la localidad de Kennedy, esto sin dejar de lado los contaminantes como el material particulado, monóxido de carbono y dióxido de azufre que tienen una alta contribución a las diferentes enfermedades que se puedan generar dentro de la localidad y que puede ser homologado a nivel ciudad y de esta manera presentar una solución a esta problemática que aqueja a los habitantes que allí residen.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Romero Placeres, F. Diego Olite y M. Alvarez Toste, «La contaminación del aire a nivel mundial,» 2006.
- [2] Organización mundial de la salud (OMS), «Calidad del aire (ambiente) y salud exterior,» Septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>. [Último acceso: 13 Junio 2017].
- [3] J. M. Vellón Graña, D. Cartelle Fernández y A. Rodríguez López, «Troposfera portal temático de contaminación atmosférica,» 2005. [En línea]. Available: <http://www.troposfera.org/conceptos/tropoestudios/no2-envisat-y-sciamachy/>. [Último acceso: 16 Junio 2017].
- [4] «Los lugares con mayor contaminación del aire en Colombia,» *Revista Dinero*, 24 Marzo 2017.
- [5] Secretaría Distrital de Salud, «Diagnóstico sectorial de salud,» Bogotá, 2015.
- [6] C. S. Duarte Torres, «Línea de calidad del aire y salud,» Bogotá, 2010.
- [7] U. Mena Lozano, «Localidad de Kennedy ficha básica,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/observatorio/documentos/localidades/kenedy.pdf>.
- [8] N. Rojas, «Aire y problemas ambientales de Bogotá,» Bogotá, 2015.
- [9] I. Romieu, Metodología epidemiológica aplicada a estudios de salud ambiental, I. d. s. pública, Ed., Cuernavaca, 2000.

- [10] M. Szklo y J. Nierto, Epidemiología intermedia: conceptos y aplicaciones, Aspen Publishers , 2000, pp. 270-285.
- [11] Hospital Universitario Ramón y Cajal, Comunidad de medicina, 6 Julio 2015. [En línea]. Available: http://www.hrc.es/bioest/Poisson_2.html. [Último acceso: 5 Julio 2017].
- [12] M. Zuk, g. tzintzun cervantes y L. Rojas Bracho , Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas, 1ª edición ed., Mexico , 2007, pp. 43-48.
- [13] D. Schwela, G. Haq, C. Huizenga, M. Ajero, W.-j. Han y H. Fabian, Urban Air Pollution in Asian Cities, 2006.
- [14] R. D. Peng, Statistical methods for Environmental Epidemiology with R, Nueva york, 2008, pp. 75-77.
- [15] F. C. Kopfler y G. F. Craun, Environmental Epidemiology, Michigan, 1986, pp. 280-287.
- [16] World Health Organization, «OMS guías de calidad del aire actualización mundial 2005,» Bonn, 2005.
- [17] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1 noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res%202254%20de%202017.pdf>. [Último acceso: 2 Febrero 2018].
- [18] A. Parker, Contaminacion del aire por la industria, Barcelona: Reverté, 2006, pp. 23-30.
- [19] M. A. Reyes y F. J. Aristizabal Duque, Neumología: infección, alergia y enfermedad respiratoria, vol. V, Madrid : Panamericana, 2006, pp. 147-150.
- [20] Arthritis Foundation , «¿Que es el sistema inmunologico?,» 2016. [En línea]. Available: <http://espanol.arthritis.org/espanol/la-artritis/preguntas-frecuentes/pf-sistema-inmunologico/>. [Último acceso: 12 7 2017].
- [21] J. Zhu, X. Zhang, X. Zhang, M. Dong, J. Wu, Y. Dong y R. Chen, «The burden of ambient air pollution on years of life lost in Wuxi, China, 2012–2015: A time-series study using a distributed lag non-linear model,» Wuxi, 2017.
- [22] Y. ZHANG, S. G. WANG, Y. X. MA, K. Z. SHANG, Y. F. CHENG, X. LI , G. C. NING, W. J. ZHAO y N. R. LI, «Association between Ambient Air Pollution and Hospital Emergency Admissions for Respiratory and Cardiovascular Diseases in Beijing: a Time Series Study,» Beijín, 2015.
- [23] M. Neuberger, H. Moshhammer y D. Rabcszenko, «Acute and subacute effects of urban air pollution on cardiopulmonary emergencies and mortality: Time series studies in Austrian cities,» Basel, Suiza, 2013.
- [24] Y. Ma, Y. Zhao, S. Yang, J. Zhou, J. Xin, S. Wang y D. Yang, «Short-term effects of ambient air pollution on emergency room admissions due to cardiovascular causes in Beijing, China,» Beijing, 2017.
- [25] Y. Liua, S. Xiea, Q. Yub, X. Huoa, X. Mingb, J. Wangc, Y. Zhouc, Z. Penga, H. Zhanga, X. Cuia, H. Xiangd, X. Huangc, T. Zhoue y Weihong, «Short-term effects of ambient air pollution on pediatric outpatient visits for respiratory diseases in Yichang city, China,» wuhan, hubei, 2017.
- [26] L. Stockfelt, E. M. Andersson, Molnár, P. Molnár, L. Gidhagen, D. Segersson, A. Rosengren, L. Barregard y G. Sallsten, «Long-term effects of total and source-

- specific particulate air pollution on incident cardiovascular disease in Gothenburg, Sweden,» Suecia, 2017.
- [27] O. Çapraz, B. Efe y A. Deniz, «Study on the association between air pollution and mortality in Istanbul, 2007e2012,» Estambul, 2015.
 - [28] Secretaria Distrital de Gobierno, «Plan Ambiental Local,» Bogotá, 2012.
 - [29] Camara y comercio de Bogotá, «Perfil Económico y Empresarial,» Bogotá, 2006.
 - [30] Secretaria de Movilidad (SDM), «Movilidad en cifras 2015,» Bogotá, 2015.
 - [31] Ministerio de Salud, «ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS CRÓNICAS,» Bogotá, 2016.
 - [32] Alcaldia local de Kennedy, «Mejores dias para las personas mayores en condicion de vulnerabilidad,» 2017. [En línea]. Available:
<http://www.bogota.gov.co/article/gestionpublica/mejores%20d%C3%ADas%20para%20las%20personas%20mayores%20en%20condicion%20de%20vulnerabilidad>.
 - [33] S. Hormaza y J. Mogollon , «Boletin epidemiológico y ambiental,» Bogotá, 2014.
 - [34] K. Rothman , Epidemiologia moderna, Madrid : Littel Brown, 1986, pp. 268-275.
 - [35] F. G. Rico Méndez, R. López Castañarez y E. Jaimes Figueroa , Daños a la salud por contaminación atmosferica, Toluca: 100 Ote, 2001, pp. 414-419.
 - [36] T. Sanfeliu, M. M. Jordan Vidal y A. Boix Sanfeliu, Contaminación y medio ambiente Santiago (chile) Castellón (españa), Castellon : Publicacions de la Universitat Jaume, 2005, pp. 47-52.
 - [37] L. F. Escobar Franco, «PLAN AMBIENTAL LOCAL KENNEDY,» Bogotá D.C, 2012.
 - [38] S. i. d. transporte, «Nuevos horarios de hora pico,» 2017. [En línea]. Available:
<https://culturabogota.com/nuevos-horarios-de-hora-pico-y-hora-valle-en-transmilenio/>.