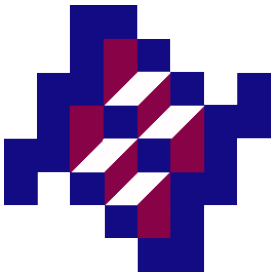


INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA

CAMPUS TLALPAN

PROGRAMA: SALUD PÚBLICA Y MEDICINA PREVENTIVA

"RELACIÓN ENTRE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y CONSULTAS MÉDICAS HOSPITALARIAS DEBIDO A ENFERMEDAD RESPIRATORIA EN MENORES DE 5 AÑOS EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (ZMVM) ENTRE EL 2004 Y EL 2011"

Tesis para obtener el grado de Especialista en Salud Pública y Medicina Preventiva

RIVERA PALACIOS MÓNICA LILI

Ciudad de México, D.F.

2013

I. DEDICATORIA

A Dios
Por haberme dado salud para lograr mis objetivos y permitirme concluir un capítulo más de mi vida, lo cual representa más que un logro académico, una satisfacción personal. Por poner en mi camino a las personas adecuadas en el momento y lugar correcto, por su bondad y amor siempre perceptibles.

A mis padres y hermano
Por enseñarme a ser responsable, perseverante, tenaz y buscar siempre la superación personal y académica. Por el esfuerzo que depositaron en mi formación profesional y por su apoyo absoluto, comparto con ustedes este logro pues también es suyo. Gracias Juan, Margarita y Tayo.

A mis tíos
Gracias Vis y Aki por abrirme las puertas de su casa que me hicieron fácil la vida en esta ciudad pero sobre todo por sus infinitas atenciones que siempre llevaré en mi corazón y por preocuparse por mí en todos los aspectos pues fueron una fuente de energía inagotable siempre que los necesite.

A Rodrigo
Por estar siempre presente, ser mi compañero incondicional y consejero en los momentos difíciles, por tu apoyo absoluto y por la confianza depositada en mí, por hacerme crecer en los momentos de debilidad, por tu paciencia a pesar de la distancia, por tu tiempo y por descubrir en la Salud Pública una nueva perspectiva de la salud. Gracias amor.

II. AGRADECIMIENTOS

A personas e instituciones quienes hicieron posible la realización de este trabajo al proporcionar la información requerida para la preparación y terminación del mismo:

Instituto Nacional de Salud Pública
Dra. Leticia Hernández Cadena.- Investigador en Ciencias Médicas "D" del CISP. Un agradecimiento especial por ser la Directora de esta Tesis ya que sin sus valiosas aportaciones y conocimiento no hubiera sido posible la realización de la misma.

Servicio Meteorológico Nacional
M. en C. Felipe Adrián Vázquez Gálvez.- Coordinador General del Servicio Meteorológico Nacional

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
Dirección General de investigación sobre la Contaminación Urbana y Regional
Departamento de Análisis Estadístico sobre la Calidad del Aire
Act. María Guadalupe Tzintzun Cervantes.- Jefa de Departamento de Análisis Estadístico sobre Calidad del Aire

Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de México
Ing. Raúl Martínez Corres.- Responsable de la Unidad de Información Secretaría de Salud

Secretaría de Salud del Estado de Tabasco
Dirección de Protección contra Riesgos Sanitarios
M. en C. Hugo Fredi Mayor Nucamendi.- Responsable del Proyecto Contaminantes Atmosféricos del Estado de Tabasco. Gracias por asesorar este trabajo de investigación, por su tiempo, orientación y dedicación en la revisión de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

I. DEDICATORIA 3

II. AGRADECIMIENTOS 4

III. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES 7

IV. ÍNDICE DE CUADROS 8

V. ÍNDICE DE GRÁFICOS 8

VI. ÍNDICE DE TABLAS 9

RESUMEN 11

INTRODUCCIÓN 12

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS 14

1.2 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS 15

1.3 NORMAS Y ACUERDOS SOBRE CALIDAD DEL AIRE 16

1.4 MONITOREO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS 17

1.5 LA POBLACIÓN DE ESTUDIO 17

CAPÍTULO 2 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

2.1 PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS Y MENORES A 2.5 MICRÓMETROS (PM_{10} Y $PM_{2.5}$) 18

2.2 OZONO (O_3) 19

2.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO) 20

2.4 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2) 21

2.5 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2) 21

2.6 VALORES LÍMITE DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS 21

CAPÍTULO 3 EFECTOS EN LA SALUD DEBIDO A CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

3.1 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA SALUD HUMANA 24

3.2 INFLUENCIA DE LOS FACTORES FISIOGRÁFICOS EN LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS 25

3.3 EVIDENCIA DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y ADMISIONES HOSPITALARIAS EN POBLACIÓN INFANTIL MENOR DE 5 AÑOS 26

3.4 FISIOPATOLOGÍA EN LA POBLACIÓN INFANTIL 29

CAPÍTULO 4 LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (ZMVM)

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO 30

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS 30

4.2 MUNICIPIOS QUE CONFORMAN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO 31

4.3 POBLACIÓN EN LA ZMVM 32
CAPÍTULO 5 MONITOREO ATMOSFÉRICO EN LA ZMVM
5.1 ESTACIONES DE MONITOREO 34
5.1.1 RAMA 34
5.1.2 REDMA 37
5.1.3 REDMET 38
5.2 ORGANISMOS GUBERNAMENTALES 39
CAPÍTULO 6 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y ABORDAJE
6.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 40
6.2 OBJETIVOS 42
6.2.1 OBJETIVO GENERAL 42
6.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 42
6.3 METODOLOGÍA 43
6.3.1 PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS 43
6.3.2 TIPO Y DISEÑO GENERAL DEL ESTUDIO 43
6.3.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO 43
6.3.3.1 MUESTREO 44
6.3.4 MATERIALES 44
6.3.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN 45
6.3.5.1 Criterios de inclusión 45
6.3.5.2 Criterios de exclusión 45
6.3.5.3 Criterios de eliminación 45
6.3.6 VARIABLES 45
6.3.7 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LAS VARIABLES 47
6.3.7 CONTROL DE CALIDAD Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO 48
6.3.7.1 CALIDAD DEL AIRE 48
6.3.7.2 EGRESOS HOSPITALARIOS 50
6.3.7.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 53
6.3.8 ASPECTOS ÉTICOS 54
CAPÍTULO 7 RESULTADOS
7.1 ANÁLISIS UNIVARIADO 55
7.2 COMPORTAMIENTO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS 56
7.2.1 PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS (PM_{10}) 56
7.2.2 PARTÍCULAS MENORES A 2.5 MICRÓMETROS ($PM_{2.5}$) 58
7.2.3 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2) 61
7.2.4 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2) 62

7.2.5 MONÓXIDO DE CARBONO (CO) 63
7.2.6 OZONO (O_3) 64
7.3 COMPORTAMIENTO DE LAS HOSPITALIZACIONES DE CAUSA RESPIRATORIA 69
7.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN 69
7.3.2 HOSPITALIZACIONES POR ZONA DE ESTUDIO 69
7.4 ANALISIS BIVARIADO 72
7.5 REGRESIÓN DE POISSON 76
7.5.1 PARTÍCULAS MENORES A 2.5 MICRÓMETROS ($PM_{2.5}$) Y HOSPITALIZACIONES 76
7.5.2 PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS (PM_{10}) Y HOSPITALIZACIONES 82
7.5.3 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2) 86
7.5.4 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2) 91
7.5.5 OZONO (O_3) 95
7.5.6 MONÓXIDO DE CARBONO (CO) 102
7.6 DISCUSIÓN 106
7.7 LIMITACIONES 109
7.8 APORTACIONES Y VENTAJAS 110
7.9 CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS 111
VII. GLOSARIO 114
VIII. MATERIAL COMPLEMENTARIO 116
Anexo 1. Oficio para obtener información meteorológica de la ZMVM 116
Anexo 2 Oficio de respuesta del ITAIPEM referente a nombre y ubicación de unidades médicas. 117
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 118

III. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Formación y efectos de la lluvia ácida..... 15
Ilustración 2 Diámetro comparativo de partículas menores a 10 micrómetros respecto al diámetro del cabello humano..... 18
Ilustración 3 Formación de Ozono..... 20
Ilustración 4 Acción del monóxido de carbono en la captación de oxígeno por las células sanguíneas..... 20
Ilustración 5 Municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de México..... 31
Ilustración 6 Red Automática de Monitoreo Atmosférico..... 37
Ilustración 7 Red Manual de Monitoreo Atmosférico..... 38
Ilustración 8 Red de Meteorología y Radiación Solar..... 38
Ilustración 9 Distribución por zonas de la ZMVM..... 49

IV. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Valores límite establecidos en normas, directivas y criterios de calidad del aire de los principales contaminantes atmosféricos…… 23
Cuadro 2 Efectos adversos de los contaminantes atmosféricos sobre el sistema respiratorio…… 25
Cuadro 3 Efectos adversos de contaminación atmosférica y hospitalizaciones por causa respiratoria en estudios de tendencia ecológica…….. 26
Cuadro 4 Conformación de la Zona Metropolitana del Valle de México…….. 44
Cuadro 5 Variables utilizadas en el estudio ……..45
Cuadro 6 Enfermedades Respiratorias Altas ……47
Cuadro 7 Enfermedades Respiratorias Bajas …….. 48
Cuadro 8 Asma…… 48
Cuadro 9 Unidades médicas por municipios y delegaciones de la ZMVM……51

V. ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Concentración promedio anual de PM_{10} en la ZMVM, 2004-2011…… 56
Gráfico 2 Tendencia de las concentraciones de PM_{10} en la ZMVM, 2004-2011……58
Gráfico 3 Concentración promedio anual de $PM_{2.5}$ en la ZMVM, 2004-2011…… 59
Gráfico 4 Tendencia de las concentraciones de $PM_{2.5}$ en la ZMVM, 2004-2011…… 60
Gráfico 5 Tendencia de las concentraciones de NO_2 en la ZMVM, 2004-2011…… 61
Gráfico 6 Tendencia de las concentraciones de SO_2 en la ZMVM, 2004-2011…… 63
Gráfico 7 Tendencia de las concentraciones de CO en la ZMVM, 2004-2011…… 64
Gráfico 8 Concentraciones anuales de O_3 en la ZMVM, 2004-2011…… 65
Gráfico 9 Tendencia de las concentraciones de O_3 en la ZMVM, 2004-2011…… 66
Gráfico 10 Hospitalizaciones debido a Asma y Estado Asmático por cada zona de la ZMVM……70
Gráfico 11 Hospitalizaciones debido a Enfermedades Respiratorias Altas por cada zona de la ZMVM……71
Gráfico 12 Hospitalizaciones debido a Enfermedades Respiratorias Bajas por cada zona de la ZMVM……71

VI. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Población en el Distrito Federal distribuida por delegación..... 32
Tabla 2 Población por municipio del Estado de México perteneciente a la ZMVM..... 33
Tabla 3 Rediseño de las estaciones de monitoreo de la RAMA a lo largo del tiempo..... 35
Tabla 4 Estaciones de la Red de Meteorología..... 39
Tabla 5 Valores promedio registrados por el SIMAT entre 2004-2011 en la ZMVM..... 55
Tabla 6 Número de días por arriba de la NOM-025-SSA 1993 y de las Guías de Calidad del Aire de la OMS para PM_{10}..... 57
Tabla 7 Número de días por arriba de la NOM-025-SSA 1993 y de las Guías de Calidad del Aire de la OMS para $PM_{2.5}$..... 60
Tabla 8 Número de días por arriba de la NOM-022-SSA1 2010 y de las Guías de calidad del Aire de la OMS para SO_2..... 62
Tabla 9 Número de días por arriba de la NOM-020-SSA1 1993 y de las Guías de Calidad del Aire de la OMS para O_3..... 66
Tabla 10 Concentraciones horarias de ozono y periodo máximo horario mayor a 0.11ppm..... 67
Tabla 11 Caracterización de la población menor de 5 años por tipo de hospitalización..... 69
Tabla 12 Hospitalizaciones por zona debido a enfermedades de etiología respiratoria en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2004-2011..... 70
Tabla 13 Concentraciones mínimas, máximas y medias de acuerdo a cada zona de la ZMVM, 2004-2011..... 72
Tabla 14 Promedio de concentraciones de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones por día de la semana..... 73
Tabla 15 Concentración promedio de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones entre semana y fin de semana..... 73
Tabla 16 Concentración promedio de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones por día hábil y feriado..... 74
Tabla 17 Concentración promedio de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones por año de estudio..... 74
Tabla 18 Promedio de hospitalizaciones en la ZMVM por año de estudio..... 75
Tabla 19 Concentración promedio de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones de acuerdo a la temporada del año..... 75
Tabla 20 Relación de $PM_{2.5}$ y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011..... 78
Tabla 21 Relación de $PM_{2.5}$ y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca, 2004-2011..... 79
Tabla 22 Relación de $PM_{2.5}$ y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda, 2004-2011..... 80
Tabla 23 Relación de $PM_{2.5}$ y promedio móvil de ozono con hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011..... 81
Tabla 24 Relación de PM_{10} y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011..... 83
Tabla 25 Relación de PM_{10} y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca, 2004-2011..... 84

Tabla 26 Relación de PM_{10} y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda, 2004-2011…… 85
Tabla 27 Relación de dióxido de nitrógeno y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011…….. 88
Tabla 28 Relación de dióxido de nitrógeno y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca, 2004-2011…… 89
Tabla 29 Relación de dióxido de nitrógeno y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda, 2004-2011…… 90
Tabla 30 Relación de dióxido de azufre y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011……..92
Tabla 31 Relación de dióxido de azufre y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca, 2004-2011…… 93
Tabla 32 Relación de dióxido de azufre y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda, 2004-2011…… 94
Tabla 33 Relación de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011……96
Tabla 34 Relación de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca, 2004-2011…….. 97
Tabla 35 Relación de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda, 2004-2011…… 98
Tabla 36 Relación de promedio móvil de 8 horas ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011…… ..99
Tabla 37 Relación de promedio móvil de 8 horas ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca, 2004-2011…… 100
Tabla 38 Relación de promedio móvil de 8 horas de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda, 2004-2011…… 101
Tabla 39 Relación de monóxido de carbono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011…….. 103
Tabla 40 Relación de monóxido de carbono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca, 2004-2011…… 104
Tabla 41 Relación de monóxido de carbono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda, 2004-2011…… 105

RESUMEN

En México, las enfermedades respiratorias se encuentran dentro de las diez principales causas de morbilidad, siendo las infecciones respiratorias agudas la primera causa, la otitis media aguda ocupa el séptimo lugar y el asma el octavo. Durante el 2010 se reportaron 152,427 casos de infecciones respiratorias agudas a nivel nacional. Para el Distrito Federal, las infecciones respiratorias y la otitis representan cada una contribuye con el 25% de los casos en población infantil menor de 5 años respecto a la población general, mientras que el asma aporta el 34% de casos en menores de 5 años.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo conocer la relación entre la exposición a contaminantes atmosféricos registrados por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del SIMAT y los ingresos hospitalarios debido a enfermedades de vías respiratorias altas, enfermedades de vías respiratorias bajas y asma en la Zona Metropolitana del Valle de México en población infantil menor de 5 años entre los años 2004 al 2011 mediante análisis de series de tiempo.

Se encontró que con cada incremento de 10 $\mu g/m^3$ de partículas menores de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) se incrementan las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias bajas (ERB) en 7.99% (RR=1.0799,IC95% 1.07-1.09, p=0.000); se incrementan 6.12% (RR=1.0612, IC95% 1.04-1.09, p=0.000) las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias altas (ERA) y las hospitalizaciones por asma aumentan en un 7.91% (RR=1.0791, IC95% 1.05-1.11, p=0.000). Por cada incremento de 10 $\mu g/m^3$ de partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) aumentan 7.23% (RR=1.0723, IC95% 1.07-1.08, p=0.000) las hospitalizaciones por ERB, 9.97% (RR=1.0997, IC95% 1.09-1.11, p=0.000) las hospitalizaciones por ERA y 11.27% (RR=1.1127, IC95% 1.10-1.13, p=0.000) las hospitalizaciones por asma. El dióxido de azufre se relaciona con un incremento de 11.43% (RR=1.1143, IC95% 1.10-1.13, p=0.000) en las hospitalizaciones por ERB, 17.33% (RR=1.1733, IC95% 1.16-1.19, p=0.000) en hospitalizaciones por ERA y 5.1% (RR=1.0510, IC95% 1.01-1.09, p=0.000) en hospitalizaciones por asma por cada 10 ppb de este contaminante en la atmósfera. El dióxido de nitrógeno está asociado con un incremento de hospitalizaciones por ERB de 4.75% (RR=1.0475, IC95% 1.03-1.06, p=0.000) y de 7.22% (RR=1.0722, IC95% 1.04-1.11, p=0.000) en hospitalizaciones por asma por cada 10 ppb que se incremente este contaminante. El ozono no mostró relación en este estudio.

Los resultados obtenidos fueron similares a otros realizados a nivel nacional e internacional. Esta investigación sirve de sustento para la formulación de políticas públicas en gestión de calidad del aire con la finalidad de evitar daños a la salud, respiratorios y cardiovasculares; y para futuras actualizaciones a la normatividad oficial referente a contaminantes atmosféricos.

Palabras clave: ZMVM, contaminación atmosférica, enfermedad respiratoria, menores de 5 años.

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica se define como aquella condición de la atmósfera en la cual están presentes sustancias cuyas concentraciones son más elevadas que sus niveles ambientales normales (atmósfera limpia) y que pueden producir efectos perjudiciales en los humanos, en los ecosistemas o en los materiales. [1] Los principales contaminantes atmosféricos que pueden comprometer la salud de la población y que han sido llamados contaminantes criterio, son las partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM_{10}), partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), el dióxido de azufre (SO_2), el dióxido de nitrógeno (NO_2), el ozono (O_3) y el monóxido de carbono (CO).

Por su impacto en la salud y para conocer el comportamiento de estos contaminantes se ha instalado el Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). El SIMAT entró en funcionamiento en 1986, actualmente cuenta con bases de datos de acceso libre en internet del monitoreo diario de contaminantes atmosféricos. A partir de 1994 y consciente de la problemática ambiental y efectos a la salud, la Secretaría de Salud elabora Normas Oficiales Mexicanas que establecen valores permisibles de contaminantes atmosféricos y en el 2005 la Organización Mundial de la Salud (OMS) fija estándares más estrictos en sus Guías de Calidad del Aire aplicables a todos los países con la finalidad de proteger la salud de la población más susceptible como niños, mujeres embarazadas y adultos mayores. Asimismo existen en internet bases de datos de consultas hospitalarias de las Instituciones Públicas de la Secretaría de Salud a las cuales se puede tener acceso de consulta en páginas oficiales.

La Zona Metropolitana del Valle de México, se encuentra ubicada a 2,240 metros sobre el nivel medio del mar, con una superficie de 9,560 km^2. (SMA, 2008) Está conformada por 16 delegaciones del Distrito Federal (D.F.), 59 municipios del Estado de México y 1 municipio de Hidalgo. Cuenta con una población para el 2010 cercana a los 20 millones de habitantes (INEGI 2010). El crecimiento poblacional, el incremento del consumo energético, el aumento de la flota vehicular, la ubicación de empresas, sumado a las características fisiográficas de la zona resultan en la generación de altos volúmenes de contaminantes atmosféricos, entre ellos partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono y monóxido de carbono. Estos contaminantes dañan la salud humana pudiendo desarrollar y exacerbar enfermedades respiratorias y/o cardiovasculares, principalmente en población susceptible. Existen estudios previos sobre esta relación en México que evalúan la relación entre infecciones respiratorias y los niveles de contaminantes atmosféricos (Arreola-Contreras 1999, Munguía-Castro 2003, Hernández-Cadena 2000, Ramírez-Sánchez 2006, Ramírez-Rembao 2009) pero escasos y no tan recientes sobre consultas hospitalarias en la ZMVM (Tellez-Rojo 1997). De ahí la necesidad de generar evidencia actual, planteando como hipótesis de investigación que a mayores niveles de contaminantes atmosféricos registrados por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del SIMAT, en los siguientes seis días se incrementarían los ingresos hospitalarios debido a enfermedades de vías respiratorias altas, enfermedades de vías respiratorias bajas y/o asma en población infantil menor de 5 años.

En el primer capítulo de este trabajo de investigación se abordan conceptos relevantes en materia de contaminación, los principales contaminantes atmosféricos, las normas oficiales vigentes en México que establecen los valores permisibles con los que se protege la salud humana, los valores que establece la OMS para proteger a población susceptible, así como una breve descripción del monitoreo atmosférico en la ZMVM.

En el segundo capítulo se describe cada contaminante atmosférico, sus fuentes y los daños que ocasiona a la salud, así como los valores límite de acuerdo a diferentes normas y lineamientos de países como Estados Unidos de América, México, países de la Unión Europea y OMS.

En el capítulo tercero se detallan los efectos de los contaminantes atmosféricos así como la evidencia nacional y mundial de la contaminación atmosférica en la salud, destacando su relación con enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

En el capítulo cuarto se define la zona de estudio, la ZMVM, los municipios que la conforman y la población expuesta en cada municipio.

En el capítulo cinco se profundiza en las estaciones de monitoreo atmosférico, se describen las herramientas con las que cuenta el SIMAT para el monitoreo de contaminantes atmosféricos y de variables meteorológicas y se definen los organismos gubernamentales encargados de estos rubros.

En el capítulo seis se define la población de estudio, se plantea el problema de investigación, señala el tipo de estudio elegido, el periodo de tiempo que se analizó y las fuentes donde se obtuvo la información. Asimismo se aborda la metodología para el análisis de los datos con series de tiempo utilizando regresión de Poisson.

En el capítulo siete se encuentran los resultados a nivel individual por contaminantes atmosféricos y por hospitalizaciones respiratorias, el comportamiento de los contaminantes atmosféricos por año de estudio, por temporada, por día de la semana y por día laboral y finalmente el análisis con regresión de Poisson que relaciona las concentraciones de contaminantes atmosféricos con el conteo diario de ingresos hospitalarios. Además en este capítulo se abordan las limitaciones de este trabajo de investigación, las aportaciones y ventajas, así como las conclusiones que surgen del mismo.

Capítulo 1
Generalidades

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS

El ambiente es definido como: "El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados" según la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (Última Reforma Diario Oficial de la Federación 30-08-2011).

El artículo 4º Constitucional establece que es un derecho de los mexicanos la protección de la salud y a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. [2] Para asegurar este derecho, un ambiente saludable debe constituirse por agua potable y suficiente; seguridad alimentaria y nutrición adecuada; convivencia segura y pacífica; ecosistema estable y apropiado para la supervivencia humana y el aire limpio. [3]

La contaminación atmosférica es una de las formas principales en que puede ser afectado el ambiente. La OMS establece que existe contaminación del aire cuando en su composición aparecen una o varias sustancias extrañas, en tales cantidades y en tales períodos de tiempo, que pueden resultar nocivas para el hombre, los animales, las plantas o la tierra, así como perturbar el bienestar o uso de los bienes. Yassi la describe como "la emisión al aire de sustancias peligrosas a una tasa que excede la capacidad de los procesos naturales de la atmósfera para transformarlos, precipitarlos (lluvia o nieve), y depositarlos o diluirlos por medio del viento y el movimiento del aire." **(Ilustración 1).** La Secretaría del Medio Ambiente adopta la definición de Bishop, quien define contaminación atmosférica como "la presencia en la atmósfera de uno o más elementos, en cantidad suficiente, con ciertas características y una permanencia determinada, que pueda causar efectos indeseables tanto en el ser humano, la vegetación, los animales, las construcciones y los monumentos. Estos elementos pueden ser polvo, olores, humos o vapor." [4] La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define contaminación como "la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico". (Última Reforma Diario Oficial de la Federación 30-08-2011).

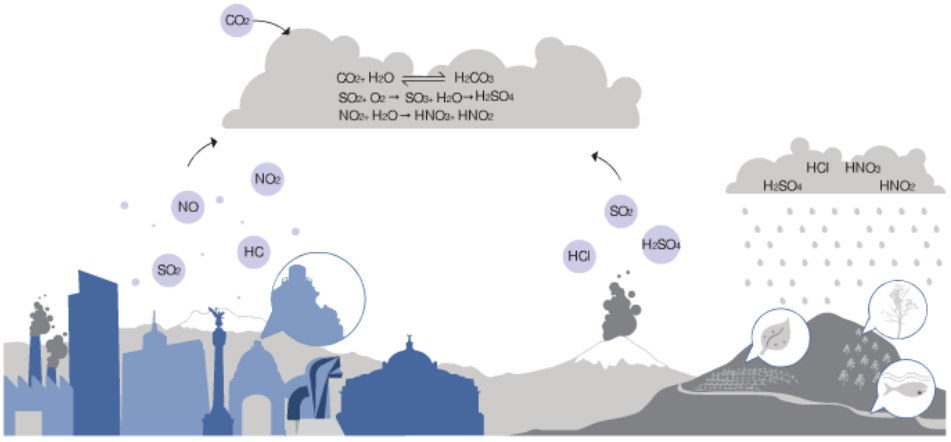


Ilustración 1 Formación y efectos de la lluvia ácida

Fuente: Informe de la Calidad del Aire de la Ciudad de México, 2011, p.78.

1.2 CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Los contaminantes atmosféricos se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio. [5] Reciben el nombre de contaminantes criterio porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos criterio de calidad del aire en los Estados Unidos de América para establecer niveles permisibles que protegen la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. [6] Estos contaminantes criterio son bióxido de azufre (SO_2), bióxido de nitrógeno (NO_2), material particulado (PM), plomo (Pb), monóxido de carbono (CO) y ozono (O_3).

Las fuentes de contaminación se clasifican en fijas o puntuales, móviles, de área y naturales. [7]

Las plantas de energía, industrias químicas, refinerías de petróleo o fábricas son consideradas como fuentes puntuales, también llamadas fuentes estacionarias o fijas que emiten de uno a varios contaminantes criterio del aire además de muchos otros contaminantes peligrosos.

Las fuentes móviles incluyen a las diversas formas de transporte tales como automóviles, motocicletas, trenes, camiones y aviones. De ellas, la principal fuente móvil de contaminación atmosférica es el automóvil, ya que produce cantidades importantes de monóxido de carbono (CO) y en menor cantidad óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COVs).

Las fuentes de área son pequeñas, numerosas y dispersas que, en conjunto, pueden afectar la calidad del aire en una región como el uso de madera para cocinar o calentar la casa, las imprentas, las estaciones de servicio, y las tintorerías.

Dentro de las fuentes naturales más importantes se encuentran las emisiones biogénicas de hidrocarburos provenientes de pastos, cultivos, arbustos y bosques; y las emisiones de los suelos, que emanan óxido nitroso. Existen también otras fuentes naturales como la erosión eólica, las termitas que emiten metano (CH_4), los relámpagos que emiten NOx, los volcanes y la actividad geotérmica que emiten SOx.

1.3 NORMAS Y ACUERDOS SOBRE CALIDAD DEL AIRE

La contaminación atmosférica es un problema de Salud Pública que afecta a todas las sociedades y a todas las personas dentro y fuera de su domicilio por lo que este tema ha despertado el interés y preocupación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) quien publicó las primeras Directrices sobre Calidad del Aire para la región europea en 1987 [8] y posteriormente fueron actualizadas en 1997 [9]. En el año 2005 la OMS publicó nuevas directrices en las Guías de Calidad del Aire, estableciéndose nuevos límites de concentración de algunos contaminantes atmosféricos los cuales son aplicables a todos los países del mundo. [10] En estas Guías de Calidad del Aire de la OMS se establecen los siguientes valores máximos para los principales contaminantes atmosféricos:

- Para las partículas en suspensión $PM_{2.5}$ se fijaron valores máximos de 10 $\mu g/m^3$ de media anual y 25 $\mu g/m^3$ de media en 24 horas.
- Para las partículas en suspensión PM_{10} se estableció como límites de 20 $\mu g/m^3$ media anual y 50 $\mu g/m^3$ de media en 24 horas.
- Se aceptan niveles de ozono (O_3) de 100 $\mu g/m^3$ de media en 8 horas.
- Se aceptan niveles de dióxido de nitrógeno (NO_2) de 40 $\mu g/m^3$ de media anual y para una hora de 200 $\mu g/m^3$.
- Las cifras máximas permisibles de dióxido de azufre (SO_2) son de 20 $\mu g/m^3$ de media en 24 horas y de 500 $\mu g/m^3$ de media en 10 minutos.

En México, la evaluación de la calidad del aire se rige sobre los criterios que se establecen en la Normatividad Oficial vigente para cada contaminante atmosférico. El criterio para el ozono se encuentra en la NOM-020-SSA1-1993 que entró en vigor el 31 de octubre de 2002, para el monóxido de carbono es la NOM-021-SSA1-1993 que entró en vigor el 24 de diciembre de 1994; los criterios para el bióxido de azufre se encuentran en la NOM-022-SSA1-2010 actualizada el 7 de marzo de 2010. Los criterios para el dióxido de nitrógeno se encuentran en la NOM-023-SSA1-1993, que entro en vigor el 24 de diciembre de 1994 y para el material particulado la NOM-025-SSA1-1993 establece los valores permisibles a partir del 25 de noviembre de 2005. [11] Cabe señalar que las Normas Oficiales Mexicanas deben revisarse y actualizarse cada 5 años por lo que sólo la NOM-022-SSA1-2010 para dióxido de azufre se encuentra actualizada.

1.4 MONITOREO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Actualmente en México existe el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático el cual está integrado por Redes de Monitoreo de Calidad del Aire en los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Michoacán, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí y Tabasco; las cuales miden de forma automática las concentraciones de contaminantes criterio como ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, $PM_{2.5}$, PM_{10} y parámetros meteorológicos como velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, presión barométrica, precipitación pluvial y radiación solar. [12]

En la ZMVM se monitorea el aire desde 1966. El Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) está integrado por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) que cuenta a partir del año 2011 con 29 estaciones; la Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA) que consta de 12 estaciones; la Red de Depósito Atmosférico (REDDA) que tiene 11 sitios de muestreo y la Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET) que opera con 14 estaciones. Se complementa con un Laboratorio Móvil de Monitoreo Atmosférico, un Laboratorio de Estándares, un Laboratorio de Análisis Ambiental y un Centro de Información de la Calidad del Aire (CICA). [13]

1.5 LA POBLACIÓN DE ESTUDIO

La ZMVM abarca las 16 delegaciones del Distrito Federal (D.F.) y 59 municipios conurbados del Estado de México, alberga a más del 20% de la población del país. Este crecimiento poblacional ha generado mayor consumo de energía, el incremento en la flota vehicular que supera los 4.5 millones de vehículos automotores, el crecimiento industrial con 35,000 empresas registradas lo que genera emisiones anuales de casi 5 millones de toneladas de contaminantes, entre ellos el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos (HC), los óxidos de nitrógeno (NOx,), el dióxido de azufre (SO_2) y las partículas en suspensión (PS). Debido a la localización, características climáticas y orográficas de la ZMVM existe una inmensa actividad fotoquímica en la atmósfera que resulta en la formación de ozono (O_3). La población de menores de 5 años en el D.F. y área metropolitana se estima en 1,930,000 habitantes y según las estadísticas de la Dirección General de Epidemiología (DGE) las enfermedades respiratorias ocupan el 1er lugar en causas de consulta y hospitalización.

Para la presente investigación se utilizaron bases de datos del SIMAT y de la Dirección General de Información en Salud para poder contestar a la pregunta de investigación ¿Los ingresos hospitalarios en menores de 5 años debido a padecimientos respiratorios tienen relación con los niveles de contaminación atmosférica monitoreados por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del Sistema de Monitoreo Atmosférico que opera en la Zona Metropolitana del Valle de México?

Capítulo 2
Contaminantes atmosféricos

2.1 PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS Y MENORES A 2.5 MICRÓMETROS (PM_{10} Y $PM_{2.5}$)

Por su diámetro aerodinámico las partículas inhalables menores a 10 micrómetros (µm)* (PM_{10}) se pueden dividir en fracciones gruesa, fina y ultrafina. La *fracción gruesa* está compuesta por partículas cuyo diámetro aerodinámico se encuentra entre 2.5 y 10 µm ($PM_{2.5-10}$); la *fracción fina* que incluye aquellas partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 µm ($PM_{2.5}$), y, finalmente, la *fracción ultrafina* que incluye a las partículas menores de 1µm [14] las cuales también se relacionan con su potencial para causar efectos a la salud. **(Ilustración 2)**

Ilustración 2 Diámetro comparativo de partículas menores a 10 micrómetros respecto al diámetro del cabello humano.

Fuente: United States Environmental Protection Agency EPA.

Las PM_{10} son generadas principalmente por la resuspensión del polvo del suelo, el polen, la erosión, el rocío salino, la minería y el tráfico de las carreteras, mientras que las $PM_{2.5}$ son emitidas durante la combustión de diésel, combustóleo o carbón y producidas a partir de la condensación de los gases de combustión de los vehículos a gasolina. [15, 16]

Las partículas finas tienen períodos de vida media en la atmósfera de días a semanas, viajan distancias de 100 km o más y tienden a ser espacialmente homogéneas en áreas urbanas, por lo que sufren transformaciones durante períodos de estancamiento atmosférico o durante el transporte a largas distancias. Las partículas gruesas generalmente se depositan más rápidamente, con una vida media en la atmósfera de sólo

* 1 µm (micrómetro) = 0.001 mm = 1×10^{-3} mm

minutos u horas lo que ocasiona mayor variabilidad espacial dentro de una misma región. [17]

Los niveles de PM en el ambiente están relacionados con disminución de la visibilidad y a nivel respiratorio, por ser la vía de entrada en la población humana, con disminución en la función pulmonar y exacerbación de enfermedades respiratorias. Las partículas con diámetros mayores de 10 µm se depositan casi exclusivamente en la nariz y garganta; las PM_{10}, también llamada fracción torácica o inhalable, puede penetrar y depositarse a lo largo del tracto respiratorio; mientras que las $PM_{2.5}$ o partículas finas o respirables, llegan a los bronquiolos respiratorios y la región alveolar, pueden llegar inclusive a la circulación sanguínea causando además enfermedades cardiovasculares y exacerbando las mismas, ocasionando mortalidad prematura. Algunas características como la edad, los polimorfismos genéticos, las enfermedades cardiovasculares y respiratorias pre-existentes y el nivel socioeconómico bajo pueden aumentar la susceptibilidad de las poblaciones a los efectos de salud relacionados con las PM. [18, 19]

2.2 OZONO (O_3)

El **ozono (O_3)** es un gas compuesto por tres átomos de oxígeno, que se forma cuando se disocian los dos átomos que componen el gas oxígeno, éstos átomos son altamente reactivos por lo que pueden unirse al reaccionar con otro átomo de oxígeno.

El ozono atmosférico o estratosférico se encuentra en estado puro entre los 10 y los 40 km sobre el nivel del mar, actuando como filtro para las radiaciones ultravioletas provenientes del sol. Las concentraciones de este gas son más altas durante los meses calientes, en patrones diurnos y en zonas urbanas. [20]

El ozono troposférico, situado hasta unos 10 km sobre la superficie de la Tierra, es un gas incoloro formado a través de reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV) **(Ilustración 3)** provenientes de la quema de combustible, vapores de gasolina y solventes químicos, por lo que este gas se encuentra en la capa más baja de la tierra sobre el nivel del mar y en concentraciones arriba de 150 $\mu g/m^3$ puede causar daños a la salud humana y coadyuvar en el calentamiento de la superficie terrestre.

El ozono irrita las vías aéreas pulmonares, ejerce un efecto negativo sobre la función ventilatoria, aumenta los síntomas de la porción superior del aparato respiratorio (secreción nasal, irritación faríngea), síntomas respiratorios bajos (bronquitis, induce crisis asmáticas, dolor del pecho), y síntomas no respiratorios (dolor de cabeza, fatiga), principalmente en asmáticos; así también se ha relacionado con muertes prematuras. [21, 22]

Ilustración 3 Formación de Ozono "Cuando los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles se mezclan con la presencia de luz solar, el ozono se forma"

Fuente: United States Environmental Protection Agency EPA http://www.epa.gov/airquality/ozonepollution/basic.html

2.3 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

El **monóxido de carbono (CO)** es un gas inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles, tales como gasolina, gas natural, petróleo, carbón, tabaco y otros materiales orgánicos. Las principales fuentes en áreas urbanas son los automóviles, aviones e incendios forestales.

De acuerdo a Ramírez-Rembao la mayor concentración de este gas se observa en meses fríos. En Mexicali, Baja California el monóxido de carbono y la temperatura ambiente fueron las variables que mayormente contribuyeron en la incidencia de morbilidad por Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) en el periodo de 2001 a 2005. [23]

Los efectos en la salud dependen de la concentración inhalada y su consecuencia al disminuir la capacidad de distribuir oxígeno a los órganos y tejidos del organismo **(Ilustración 4)** e incluyen daño visual, fatiga, disminución de la destreza, mareos ligeros, náuseas, confusión mental, desmayos, daño neurológico severo e inclusive muerte cuando la exposición a este gas es prolongada y con concentraciones altas, pero no está relacionado a enfermedades respiratorias. [24]

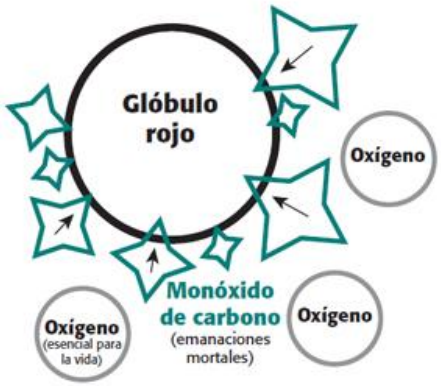


Ilustración 4 Acción del monóxido de carbono en la captación de oxígeno por las células sanguíneas

Fuente: http://www.epa.gov/espanol/saludhispana/monoxido.html

2.4 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

El **dióxido de nitrógeno (NO_2)** es un gas altamente reactivo que, junto con el ácido nitroso y el ácido nítrico, forman el grupo de gases conocidos como óxidos de nitrógeno (NOx) que se producen mediante la combustión al oxidarse el nitrógeno del aire. [25]

El dióxido de nitrógeno es un contaminante secundario, contribuye a la formación de ozono en la tropósfera. Es creado por la oxidación del NO en presencia de la luz solar, o formado directamente por combustión a altas temperaturas en plantas generadoras de energía o en el aire de interiores a partir de hornillas de gas. Las principales fuentes son los automóviles y motores de camión, aparatos eléctricos, industrias, hornos, calentadores de gas y humo de tabaco. Dentro de los efectos a la salud se encuentran irritación de ojos, nariz y garganta, reducción de la función pulmonar, exacerbación de cuadros asmáticos e incremento de infecciones respiratorias en niños. [26]

2.5 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

El **dióxido de azufre (SO_2)** es un gas incoloro que forma parte del grupo de gases llamado óxidos de azufre. Está constituido por un átomo de azufre y dos átomos de oxígeno en su estructura molecular. La fuente principal de este contaminante son las centrales eléctricas, termoeléctricas, la combustión de combustible fósil y los volcanes; también proviene del proceso industrial de la extracción de metales o de la quema de combustibles que contengan azufre como locomotoras, y embarcaciones grandes que utilizan diésel y combustóleo principalmente. [27]

En el ambiente, junto con los óxidos de nitrógeno, es el principal causante de la lluvia ácida ya que es transformado en ácido sulfúrico en la atmósfera. **(Ilustración 1)**

Se ha relacionado la exposición al dióxido de azufre con reducción en la función pulmonar, broncoconstricción, problemas cardiovasculares y respiratorios, irritación ocular, resultados adversos en mujeres embarazadas y mortalidad. [28]

2.6 VALORES LÍMITE DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Los valores permisibles para los contaminantes criterio se encuentran normados internacionalmente por dependencias como la OMS, localmente en otras regiones o países por la Unión Europea y en Estados Unidos por la EPA y en México por las NOM **(Cuadro 1)**

Los límites establecidos en la normatividad oficial mexicana para los contaminantes atmosféricos son superiores a los establecidos a partir del 2005 en las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud.

Existen estudios que han mostrado que aún por debajo de los niveles de calidad del aire considerados como seguros, existen asociaciones positivas entre los contaminantes del aire y los efectos sobre la salud sobre todo en poblaciones de susceptibles. Por ejemplo Hernández Cadena y cols. en 1998 encontraron asociación estadísticamente significativa entre PM_{10} y admisiones hospitalarias a urgencias por cuadros respiratorios en Ciudad Juárez, Chihuahua aun cuando los niveles registrados de contaminantes no superaban los límites permisibles de acuerdo a la normatividad oficial. En este estudio se estableció un modelo en el que un incremento de 20 $\mu g/m^3$ en la exposición a PM_{10} en el promedio de 24 horas, se relacionó con un incremento de 4.97% (IC 95% 0.97-9.13) en las consultas debido a asma con un retraso de cinco días y de un aumento de 2.95% (IC 95% 0.8 - 5.07) de enfermedades de vías respiratoria altas después de tres días de la exposición, detectándose un efecto sinérgico entre ozono y PM_{10}. [29]

Complementando lo anterior Ramírez-Sánchez y cols (2006), en su estudio ecológico en Guadalajara señala que los contaminantes atmosféricos CO y NO_2 muestran correlación significativa con las infecciones agudas de las vías respiratorias en niños menores de cinco años del área urbana de esta ciudad. Las correlaciones presentadas fueron: CO (r= 0.05) y NO_2 (r= 0.09), pese a que las concentraciones de estos contaminantes se mantuvieron por debajo de la norma. [30] Caso semejante el reportado en Río de Janeiro, Brasil donde un estudio realizado entre 2002 y 2003 para conocer la asociación entre PM_{10}, SO_2, CO, NO_2, O_3 y síntomas respiratorios obstructivos reveló que a pesar de registrar niveles que no sobrepasaban los estándares de calidad de aire recomendados por la Comisión Nacional del Medio Ambiente en ese país las consultas pediátricas se incrementaron en un 6.7% en niños menores de 2 años y estas fueron asociadas a PM_{10} [31] y en la ciudad de Cochabamba, Bolivia en 2004, se demostró un incremento del 4.3% sobre el número de consultas externas por bronquitis debido a dióxido de nitrógeno y un incremento del 3.3% debido a ozono aunque los valores de los contaminantes del aire no sobrepasan los valores guía. [32]

Cuadro 1 Valores límite establecidos en normas, directivas y criterios de calidad del aire de los principales contaminantes atmosféricos.

Contaminante	Periodo promedio de exposición	Unidades	Valores límite						
			México			Unión Europea	US-EPA	EPA California	OMS
			NOM vigente	Exposición aguda (Frecuencia máxima aceptable)	Exposición crónica (concentración y tiempo promedio)				
PM_{10}	Anual	($\mu g/m^3$)	Modificación a la NOM-025-SSA 1993	120(A)	50 (promedio aritmético/año)	40	-	20	20
	24 hrs					50	150	50	50
$PM_{2.5}$	Anual	($\mu g/m^3$)		65(A)	15 (promedio aritmético/año)	25	15	12	10
	24 hrs					40	35	35	25
O_3	MDPM	($\mu g/m^3$)	Modificación a la NOM-020-SSA1 1993	157(QMA)	-	120	147	137	100
	8hrs	ppm		0.08		0.06	0.075	0.07	0.05
		($\mu g/m^3$)		216(NVA)	-	-	-	180	-
	1 hr	ppm		0.11		-	-	0.09	-
CO	MDPM	(mg/m^3)	NOM-021-SSA1 1993	126(A)	-	10	10	10	-
	8hrs	ppm		11		9	9	9	10
		(mg/m^3)		-	-	40	40	23	30
	1 hr	ppm		-		35	35	20	-
SO_2	8hrs	($\mu g/m^3$)	NOM-022-SSA1 2010	524(2A)	66	-	80	-	-
		ppm		0.2	0.025	-	0.03	-	-
	24hrs	($\mu g/m^3$)		288(A)	promedio aritmético/año	125	3.65	105	20
		ppm		0.11		0.047	0.14	0.04	0.07
NO_2	Anual	($\mu g/m^3$)	NOM-023-SSA1 1993	-	-	40	100	57	40
		ppm		-		-	0.053	0.03	-
	1hr	($\mu g/m^3$)		395(A)		200	-	339	200
		ppm		0.21		-	-	0.18	-

MDPM: Máximo diario de promedios móviles; QMA: Quinto máximo en un año
NVA: Ninguna vez al año; A: Una vez al año; 2A: Dos veces al año
Fuente: PROAIRE 2011-2020, p.31

Capítulo 3
Efectos en la salud debido a contaminantes atmosféricos

3.1 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA SALUD HUMANA

El daño que causan a la salud los contaminantes atmosféricos dependerá por un lado, del contaminante y de sus características, sus propiedades físicas y químicas, la magnitud de la exposición que incluye la concentración del contaminante, la frecuencia y duración de la exposición y por otro lado, la vulnerabilidad de los individuos que dependerá entre otros factores, de su género, edad, raza y condiciones médicas propias.

Los efectos en la salud a consecuencia de la exposición a contaminantes pueden aparecer a corto o a largo plazo, y pueden ser reversibles o irreversibles. [33]

Al inhalar los contaminantes atmosféricos, éstos llegan a los pulmones causando una inflamación celular, reduciendo la habilidad del sistema respiratorio para combatir infecciones y eliminar partículas ajenas al organismo lo que incrementa el riesgo de efectos respiratorios en personas que padecen asma, enfisema pulmonar, enfermedad pulmonar obstructiva crónica o bronquitis crónica. Los efectos respiratorios incluyen exacerbación de síntomas de alergia, asma y broncoespasmo, además de infecciones respiratorias agudas altas y bajas, otitis media aguda, irritación ocular (conjuntivitis), irritación nasal (coriza), sensación de cansancio o fatiga y neumonía. [34, 35] **(Cuadro 2 y Cuadro 3).**

Además de las enfermedades respiratorias algunos estudios evidencian un incremento en la morbilidad y mortalidad debido a enfermedades cardiovasculares. [36, 37, 38, 39] También se ha relacionado con algunos tipos de cáncer, [40, 41] con efectos reproductivos, neurológicos [42], nacimiento prematuro, retraso en el crecimiento intrauterino, peso bajo al nacer, síndrome de muerte temprana y mortalidad infantil [43, 44, 45, 46].

Cuadro 2 Efectos adversos de los contaminantes atmosféricos sobre el sistema respiratorio.

CONTAMINANTE	EFECTO A CORTO PLAZO	EFECTO A LARGO PLAZO
PM_{10} y $PM_{2.5}$	Aumento de morbimortalidad respiratoria Disminución en la función pulmonar Interferencia en mecanismos de defensa pulmonar: fagocitosis y depuración mucociliar Síndrome bronquial obstructivo	Menor desarrollo de la estructura y función del sistema respiratorio Mayor riesgo de cáncer en la edad adulta (HAPs)
Ozono (O_3)	Disminución de la frecuencia respiratoria y disminución de CVF y VEFI Alveolitis neutrofílica, aumento de permeabilidad e hiperreactividad bronquial Alteración del epitelio alveolar (células tipo II)	Daño de células epiteliales, "bronquiolización" alveolar Disminución del desarrollo de CVF y VEF1
Dióxido de azufre (SO_2)	Obstrucción bronquial Hipersecreción bronquial	Bronquitis crónica
Dióxido de nitrógeno (NO_3)	Hiperreactividad bronquial Aumento de síntomas respiratorios y exacerbaciones de asma Aumenta la respuesta a la provocación con alérgenos Disminución de la actividad mucociliar	Posible decremento del desarrollo pulmonar
Monóxido de carbono (CO)	Disminución en la capacidad de ejercicio	

CVF: Capacidad vital forzada; VEF1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo. HAPs: hidrocarburos aromáticos policíclicos.
Fuente: American Thoracic Society Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly [47]

3.2 INFLUENCIA DE LOS FACTORES FISIOGRÁFICOS EN LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

De acuerdo a la OPS la concentración ambiental de un contaminante depende de factores topográficos y meteorológicos como patrones del terreno, edificaciones, dirección y velocidad del viento, precipitación pluvial, presión barométrica y temperatura que permiten el movimiento, transporte horizontal, la dilución y la dispersión de los contaminantes. [48]

En Canadá y en Italia se asociaron las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono con visitas a urgencias por síntomas respiratorios y asma durante los meses fríos y especialmente entre mujeres. [49, 50] En Brasil, el número de hospitalizaciones de causa respiratoria es menor en los meses de diciembre

a febrero y se incrementan en marzo y en los meses de intensa sequía (julio a septiembre) en un 10% en comparación con la temporada de lluvias. [51]

En un estudio realizado en la ZMVM en 2009 por Riojas Rodríguez [52], al relacionar las admisiones hospitalarias por estación del año se observó que las admisiones hospitalarias son mayores en la temporada seca-cálida durante los meses de marzo a mayo, en comparación con la temporada seca-fría (noviembre a febrero) y seca-húmeda (junio a octubre). [†]

3.3 EVIDENCIA DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y ADMISIONES HOSPITALARIAS EN POBLACIÓN INFANTIL MENOR DE 5 AÑOS

En la población infantil menor de cinco años, los contaminantes ambientales incluyendo el ozono (O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) y las partículas respirables menores a 10 y 2.5 micras de diámetro (PM_{10} y $PM_{2.5}$) contribuyen a la ocurrencia de síntomas respiratorios, cambios en la función pulmonar, aumento en las infecciones respiratorias e incremento en las consultas a salas de urgencias y hospitalizaciones. **(Cuadro 3)**

Cuadro 3 Evidencia de contaminación atmosférica y hospitalizaciones por causa respiratoria en estudios de tendencia ecológica.

Autor (año)	Lugar de estudio	Contaminante	Resultados
Zhang YP (2008)	China	PM_{10} SO_2 NO_2 CO	Un incremento de 10 µg/m³ en PM_{10} incrementa las admisiones hospitalarias de causa respiratoria entre un 0.716% y un 2.145%.
HEI Collaborative Working Group (2012) [53]	Ho Chi Minh, Vietnam	PM_{10} SO_2 NO_2 O_3	Se incrementa el riesgo en 8.5% (IC 95% 0.80-16.79) y en 5.85% (IC 95% 0.44-11.55) de hospitalizaciones por ERB con NO_2 y SO_2 en temporada seca que en húmeda mientras que el O_3 no mostró asociación.
Chen L (2007)	Brisbane, Australia	PM_{10} O_3 NO_2	Un incremento de 10 µg/m³ de PM_{10} aumenta las admisiones hospitalarias respiratorias en un 4.0% (IC 95% 1.1%-6.9%) y al ajustar con O_3 existe un incremento de 2.6% (IC 95% 1.0%-5.5%).
Nikić D (2008)	Nis, Serbia	Humo SO_2	Un incremento de10µg/m³ en SO_2 se asoció a un aumento en 1.29% (IC 95% 0.03-2.56%) las admisiones hospitalarias después de 3 días.

[†] La temporada en la ZMVM se divide de acuerdo a lo establecido en el Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México, PROAIRE 2011-2020 de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Vigotti MA (2010) [54]	Pisa, Italia	PM_{10} CO NO_2	Con un incremento de 10 µg/m³ en PM_{10}, se incrementan las admisiones hospitalarias un 10% (IC 95% 2.3-18.2) con un retraso de 1 día y un incremento de 11.8% (IC 95% 1.4-23.3)se asoció con un incremento análogo de NO_2 durante los dos días previos.
Orazzo F (2009)	Italia (6 ciudades)	CO SO_2 PM_{10}	Con un incremento de 1.04 µg/m^3 de CO aumentan 2.7% (IC 95% 0.5–4.9) las visitas a urgencias por sibilancias en los 7 días posteriores a la exposición y 3.4% (IC 95% 1.5–5.3) cuando se incrementa 8.0 µg/m^3 el SO_2.
Herrera AM (2011) [55]	Medellín, Colombia	$PM_{2.5}$ PM_{10} Hollín	Riesgo de presentar infecciones respiratorias o crisis asmáticas en 49.3% (IC 95% 18.9% - 87.3%) a mayor exposición de niveles de contaminantes atmosféricos en comparación con menores niveles.
Arciénegas A (2006) [56]	Bogotá, Colombia	PM_{10}	Un aumento de 10 µg/m^3 en PM_{10} ocasiona un incremento del 4% (RR 1,04) en consultas por enfermedad respiratoria aguda con 6 días de retraso.
Jasinski R (2011) [57]	Sao Paulo, Brasil	PM_{10} O_3	Al incrementar 56.5µg/m³ de PM_{10} con un retraso de 7 días y un incremento de 46.7µg/m³ en el O_3 con un retraso de 5 días, se presentan hospitalizaciones de causa respiratoria en niños con un incremento de 9.6% (IC 95% 3.0%-16.1%) y 2.4% (IC 95% 0.1%-4.7%), respectivamente.
Moura M (2009)	Rio de Janeiro, Brasil	O_3 PM10 SO_2 NO_2 CO	Un incremento de 10µg/m^3 en la concentración de PM_{10} el mismo día se asoció con un incremento de 7% en consultas por obstrucción de vías aéreas en menores de 2 años ($p < 0.01$).
Farhat SCL (2005) [58]	Sao Paulo, Brasil	PM_{10} SO_2 NO_2 CO O_3	Con un incremento de 65.04 µg/m^3 de NO_2 se asociaron aumentos de 18.4% (IC 95% 12.5-24.3) en consultas por enfermedades respiratorias bajas, 17.6% (IC 95% 3.3-32.7) en hospitalizaciones por neumonía o bronconeumonía y 31.4% de incremento (IC 95% 7.2-55.7) en hospitalizaciones por asma o bronquiolitis con un retraso de 2 días.
Cipriano-Bakonyi SM (2004) [59]	Paraná, Brasil	PM_{10} Humo O_3 NO_2	Al incrementar 90.39µg/m^3 en PM_{10}, 63.71µg/m^3 para O_3 y de 27.17µg/m^3 para NO_2 hay un aumento de más del 11%, 4% y 2%, respectivamente, para aumentar las enfermedades respiratorias entre niños.

Romero M (2004) [60]	La Habana, Cuba	PM_{10} Humo SO_2	Un incremento de 30 µg/m^3 en PM_{10} incrementa 1.5% las consultas por IRAs (RR=1.015, IC 95% 1.001-1.029). Un incremento de 20 µg/m^3 en el promedio diario de humo y SO_2 incrementa las IRAs 2.4% (95% IC 1.2-3.6) y 5% (95% IC 1.3-5.3), respectivamente, con un retraso de 5 días.
Restrepo C (2012) [61]	Nueva York, EUA	SO_2 NO_2 CO $PM_{2.5}$ O_3	Mayor asociación en niños que adultos de hospitalizarse por asma con un riesgo relativo para NO_2 de 1.017, (IC 95% 1.001-1.034), para SO_2 1.023 (IC 95% 1.004-1.042) y CO de 1.014 (IC 95% 1.003-1.025)
Ostro B (2009) [62]	California, EUA	$PM_{2.5}$ NO_2 SO_2	Riesgo de incrementar neumonía, bronquitis y asma en 4.1% (IC 95% 1.8–6.4) para $PM_{2.5}$, 3.3% (IC 95% 1.1–5.5) con NO_2 y 3.0% (IC 95% 0.4–5.7) con SO_2 con un retraso de 3 días.
Moore K (2008) [63]	California, EUA	O_3 PM_{10} SO_2 NO_2 CO	Un incremento en 10ppb de O_3 se estima que aumenta la incidencia de asma en un 4.6%.
Ulirsch GV (2007) [64]	Idaho, EUA	PM_{10} NO_2 SO_2	Un incremento de 50µg/m^3 de PM_{10} incrementa las admisiones hospitalarias entre 7.1 y 15.4%. Sin evidencia de asociación con NO_2 y SO_2.
Escamilla MC (2008) [65]	Cd. México, México	$PM_{2.5}$ NO_2 O_3	Un incremento en el IQR de 17.4 µg/m^3 en el rango intercuartílico de $PM_{2.5}$ en promedio de 24 hrs se asocia con un incremento de sintomatología respiratoria asmática del 11% en tos (IC95% 5.6%-16.9%) y de 8.8% (IC 95% 2.4%-15.5%) en sibilancias. sin observar interacción con la temporada del año. Se incrementan los síntomas asmáticos 9.1% (IC 95% 2.3%-16.4%) al aumentar 34 ppb de IQR NO_2 en promedio máximo de una hora y un incremento del 10% (IC 95% 3.2%-17.3%) con un incremento de 48 ppb (IQR) en los niveles de O_3.
Ramírez HU (2006) [66]	Jalisco, México	CO NO_2	Existe correlación de CO (p= 0.05) y de NO_2 (p= 0.09) con infecciones agudas de vías respiratorias en menores de 5 años.
Hernández L (2000)	Cd. Juárez, México	PM_{10} O_3	Incremento en hospitalizaciones por IRAs Un incremento de 20µg/m^3 en el promedio de 24 horas en PM_{10} incrementa 4.97% (IC 95% 0.97-9.13) consultas por asma con un retraso de 5 días potencializado cuando los niveles de O_3 exceden 49 ppb en el

			ambiente.
Téllez MM (1997) [67]	Cd. México, México	O_3 NO_2	Al incrementar 50ppb el máximo promedio horario de O_3 aumentan 9.9% (IC 95% 70-12.9) las consultas por IRAs y con un incremento de 30ppb en promedio de 24 hrs de NO_2 se incrementan 23% las visitas a urgencias al día siguiente.

3.4 FISIOPATOLOGÍA EN LA POBLACIÓN INFANTIL

Dentro de la población susceptible a presentar efectos adversos a la salud por el incremento en los niveles de contaminantes atmosféricos se encuentran niños, asmáticos, ancianos, enfermos y mujeres embarazadas. De ellos, los niños son más susceptibles debido a la proporción mayor por unidad de masa corporal de contaminante inhalado, hay mayor ventilación pulmonar por unidad de peso, juegan más a menudo al aire libre, sus vías respiratorias son más estrechas, con mayor cantidad de tejido expuesto por volumen inhalado y mayor probabilidad de inflamación de las mucosas y membranas de las vías respiratorias, además de que su sistema inmunológico y sus órganos son aún inmaduros. El desarrollo pulmonar ocurre durante la vida pre y postnatal. Éste se lleva a cabo en seis etapas: embriogénica, pseudoglandular, canalicular, sacular, alveolar y maduración vascular. [68]

Al nacer el neonato cuenta con el 85% del desarrollo alveolar, el cual se completará al incrementar el número de alveolos y la superficie pulmonar entre los 2 y 4 años de edad, mientras que la expansión pulmonar continuará hasta los 8 años, lo que indica que el sistema respiratorio es más vulnerable durante la niñez a exposiciones ambientales adversas debido al prolongado periodo postnatal para su completo desarrollo. [69] Además de esta vía de exposición inhalatoria, se encuentran la transplacentaria (*in utero*), la dérmica y la ingestión no nutricional. Los niños presentan además un estado anabólico activo lo que representa inhalación de mayor volumen de aire lo que significa una mayor dosis ante una exposición ambiental. [70]

Capítulo 4
La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

La ZMVM se encuentra ubicada a 2,240 metros sobre el nivel del mar, a 19º20´ Latitud Norte y 99º05´ Longitud Oeste, con una superficie de 9,560 km^2. [71]

El clima en el Centro y Sur de la ZMVM es templado subhúmedo con lluvias en verano mientras que en el Noreste el clima es semiárido templado con verano cálido. La temperatura en el sur del valle es más fresca y hacia el centro de la ciudad la temperatura se incrementa, magnificándose en ciertas horas del día cuando el aire se vuelve más seco. Las inversiones térmicas se presentan cuando se encuentra una capa en donde la temperatura aumenta con la altitud, en la ZMVM son frecuentes en época seca-fría (Noviembre a Febrero) mientras que en época de lluvias (Junio a Octubre) disminuye su presencia. [72]

En la ZMVM la incidencia de una mayor humedad relativa y la presencia de lluvias se asocian con la afluencia de vientos alisios con alto contenido de humedad entre los meses de Mayo a Octubre, de intensidad débil con trayectoria predominante Norte-Noreste en época de lluvia y de Norte a Este, Sur o Noreste en época de sequía. La temporada de lluvia se asocia con una mejora en la calidad del aire, debido a que funciona como un mecanismo de limpieza conocido como lavado atmosférico. [73]

La presencia de radiación solar acelera la formación fotoquímica de contaminantes atmosféricos como el ozono. El nivel máximo de radiación en la ZMVM se encuentra durante primavera-verano entre las 13:00 y las 17:00 horas y ésta es mínima durante otoño-invierno.[74]

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS

La ZMVM al alojar al Distrito Federal, 59 municipios del Estado de México y un municipio de Hidalgo, incrementa el consumo energético en 545 Peta Joules[‡] (Inventario de Emisiones ZMVM, 2006). La flota vehicular también se ha incrementado, ésta se estima en 4’536,914 unidades (Inventario de Emisiones ZMVM, 2008). Además la ubicación de más de 35,000 industrias en la zona[§] (Sistema de Información Empresarial Mexicano) hacen que se generen mayores concentraciones de contaminantes.

[‡] 1 Petajoules = 10^{15} Joules

[§] Aunque existen más empresas, únicamente se reportan las empresas registradas en el SIEM

Debido a la altitud a la que se encuentra la zona, el contenido de oxígeno en el aire es menor que a nivel del mar, lo que hace necesario quemar más combustible para generar energía, lo que resulta en la generación de altos volúmenes de contaminantes. Se estima que se emiten aproximadamente más de 34 mil toneladas semanalmente de éstos (Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio de la ZMVM, 2008), los cuales, dependiendo de las características fisiográficas, se diluirán o permanecerán por mayor tiempo en la ZMVM, pudiendo ser un factor de riesgo para la presencia de enfermedades respiratorias principalmente.

4.2 MUNICIPIOS QUE CONFORMAN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

La ZMVM está conformada por las 16 delegaciones del Distrito Federal, 59 municipios metropolitanos pertenecientes al Estado de México y el municipio de Tizayuca en el estado de Hidalgo, según lo estipulado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2005; sin embargo el municipio del estado de Hidalgo no se utilizó para el análisis. **(Ilustración 5)**

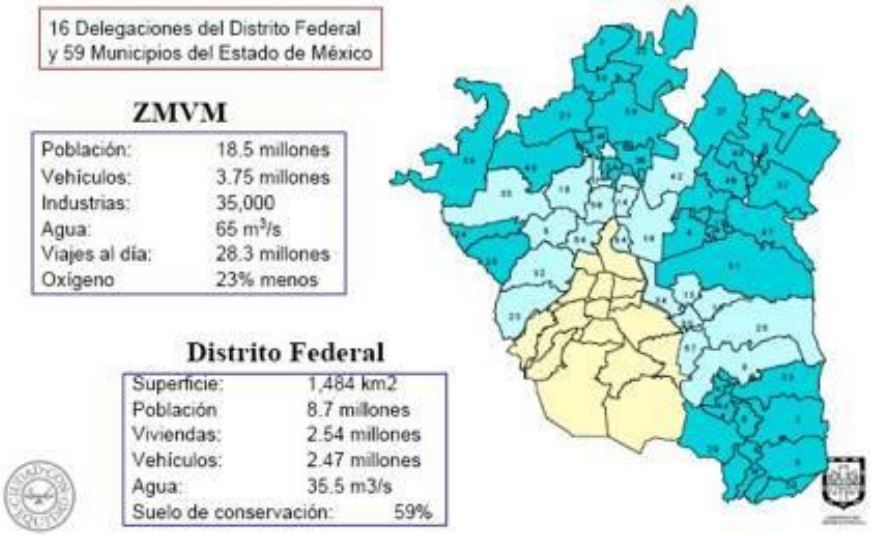


Ilustración 5 Municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de México

Fuente: CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ESTUDIOS AVANZADOS. En: Ontología para: "Prevención y remediación de problemas debido al cambio climático provocado por la emisión de contaminantes en el Valle de México". http://delta.cs.cinvestav.mx/~matias/docCambioClimatico.htm

4.3 POBLACIÓN EN LA ZMVM

La mancha urbana ha crecido, con una población actual en la ZMVM de 20 millones de habitantes (INEGI 2010), distribuidos de la siguiente manera: 8,851,080 habitantes asentados en el D.F. **(Tabla 1)** y 11,168,201 habitantes para los municipios conurbados del Estado de México. **(Tabla 2)**

Tabla 1 Población en el Distrito Federal distribuida por delegación.

09 DISTRITO FEDERAL		
Clave del Municipio	**Nombre del Municipio**	**Población**
2	Azcapotzalco	414,711
3	Coyoacán	620,416
4	Cuajimalpa	186,391
5	Gustavo A. Madero	1,185,772
6	Iztacalco	384,326
7	Iztapalapa	1,815,786
8	Magdalena Contreras	239,086
9	Milpa Alta	130,582
10	Álvaro Obregón	727,034
11	Tláhuac	360,265
12	Tlalpan	650,567
13	Xochimilco	415,007
14	Benito Juárez	385,439
15	Cuauhtémoc	531,831
16	Miguel Hidalgo	372,889
17	Venustiano Carranza	430,978
Población total		**8,851,080**

Fuente: «INEGI 2010 - México en cifras»

Tabla 2 Población por municipio del Estado de México perteneciente a la ZMVM.

15 ESTADO DE MÉXICO			15 ESTADO DE MEXICO		
Clave del Municipio	**Nombre del Municipio**	**Población**	**Clave del Municipio**	**Nombre del Municipio**	**Población**
2	Acolman	136,558	59	Nextlalpan	34,374
9	Amecameca	48,421	60	Nicolás Romero	366,602
10	Apaxco	27,521	61	Nopaltepec	8,895
11	Atenco	56,243	65	Otumba	34,232
13	Atizapán de Zaragoza	489,937	68	Ozumba	27,207
15	Atlautla	27,663	69	Papalotla	4,147
16	Axapusco	25,559	70	La Paz	253,845
17	Ayapango	8,864	75	San Martín de las Pirámides	24,851
20	Coacalco de Berriozábal	278,064	81	Tecámac	364,579
22	Cocotitlán	12,142	83	Temamatla	11,206
23	Coyotepec	39,030	84	Temascalapa	35,987
24	Cuautitlán	140,059	89	Tenango del Aire	10,578
25	Chalco	310,130	91	Teoloyucán	63,115
28	Chiautla	26,191	92	Teotihuacán	53,010
29	Chicoloapan	175,053	93	Tepetlaoxtoc	27,944
30	Chiconcuac	22,819	94	Tepetlixpa	18,327
31	Chimalhuacán	614,453	95	Tepotzotlán	88,559
33	Ecatepec de Morelos	1,656,107	96	Tequixquiac	33,907
34	Ecatzingo	9,369	99	Texcoco	235,151
35	Huehuetoca	100,023	100	Tezoyuca	35,199
36	Hueypoxtla	39,864	103	Tlalmanalco	46,130
37	Huixquilucan	242,167	104	Tlalnepantla de Baz	664,225
38	Isidro Fabela	10,308	108	Tultepec	91,808
39	Ixtapaluca	467,361	109	Tultitlán	524,074
44	Jaltenco	26,328	112	Villa del carbón	44,881
46	Jilotzingo	17,970	120	Zumpango	159,647
50	Juchitepec	23,397	121	Cuautitlán Izcalli	511,675
53	Melchor Ocampo	50,240	122	Valle de Chalco Solidaridad	357,645
57	Naucalpan de Juárez	833,779	125	Tonanitla	10,216
58	Nezahualcóyotl	1,110,565	**Población total**		**11,168,201**

Fuente: «INEGI 2010 - México en cifras»

Capítulo 5
Monitoreo Atmosférico en la ZMVM

Se define como monitoreo atmosférico a todas las metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido y durante un tiempo determinado. [75]

5.1 ESTACIONES DE MONITOREO

Una estación de medición de la calidad del aire es una caseta con equipos especiales que registran las concentraciones de las contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas.

5.1.1 RAMA

En la Ciudad de México, el monitoreo atmosférico inició sus actividades en agosto de 1967, cuando la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) con apoyo de la OPS/OMS, instaló y comenzó a operar la primera red de monitoreo conocida como Red Panamericana de Muestreo Normalizado. En 1986 inicia sus operaciones la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) con 25 estaciones, 19 en el Distrito Federal y 6 en el Estado de México. Ha sido rediseñada para generar datos confiables en las mediciones de contaminantes atmosféricos. A partir del 2011 dejan de operar 11 estaciones por no cumplir con las características del entorno, consistencia y asociación y al no garantizar el cumplimiento de los objetivos del monitoreo. En este mismo año se refuerzan 20 estaciones y a partir del 2012 se amplía la cobertura del SIMAT con la puesta en marcha de 5 estaciones de monitoreo que se suman a las ya existentes. **(Tabla 3).**

Actualmente forma parte del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) y cuenta con 29 estaciones de monitoreo, de ellas 15 están ubicadas dentro del Distrito Federal y 14 en el Estado de México de acuerdo con la densidad de población, la distribución de fuentes de emisión, la meteorología y la topografía.

Se registran mediciones continuas y permanentes de ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) y partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$). **(Ilustración 6).**

Tabla 3 Rediseño de las estaciones de monitoreo de la RAMA a lo largo del tiempo.

Zona	Delegación o Municipio	Estación	Clave	Activa	CO	NO	NO_2	NO_x	O_3	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2
NOROESTE (NO)	Atizapán	Atizapán	ATI	Sí	1993-2006	2003-actual	1994-actual	1994-actual				1993-actual
	Azcapotzalco	Azcapotzalco	AZC	No	1995-2006	2003-2011	1995-2011	1995-2011	1986-2011			1986-2011
	Azcapotzalco	Camarones	CAM	Sí	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2003-actual	2011-actual
	Azcapotzalco	Cuitláhuac	CUI	No	1986-1993							
	Naucalpan	FES Acatlán	FAC	Sí	1992-actual	2003-actual	1992-actual	1992-actual	1990-actual	2000-actual		1986-actual
	Gustavo A. Madero	Inst. Mex. del Petróleo	IMP	No	1986-2011							
	Miguel Hidalgo	Tacuba	TAC	No	1993-2011	2003-2011	1993-2011	1993-2011	1993-2011			1986-2011
	Tlalnepantla	Tlalnepantla	TLA	Sí	1986-actual	2003-actual	1986-actual	1986-actual	1986-actual	1995-actual	2003-actual	1986-actual
	Tultitlán	Tultitlán	TLI	Sí	1993-actual	2003-actual	1995-actual	1995-actual	2011-actual	1995-actual		1994-actual
	Gustavo A. Madero	Vallejo	VAL	No	1995-2011							1987-2011
	Cuautitlán	Cuautitlán	CUT	Sí		2012-actual	2012-actual	2012-actual				2012-actual
	Acolman de Nezahualcóyotl	Acolman	ACO	Sí	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2007-actual		2007-actual	2007-actual
NORESTE (NE)	Gustavo A. Madero	Aragón	ARA	No	1986-2006							1993-2010
	Texcoco	Montecillo	MON	Sí	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	1994-actual			2011-actual
	Ecatepec de Morelos	Los Laureles	LLA	Sí	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual			1986-actual
	Tlalnepantla	La Presa	LPR	Sí	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual			1986-actual
	Gustavo A. Madero	La Villa	LVI	No						1995-2011		1986-2011
	Nezahualcóyotl	Netzahualcóyotl	NET	No	1987-2000					1995-2000		1993-1999
	Nezahualcóyotl	La Perla	PER	Sí							2003-actual	
	Ecatepec de Morelos	San Agustín	SAG	Sí	1995-actual	2003-actual	1993-actual	1993-actual	1986-actual	2000-actual	2003-actual	1986-actual
	Gustavo A. Madero	San Juan de Aragón	SJA	Sí	2011-actual			2011-actual	2011-actual		2003-actual	
	Coacalco	Villa de las Flores	VIF	Sí	1993-actual	2003-actual	1994-actual	1994-actual	2011-actual	1995-actual	2011-actual	1994-actual
	Ecatepec de Morelos	Xalostoc	XAL	Sí	1986-actual	2003-actual	1986-actual	1986-actual	1986-actual	1995-actual	2011-actual	1986-actual

Zona	**Delegación o Municipio**	**Estación**	Clave	Activa	**CO**	**NO**	**NO_2**	**NO_x**	**O_3**	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**
CENTRO (CE)	Benito Juárez	Benito Juárez	BJU	No	1986-2005	2003-2005	1993-2005	1993-2005	1992-2005			1995-2005
	Venustiano Carranza	Hangares	HAN	No	1993-2006	2003-2006	1993-2006	1993-2006	1986-2006	2000-2006		1986-2006
	Iztacalco	Iztacalco	IZT	Sí	2007-actual	2007-actual	2007-actual	2007-actual	2007-actual	2007-actual		2007-actual
	Cuauhtémoc	Lagunilla	LAG	No	1986-2011	2003-2011	1995-2011	1995-2011	1990-2011			1995-2011
	Venustiano Carranza	Merced	MER	Sí	1986-actual	2003-actual	1986-actual	1986-actual	1986-actual	1995-actual	2003-actual	1986-actual
	Cuauhtémoc	Metro Insurgentes	MIN	No	1986-2007							
	Cuauhtémoc	Hospital General de México	HGM	Sí	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual
SUROESTE (SO)	Coyoacán	Coyoacán	COY	Sí		2011-actual	2011-actual	2011-actual	2005-actual		2003-actual	2011-actual
	Cuajimalpa	Cuajimalpa	CUA	Sí	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	1994-actual			
	Álvaro Obregón	Pedregal	PED	Sí	1986-actual	2003-actual	1986-actual	1986-actual	1986-actual	2011-actual	2011-actual	1986-actual
	Álvaro Obregón	Plateros	PLA	No	1986-2009	2003-2009	1995-2009	1995-2009	1986-2011	2000-2009		1995-2011
	Coyoacán	Santa Úrsula	SUR	Sí	2000-actual	2003-actual	2000-actual	2000-actual	2000-actual	2000-actual		1986-actual
	Tlalpan	Tlalpan	TPN	Sí	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	1994-actual			2011-actual
	Tlalpan	Ajusco	AJU	Sí					2012-actual		2012-actual	
	Álvaro Obregón	Santa Fe	SFE	Sí	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual
SURESTE (SE)	Iztapalapa	Cerro de la Estrella	CES	No	1986-2006	2003-2011	1986-2011	1986-2011	1986-2011	1995-2011		1986-2011
	Chalco	Chalco	CHO	Sí	2007-actual	2011-actual	2011-actual	2011-actual	2007-actual			2007-actual
	Xochimilco	Tláhuac	TAH	Sí	1995-1996	2011-actual	2011-actual	2011-actual	1994-actual	1995-actual		1994-actual
	Coyoacán	Taxqueña	TAX	No	1986-2011	2003-2011	1995-2011	1995-2011	1993-2011	2000-2011		1995-2011
	Iztapalapa	UAM Iztapalapa	UIZ	Sí	1987-actual	2003-actual	1995-actual	1995-actual	1990-actual	2011-actual	2003-actual	1995-actual
	Xochimilco	UAM Xochimilco	UAX	Sí	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual	2012-actual		2012-actual	2012-actual

Fuente: GDF, Secretaría del Medio Ambiente, Informe de la Calidad del Aire en la ciudad de México 2011: 92,94-95.

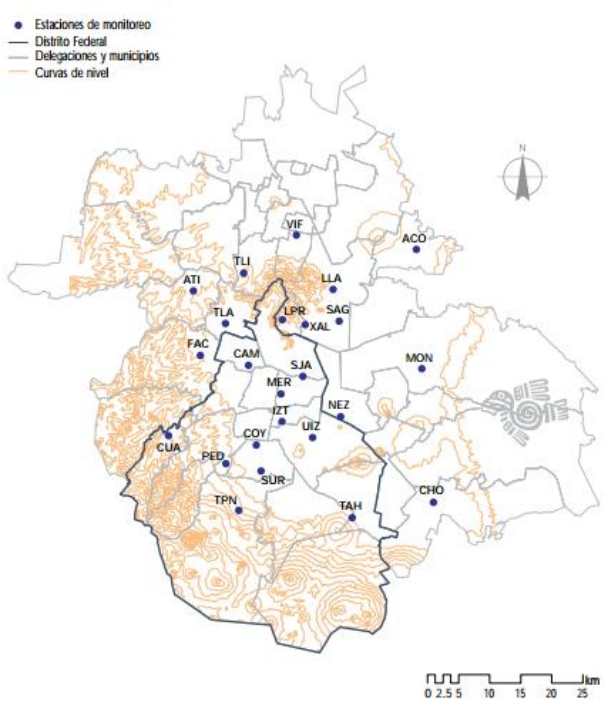


Ilustración 6 Red Automática de Monitoreo Atmosférico

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Informe de la Calidad del Aire en la Ciudad de México, 2011, p. 121

5.1.2 REDMA

La red manual (REDMA) está integrada por 19 estaciones, pero en operación a partir de 1997 sólo 12 de ellas: 7 se encuentran ubicadas estratégicamente en el Distrito Federal y 5 en el Estado de México **(Ilustración 7).** Realiza mediciones cada 6 días de Partículas Suspendidas Totales (PST), Partículas Menores a 10 micrómetros (PM_{10}) y Partículas Menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$). [76]

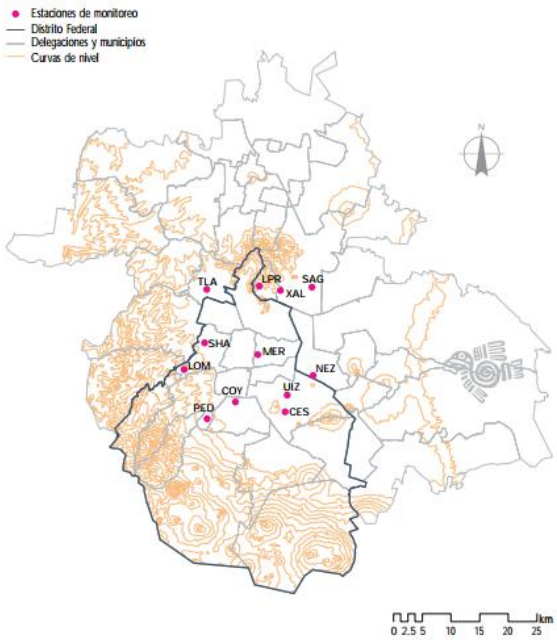


Ilustración 7 Red Manual de Monitoreo Atmosférico

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Informe de la Calidad del Aire en la Ciudad de México, 2011, p. 122

5.1.3 REDMET

La Red de Meteorología (REDMET) es el subsistema del SIMAT que desde 1986 proporciona información de parámetros meteorológicos como humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad del viento. Cuenta con 14 estaciones de monitoreo ubicadas 5 en el Distrito Federal y 9 en el Estado de México**. (Ilustración 8, Tabla 4)**

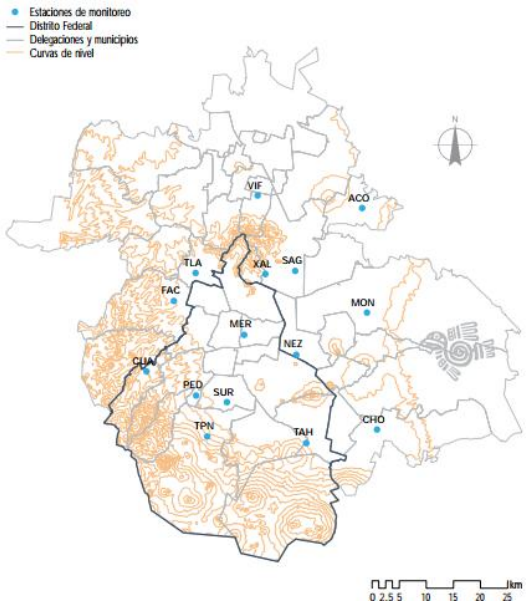


Ilustración 8 Red de Meteorología y Radiación Solar

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Informe de la Calidad del Aire en la Ciudad de México, 2011, p. 123

Tabla 4 Estaciones de la Red de Meteorología.

Entidad	Delegación o Municipio	Estación	Clave	Inicio de operación
DISTRITO FEDERAL	Álvaro Obregón	Pedregal	PED	Ene-86
	Coyoacán	Santa Úrsula	SUR	Ago-08
	Cuajimalpa	Cuajimalpa	CUA	Jun-00
	Tlalpan	Tlalpan	TPN	Jun-00
	Venustiano Carranza	Merced	MER	Ene-86
	Xochimilco	Tláhuac	TAH	Jun-00
ESTADO DE MÉXICO	Acolman	Acolman	ACO	Jul-11
	Chalco	Chalco	CHO	Jul-11
	Coacalco	Villa de las Flores	VIF	Jun-00
	Ecatepec	San Agustín	SAG	Feb-86
	Ecatepec	Xalostoc	XAL	Ene-86
	Naucalpan	FES Acatlán	FAC	Ene-86
	Nezahualcóyotl	Nezahualcóyotl	NEZ	Jul-11
	Texcoco	Montecillo	MON	Jun-00
	Tlalnepantla	Tlalnepantla	TLA	Ene-86

Fuente: Fuente: GDF, Secretaría del Medio Ambiente, Informe de la Calidad del Aire en la ciudad de México 2011: 126.

5.2 ORGANISMOS GUBERNAMENTALES

Las redes del Sistema de Monitoreo Atmosférico en la ZMVM son operadas por la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal desde el año 1993. El SIMAT junto con las redes de monitoreo automático de otras ciudades del país están integradas al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA)[**] del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, el cual recopila y verifica la información de todas las redes de monitoreo de la República Mexicana y genera información en tiempo real y de datos históricos, la cual está disponible y puede ser consultada a través de su página en internet.

[**] El SINAICA incluye a las Redes de Monitoreo de las Áreas Metropolitanas de la Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, Toluca, Puebla, Salamanca, León, Celaya, Irapuato, Silao, Ciudad Juárez, Tijuana-Rosarito-Tecate, Mexicali, Cuernavaca, Durango, Gómez Palacio, Torreón, San Luis Potosí y Región Tula-Tepeji.

Capítulo 6
Descripción del problema y abordaje

6.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación producida por el hombre se ha dado desde que éste aprendió el uso del fuego, y se ha incrementado hasta la actual era industrializada, en donde los efectos de la acumulación de compuestos químicos en la atmósfera se ven potencializados por los relieves terrestres, la falta de espacios abiertos y la falta de movimientos de masas de aire, constituyendo un riesgo medioambiental que impacta en la salud respiratoria y cardiovascular de los seres humanos tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. [77]

La ZMVM, conformada por las 16 delegaciones del Distrito Federal y 59 municipios metropolitanos del Estado de México, está ubicada a 2,240 metros sobre el nivel medio del mar, a 19º20´ latitud norte y 99º05´ longitud oeste, con una superficie de 9,560 km^2. De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 en ella habitan un poco más de 20 millones de habitantes de los cuales 8,851,080 habitantes se encuentran asentados en el D.F. y 15,175,862 habitantes en el Estado de México de los cuales 11,168,201 corresponden a los municipios conurbados que conforman la zona metropolitana. [78]

El evidente crecimiento poblacional que se ha suscitado en la zona trae como consecuencia la mayor producción y consumo de energía que debe satisfacer las necesidades de su población y que en el año 2006 se estimó un consumo de energía de 545 Peta Joules [79]; de igual manera se concentran la mayor cantidad de industrias, con un número aproximado de 35,000 [80]. El crecimiento y expansión de la mancha urbana hace escasas las rutas de transporte y la ampliación de la flota vehicular a 4,536,914 unidades para el 2008 (Inventario de Emisiones, 2008), de las cuales, el 95% utiliza gasolina, el 4% son unidades a diésel, y el 1% de los vehículos utilizan gas licuado de petróleo (GLP) y en menor cantidad gas natural comprimido (GNC).

Todos los factores anteriormente mencionados generan contaminantes atmosféricos como partículas suspendidas (PS), ozono (O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO_2) que, debido a las condiciones topográficas y meteorológicas de la ZMVM dificultan la dispersión de los mismos. El Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio de la ZMVM 2008 reporta un promedio de emisiones de PM_{10} de 452 toneladas por semana (ton/sem), para $PM_{2.5}$ de 102 ton/sem, 130 toneladas para SO_2, 30,135 toneladas de CO y para NOx 3,622 ton/sem, siendo mayor el promedio de emisiones en los días entre semana comparándolo con las emisiones del fin de semana. Respecto a las fuentes emisoras, el Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio de la ZMVM 2008 señala que éstas en conjunto emiten aproximadamente 2.7 millones de toneladas de contaminantes por año, de las cuales el 70% corresponde a las

fuentes móviles, el 23% a las fuentes de área, el 6% a las fuentes puntuales y el 1% corresponde a la vegetación y suelos.

La contaminación atmosférica se ha convertido en un problema de Salud Pública en países desarrollados y subdesarrollados, por lo anterior, han instaurado valores límites permisibles para evitar los efectos a la salud en población expuesta. La Organización Mundial de la Salud ha establecido y modificado las Guías para la Calidad del Aire con valores permisibles más estrictos con el fin de evitar alrededor de 3.3 millones de muertes prematuras debidas a contaminación intradomiciliaria y urbana; [81] e intervenir en la morbilidad, principalmente en exposiciones crónicas a estos contaminantes; los efectos sobre la salud que producen las partículas suspendidas son principalmente el aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares, respiratorias como síndrome bronquial obstructivo, neumonía y cáncer pulmonar; el ozono puede causar problemas respiratorios como asma y enfermedades respiratorias, reducción en la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares; por su parte el dióxido de nitrógeno está relacionado con bronquitis en niños asmáticos así como también puede intervenir en la disminución del desarrollo de la función pulmonar en el primer año de vida [82]. Finalmente el dióxido de azufre puede afectar el sistema respiratorio y las funciones pulmonares, puede desencadenar asma, bronquitis crónica, cardiopatías e irritación ocular. **(Cuadro 2, Cuadro 3)**

Todos los seres humanos expuestos a concentraciones de contaminantes atmosféricos presentan el riesgo de desarrollar efectos respiratorios principalmente por ser ésta la vía de entrada al organismo, inclusive con concentraciones relativamente bajas, pero son los niños, ancianos, enfermos y mujeres embarazadas el grupo más susceptible. De ellos, los niños, quienes inhalan mayor cantidad de volumen de aire por minuto, realizan mayor actividad física con mayor tiempo de permanencia al aire libre, lo que significa una mayor dosis ante una exposición ambiental [83] a la par de que su desarrollo y maduración pulmonar terminan hasta los 8 años de edad, son los más susceptibles de este riesgo.

A nivel nacional las infecciones respiratorias agudas representan la principal causa de morbilidad. Para el 2010 en México se reporta en los Anuarios de Morbilidad de la Dirección General de Epidemiología 152,427 casos con una tasa de 138,479.11 casos por 1000 habitantes menores de un año y de 388,455 casos con una tasa de 34,619.21 casos por 100,000 habitantes de 1 a 4 años. En ese mismo año para el Distrito Federal, las infecciones respiratorias agudas (J00-J06, J20, J21) ocuparon el primer lugar con el 24.93% de casos en menores de 5 años respecto a la población general. La otitis media aguda (H65.0-H65.1) ocupó el séptimo lugar para la población femenina menor de 5 años con el 17.20% de casos mientras que en los niños se encuentra en el sexto lugar con 24.56% del total de casos. Por otra parte, el asma y el estado asmático (J45, J46) se ubican en el octavo lugar de las principales causas de morbilidad en ambos sexos con el 33.56% de los casos en menores de 5 años. [84]

A pesar de existir evidencia de la relación entre contaminación atmosférica y efectos adversos a la salud, y que en la ZMVM existe y están en funcionamiento los subsistemas del SIMAT, los habitantes expuestos a altos niveles de contaminación atmosférica no

identifican este problema de Salud Pública como un riesgo a su salud gracias a los programas de mejora de la calidad del aire (PROAIRE) que han contribuido a disminuir las tendencias de los contaminantes en las últimas décadas, sin embargo la población sigue estando en riesgo. [85]

Esta investigación surge de la necesidad de generar evidencia que relacione la exposición a elevadas concentraciones de contaminantes criterio con los efectos a nivel respiratorio en la población menor de 5 años en la ZMVM, reflejados en los ingresos a unidades hospitalarias.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Los ingresos hospitalarios en menores de 5 años por causa respiratoria tienen relación con los niveles de contaminación atmosférica monitoreados por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del SIMAT que opera en la ZMVM?

6.2 OBJETIVOS

6.2.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer la relación entre la exposición a contaminantes atmosféricos registrados por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico y las consultas hospitalarias en menores de 5 años debido a enfermedades de vías respiratorias altas, enfermedades de vías respiratorias bajas y asma catalogadas en la décima versión de la Clasificación Internacional de Enfermedades CIE-10 en la Zona Metropolitana del Valle de México entre los años 2004 al 2011 mediante un diseño de estudio ecológico en serie de tiempo.

6.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar si los contaminantes criterio monitoreados por el Sistema de Monitoreo Atmosférico en la ZMVM están dentro de los valores permisibles por la Normatividad Oficial Mexicana para contaminantes atmosféricos y por las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud 2005.

2. Clasificar por grupo de edad y sexo aquellos que ingresan a hospitalización de acuerdo a la clasificación hecha para este estudio de enfermedades respiratorias (enfermedades de vías respiratorias altas, enfermedades de vías respiratorias bajas y asma) en la ZMVM entre 2004 y 2011.

3. Describir el comportamiento de las concentraciones de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones de acuerdo a año de estudio, zona, día de la semana, día laboral, día festivo y temporada del año.

4. Determinar la relación entre las concentraciones de contaminantes atmosféricos registradas en la ZMVM y la incidencia en días posteriores de padecimientos respiratorios en niños menores de 5 años por medio de los ingresos hospitalarios.

6.3 METODOLOGÍA

6.3.1 PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

Para el presente estudio se establecieron las siguientes hipótesis:

Hipótesis alterna: A mayores niveles de contaminantes atmosféricos registrados por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del SIMAT, en los siguientes seis días será mayor el número de ingresos registrados en el SAEH debido a enfermedades de vías respiratorias altas, enfermedades de vías respiratorias bajas y asma en niños menores de 5 años expuestos.

Hipótesis nula: Al incrementar los niveles de contaminantes atmosféricos en la ZMVM, los ingresos hospitalarios en la población expuesta por enfermedades respiratorias altas, enfermedades respiratorias bajas y asma en los seis días siguientes no mostrará aumento.

6.3.2 TIPO Y DISEÑO GENERAL DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio ecológico con análisis secundario de bases de datos, retrospectivo, con el fin de encontrar asociación entre los niveles de contaminación por PM_{10}, $PM_{2.5}$, dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2), ozono (O_3) y monóxido de carbono (CO) registrados en la RAMA del SIMAT con los registros diarios de ingresos hospitalarios de menores de 5 años a causa de enfermedades respiratorias reportados en el Sistema Automatizado de Egresos Hospitalarios (SAEH) del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS).

6.3.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

El universo de estudio fue toda la población que habita en la ZMVM de acuerdo a la Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal con fecha 23 de enero de 2003; es decir los 11,168,201 habitantes de los 59 municipios del Valle de México y los 8,851,080 habitantes de las 16 delegaciones del Distrito Federal. Se excluyó al municipio del estado de Hidalgo para evitar discusión ya que de acuerdo a la Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2005 se incluye únicamente un municipio, Tizayuca; pero la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana incluye 29. **(Cuadro 4)** La población de estudio estuvo conformada por los menores de 5 años de edad ingresados en las instituciones públicas de la Secretaría de Salud ubicadas dentro de las delegaciones o municipios de estudio y registrados en el SAEH cuya afección fuera por alguna enfermedad de la vía respiratoria alta, vía respiratoria baja o asma.

Cuadro 4 Conformación de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Zona Metropolitana del Valle de México	Municipios y delegaciones por entidad federativa		
	Distrito Federal	*Estado de México*	*Hidalgo*
Declaratoria*	16	59	0
SEDESOL-CONAPO-INEGI**	16	59	1
Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana***	16	59	29

*Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 23 de enero de 2003.
**Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2005.
***Primera Sesión Plenaria de la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana Nueva Época con fecha 17 de junio de 2008.
Fuente: Gobierno del Estado de México, Conformación de las zonas metropolitanas: panorama demográfico 2009, p.15.

6.3.3.1 MUESTREO

Dado que se trató de un estudio enfocado en el análisis secundario de bases de datos tanto de atención médica hospitalaria como de registro de contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas, no fue necesario obtener un tamaño de muestra, se incluyeron todos los reportes del 1 de enero de 2004 al 31 de diciembre de 2011 de las fuentes señaladas a continuación.

6.3.4 MATERIALES

Se utilizaron bases de datos secundarias, conformadas por la Base de datos de egresos hospitalarios por morbilidad en Instituciones Públicas del 2004 al 2011 del SAEH para la obtención de los ingresos hospitalarios por padecimientos respiratorios clasificados en la décima versión del Catálogo Internacional de Enfermedades. [86]

Para los datos históricos del monitoreo diario y automatizado y para los parámetros meteorológicos, excepto precipitación pluvial diaria, se consultó de forma virtual el módulo de Datos horarios de la Consulta de datos históricos validados de las redes de monitoreo del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y del Sistema de Monitoreo Atmosférico.

Para obtener los registros diarios de la precipitación pluvial se giró un oficio al Coordinador General del Servicio Meteorológico Nacional, M. en C. Felipe Adrián Vázquez Gálvez ya que en el portal de internet la información se encuentra reportada en promedios semanales y mensuales y no era útil para los fines del estudio.

6.3.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

6.3.5.1 Criterios de inclusión

- Registros hospitalarios provenientes de unidades médicas ubicadas en la ZMVM que reporten enfermedades respiratorias clasificadas en el CIE-10 en niños menores de 5 años entre el 1 de enero de 2004 y el 31 de diciembre de 2011.
- Registros meteorológicos del 1 de enero de 2004 al 31 de diciembre de 2011 de la ZMVM.
- Registros de contaminantes atmosféricos de las estaciones de monitoreo que conforman la RAMA en la ZMVM del 1 de enero de 2004 al 31 de diciembre de 2011.

6.3.5.2 Criterios de exclusión

- Registros de pacientes atendidos por enfermedades respiratorias cuya edad sea mayor a 5 años de edad.
- Registros de enfermedades respiratorias que no entren en la clasificación de enfermedades de vías respiratorias altas, vías respiratorias bajas y/o asma.
- Registros procedentes de unidades médicas que no correspondan a los municipios que conforman la ZMVM
- Registros fuera de rango entre el 1 de enero de 2004 y el 31 de diciembre de 2011.

6.3.5.3 Criterios de eliminación

- Registros incompletos con campos vacíos.

6.3.6 VARIABLES

En el siguiente cuadro se muestran las variables que fueron utilizadas para el presente estudio:

Cuadro 5 Variables utilizadas en el estudio

NOMBRE	VARIABLE	TIPO	UNIDAD DE MEDIDA	FUENTE
Hospitalizaciones por enfermedad de vías respiratorias altas	DEPENDIENTE	CUANTITATIVA DISCRETA	Número de consultas por fecha de ingreso hospitalario	SAEH
Hospitalizaciones por enfermedad de vías respiratorias bajas	DEPENDIENTE	CUANTITATIVA DISCRETA	Número de consultas por fecha de ingreso hospitalario	SAEH
Hospitalizaciones	DEPENDIENTE	CUANTITATIVA	Número de consultas por fecha de ingreso	SAEH

por asma		DISCRETA	hospitalario	
Grupo de Edad	CONFUSORA	CUANTITATIVA DISCRETA	Años registrados 1 Menor de 1 año 2 De 1 a 5 años	SAEH
Sexo	CONFUSORA	CUALITATIVA DICOTOMICA	1 Masculino 2 Femenino	SAEH
Zona	CONFUSORA	CUANTITATIVA DISCRETA	1 Centro 2 Noreste 3 Noroeste 4 Sureste 5 Suroeste	SIMAT
Concentración diaria promedio de partículas suspendidas PM_{10}	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA CONTINUA	Microgramos/metro cúbico µg/m³	SIMAT
Concentración diaria promedio de partículas suspendidas $PM_{2.5}$	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA CONTINUA	Microgramos/metro cúbico µg/m³	SIMAT
Concentración diaria promedio de ozono	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA CONTINUA	Partes por millón ppm	SIMAT
Concentración diaria promedio de óxido de nitrógeno	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA CONTINUA	Partes por millón ppm	SIMAT
Concentración diaria promedio de dióxido de azufre	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA CONTINUA	Partes por millón ppm	SIMAT
Concentración diaria promedio de monóxido de carbono	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA CONTINUA	Partes por millón ppm	SIMAT
Temperatura promedio	CONFUSORA	CUANTITATIVA CONTINUA	Grados centígrados (ºC)	SMN

Temperatura mínima	CONFUSORA	CUANTITATIVA CONTINUA	Grados centígrados (ºC)	SMN
Temperatura máxima	CONFUSORA	CUANTITATIVA CONTINUA	Grados centígrados (ºC)	SMN
Velocidad del Viento	CONFUSORA	CUANTITATIVA CONTINUA	Metros/segundo (m/s)	SIMAT
Dirección del Viento	CONFUSORA	CUANTITATIVA CONTINUA	Grados (º)	SIMAT
Precipitación diaria	CONFUSORA	CUANTITATIVA CONTINUA	Milímetros (mm)	SIMAT

SINAIS: Sistema Nacional de Información en Salud
SIMAT: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México
SMN: Servicio Meteorológico Nacional

6.3.7 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE LAS VARIABLES

Las bases de datos de los egresos hospitalarios por morbilidad en Instituciones Públicas se consultaron en el mes de septiembre de 2012 del portal de internet del Sistema Nacional de Información en Salud, disponible en *(http://www.sinais.salud.gob.mx/basesdedatos/eh_sectorial_morbi.html).* [87]

Estos registros diarios se tradujeron en números de casos por día en STATA v11 para cada una de las variables dependientes de acuerdo a la clasificación que para este estudio se realizó **(Cuadro 6, 7 y 8).**

(H65) Otitis media no-supurativa
(H66) Otitis media supurativa y otitis media sin especificar
(H67) Otitis media en enfermedades clasificadas en otra parte
(J00) Rinofaringitis aguda (resfriado común)
(J01) Sinusitis aguda
(J02) Faringitis aguda
(J03) Amigdalitis aguda
(J04) Laringitis y traqueítis aguda
(J05) Laringotraqueobronquitis y epiglotitis aguda
(J06) Infecciones respiratorias superiores agudas de múltiples sitios y sitios sin especificar
(J30) Rinitis alérgica y vasomotora

Cuadro 6 Enfermedades Respiratorias Altas

(J12) Neumonía viral, no clasificada en otra parte
(J13) Neumonía debida al Streptococcus pneumoniae
(J14) Neumonía debida al Haemophilus influenzae
(J15) Neumonía bacterial, no clasificada en otra parte
(J16) Neumonía debida a otros organismos infecciosos no clasificada en otra parte
(J17) Neumonía en enfermedades clasificadas en otra parte
(J18) Neumonía, organismo sin especificar
(J20) Bronquitis aguda
(J21) Bronquiolitis aguda
(J22) Infección respiratoria inferior aguda sin especificar
(J40) Bronquitis, no especificada como aguda o crónica

Cuadro 7 Enfermedades Respiratorias Bajas

(J45) Asma
(J46) Estado asmático

Cuadro 8 Asma

Para los contaminantes atmosféricos y los parámetros meteorológicos, la información se recopiló de la página electrónica del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático *http://www2.ine.gob.mx/dgicurg/calaire/tend/concentra.php* en el periodo 2004 a 2009; y para los años 2010 y 2011 se consultó la página electrónica del Sistema de Monitoreo Atmosférico que cuenta con información proveniente de la RAMA y está disponible en h*ttp://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/index.php?opcion=2&opcioninfoproductos=2*.

Finalmente los datos de precipitación pluvial diaria se obtuvieron vía oficio dirigido al Servicio Meteorológico Nacional acudiendo personalmente a las oficinas ubicadas en Avenida Observatorio No. 192, en la Delegación Miguel Hidalgo. **(Anexo 1)**

6.3.7 CONTROL DE CALIDAD Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.3.7.1 CALIDAD DEL AIRE

Con fundamento en la información del Boletín informativo del SIMAT publicada el 5 de agosto de 2011, la cual manifiesta las adecuaciones a las estaciones de monitoreo de la calidad del aire a partir de julio de ese mismo año, se considera que a esta fecha el SIMAT cuenta con 24 estaciones activas, dejaron de operar las estaciones de Aragón (ARA), Azcapotzalco (AZC), Cerro de la Estrella (CES), Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Lagunilla (LAG), La Villa (LVI), Plateros (PLA), Tacuba (TAC), Taxqueña (TAX) y Vallejo (VAL); cambiaron de nombre y clave las estaciones de Chapingo (CHA) por Montecillo (MON), ENEP-Acatlán (EAC) por FES-Acatlán (FAC) y La Perla (PER) por Nezahualcóyotl (NEZ).[††]

El consenso de la información se vació en hojas de libros de Microsoft Excel 2010 para cada una de las variables involucradas en el estudio, y fueron unificadas en una sola base

[††] Boletín Informativo de la Dirección de Monitoreo Atmosférico del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, No. 02/0811 publicado el 5 de agosto de 2011.

de datos en el programa de STATA 11 para su análisis. Para fines de este trabajo y para evitar confusiones se consideraron los nombres originales de las estaciones que tuvieron hasta junio de 2011 para su análisis. Para la base de datos del 2011 se cambiaron los nombres de las estaciones a los nombres anteriores para poder unir las bases.

Para controlar los posibles efectos de factores de confusión, se introdujeron las variables meteorológicas humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad del viento, precipitación pluvial y variables demográficas como edad, sexo y municipio donde se ubican las unidades médicas.

Una vez recopiladas las bases de datos de cada contaminante atmosférico y de las variables meteorológicas que se monitorean en las estaciones del SIMAT, se trabajó con el paquete estadístico STATA versión 11.0. Las bases de datos individuales se adjuntaron en una sola base de la cual se generaron las concentraciones mínimas, máximas y el promedio para cada uno de los contaminantes, eliminándose las estaciones que no monitorean cada uno de ellos. En el caso del ozono se generaron los promedios móviles de 8 horas, los máximos, mínimos y promedios de 8 horas para este contaminante. Finalmente se crearon los retrasos hasta por 6 días para cada contaminante y se agregó la base de datos de zona a la cual correspondían de acuerdo a lo establecido por SIMAT en Noreste, Noroeste, Centro, Sureste y Suroeste. **(Ilustración 9)**

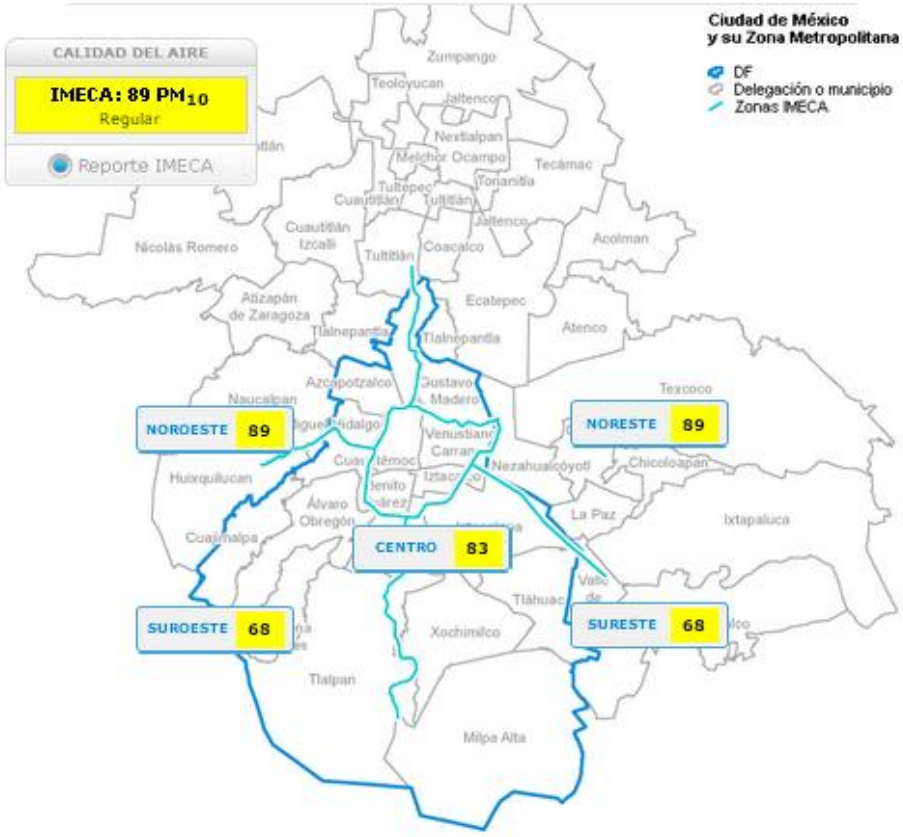


Ilustración 9 Distribución por zonas de la ZMVM

Fuente: Mapa interactivo de calidad del aire por zonas. http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/index.php

6.3.7.2 EGRESOS HOSPITALARIOS

Para la base de egresos hospitalarios por morbilidad se trabajó en hoja de Microsoft Excel 2010. Como primer paso se filtraron los estados que competen a este estudio, dejando la información correspondiente al Distrito Federal cuya clave es 09 y al Estado de México, con número de clave 015. Posteriormente se filtraron los registros de clave de edad, la cual está categorizada del 0 al 3 en horas, días, meses y años y 99 cuando éste dato se ignora. Se decidió eliminar los registros con clave 99 y con clave 0 dado que los ingresos de horas se refieren a recién nacidos que aún se encuentran en la unidad hospitalaria y no se han expuesto al aire ambiente, dejándose las claves de 1, 2 y 3, correspondientes a días, meses y años, respectivamente.

La edad se filtró hasta el 31 pues al considerar la clave de edad como días se considerará hasta 31 los correspondientes a un mes y permitiendo que en el rango se ubique el número 12 que conforman la clave de meses. En esta variable se eliminaron los registros con número 99. Para la variable sexo, se eliminaron los datos con campo vacío que correspondían a la clave 9.

Finalmente, se filtró la columna de afección principal[‡‡] para la cual se seleccionaron las enfermedades respiratorias que consideramos para este estudio y que se registran en clave de acuerdo a la señalada en la Clasificación Internacional de Enfermedades, para posteriormente clasificarlas en enfermedades respiratorias altas, enfermedades respiratorias bajas y asma o estado asmático de acuerdo a los fines de este estudio. **(Cuadro 6, 7 y 8)** Estos pasos se siguieron para cada año de estudio del 2004 al 2011.

Adicionalmente, para ubicar en qué delegación del Distrito Federal o municipio del Estado de México se localizaban las unidades hospitalarias y dado que éstas están reportadas en la base de datos por su Clave Única de Establecimiento de Salud (CLUES) se realizó la búsqueda en la página de internet www.clues.salud.gob.mx y se creó una base de datos adicional. **(Cuadro 9)** En esta página al no localizarse las claves de cuatro unidades médicas correspondientes al Estado de México, se realizó una consulta al ITAIPEM[§§] para poder conocer nombre y municipio en que se encontraban las unidades hospitalarias con CLUES MCSSA001122, MCSSA002785, MCSSA003811 y MCSSA008571. Finalmente fueron excluidas al no corresponder a los municipios de estudio. **(Anexo 2)**

Las bases de datos de egresos hospitalarios por morbilidad de cada año se recopilaron en un base única en la cual se trabajó depurando en el paquete estadístico Stata v11.0 en primer instancia las fechas anteriores al 1 de enero de 2004 dado que la *Base de datos de egresos hospitalarios por morbilidad en Instituciones Públicas* inicia cada año en la última semana de diciembre de cada año, posteriormente se eliminaron las edades con clave 3 (años) mayores a 5, para dejar únicamente los niños menores de 5 años.

[‡‡] De acuerdo a la NOM-035-SSA3-2012, En materia de información en salud se define afección principal como la situación diagnosticada al final del proceso de atención de la salud, como la causante primaria de la necesidad de tratamiento o investigación que tuvo el paciente.

[§§] Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de México.

Se generaron la variable gravedad considerando que si los días de estancia hospitalaria fueron menores a 3, su gravedad fue leve (clave 1), si se encontraban hospitalizados entre 4 y 10 días se consideró gravedad moderada (clave 2) y gravedad severa (clave 3) cuando la estancia hospitalaria superaba los 11 días; la variable grupo de edad que se categorizó en menores de 1 año, y de 1 a 5 años y la variable temporada del año para determinar la temporada en la cual se encontraba en base a la clasificación que maneja el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático en el Programa PROAIRE 2011-2020, quedando como seca cálida (Marzo a Mayo), húmeda (Junio a Octubre) y seca fría (Noviembre a Febrero). A partir de la fecha de ingreso se generaron las variables día de semana, fin de semana, año, día transcurrido en el año, día festivo y temporada del año. Se trabajó con fecha de ingreso al contabilizar las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias altas, bajas y asma. Se agregó la base de datos de unidades médicas por zonas de acuerdo a su ubicación geográfica por municipio o delegación correspondiente. **(Cuadro 9)** Las zonas fueron clasificadas de acuerdo a lo reportado en el SIMAT como Noreste, Noroeste, Centro, Sureste y Suroeste. Al sólo trabajar con los municipios del Estado de México se descartaron las hospitalizaciones de aquéllos que quedaban fuera de ésta zona y sólo se incluyeron en el análisis aquéllos que correspondían a la ZMVM, éstos se clasificaron por su ubicación de acuerdo a la zona que le correspondía.

Cuadro 9 Unidades médicas por municipios y delegaciones de la ZMVM.

CLUES	Delegación o Municipio	Clave de Estado	Clave de Municipio	Zona	Nombre de Hospital
DFSSA000053	Azcapotzalco	9	2	Noroeste	Hospital Pediátrico Azcapotzalco
DFSSA000350	Coyoacán	9	3	Suroeste	Hospital Pediátrico Coyoacán
DFSSA000835	Gustavo A Madero	9	5	Noreste	Hospital Pediátrico San Juan de Alarcón
DFSSA000840	Gustavo A Madero	9	5	Noreste	Hospital Pediátrico La Villa
DFSSA000864	Gustavo A Madero	9	5	Noreste	Hospital General Ticoman
DFSSA001296	Iztacalco	9	6	Centro	Hospital Pediátrico Iztacalco
DFSSA001511	Iztapalapa	9	7	Sureste	Hospital Pediátrico Iztapalapa
DFSSA001540	Iztapalapa	9	7	Sureste	Hospital General Iztapalapa
DFSSA002066	Milpa Alta	9	9	Sureste	Hospital General Milpa Alta
DFSSA002491	Tláhuac	9	11	Sureste	Hospital Materno Infantil Tláhuac
DFSSA002993	Xochimilco	9	13	Sureste	Hospital Materno Pediátrico Xochimilco
DFSSA003372	Cuauhtémoc	9	15	Centro	Hospital Pediátrico Peralvillo
DFSSA003384	Cuauhtémoc	9	15	Centro	Hospital General Dr. Gregorio Salas Flores
DFSSA003536	Miguel Hidalgo	9	16	Noroeste	Hospital Pediátrico Tacubaya
DFSSA003541	Miguel Hidalgo	9	16	Noroeste	Hospital Pediátrico Legaria
DFSSA003710	Venustiano	9	17	Centro	Hospital Pediátrico Moctezuma

	Carranza				
DFSSA003944	Gustavo A Madero	9	5	Noreste	Hospital Juárez de México
DFSSA003956	Tlalpan	9	12	Suroeste	Instituto Nacional de Rehabilitación
DFSSA003961	Tlalpan	9	12	Suroeste	Hospital General Dr. Manuel Gea González
DFSSA003973	Cuauhtémoc	9	15	Centro	Hospital General de México
DFSSA004014	Coyoacán	9	3	Suroeste	Instituto Nacional de Pediatría
DFSSA004026	Tlalpan	9	12	Suroeste	Instituto Nacional De Enfermedades Respiratorias Dr. Ismael Cosío Villegas
DFSSA004031	Tlalpan	9	12	Suroeste	Instituto Nacional De Cardiología Dr. Ignacio Chávez
DFSSA004084	Cuauhtémoc	9	15	Centro	Hospital Infantil de México Federico Gómez
DFSSA018142	Iztapalapa	9	7	Sureste	Clínica Hospital Emiliano Zapata
DFSSA018154	Tláhuac	9	11	Sureste	Hospital General Tláhuac
DFSSA018166	Tlalpan	9	12	Suroeste	Hospital General Ajusco Medio
MCSSA000224	Acolman	15	2	Noreste	Tepexpan Dr. Gustavo Baz Prada
MCSSA000871	Amecameca	15	9	Noreste	Hospital General Amecameca
MCSSA001011	Atizapán	15	13	Noroeste	H.G. Dr. Salvador González Herrejo
MCSSA001636	Cuautitlán	15	24	Noroeste	Hospital General José Vicente Villada
MCSSA001682	Chalco	15	25	Sureste	Hospital General Chalco
MCSSA002020	Chimalhuacán	15	31	Noreste	Hospital General Chimalhuacán
MCSSA002184	Ecatepec	15	33	Noreste	Hospital General Dr. José María Rodríguez
MCSSA002435	Huehuetoca	15	35	Noroeste	Hospital General de Huehuetoca
MCSSA002534	Huixquilucan	15	37	Suroeste	Hospital Santos Degollado Bicentenario
MCSSA002761	Ixtapaluca	15	39	Noreste	Zoquiapan Dr. Pedro López
MCSSA004050	Naucalpan	15	57	Noroeste	Módulo Optoaudiométrico Col. Padre Figueroa
MCSSA004074	Naucalpan	15	57	Noroeste	Hospital General Dr. Maximiliano Ruiz Castañeda
MCSSA004231	Nezahualcóyotl	15	58	Noreste	Hospital General Dr. Gustavo Baz Prada
MCSSA004791	Otumba	15	65	Noreste	Hospital General Otumba
MCSSA006920	Texcoco	15	99	Noreste	Centro De Salud Urbano Dr. Julián Villarreal
MCSSA007265	Tlalnepantla	15	104	Noroeste	Hospital General Valle Ceylán
MCSSA008863	Zumpango	15	120	Noreste	Hospital Municipal San Juan Zitlaltepec
MCSSA008945	Valle de Chalco Solidaridad	15	122	Sureste	Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez
MCSSA009826	Tecámac	15	81	Noreste	Hospital Municipal Tecámac Lic. César Camacho Quiroz

MCSSA010280	Ecatepec	15	33	Noreste	Hospital General Las Américas
MCSSA010292	Nezahualcóyotl	15	58	Noreste	Hospital General La Perla Nezahualcóyotl
MCSSA017065	Ixtapaluca	15	39	Noreste	Hospital Municipal Ixtapaluca Leona Vicario Bicentenario
MCSSA018412	Texcoco	15	99	Noreste	Hospital General Texcoco Guadalupe Victoria Bicentenario
MCSSA018453	Chalco	15	25	Sureste	Hospital Materno Infantil Chalco Josefa Ortiz de Domínguez

Clave de estado: 9 Distrito Federal; 15 Estado de México
Fuente: Clave Única de Establecimientos de Salud. http://clues.salud.gob.mx/

6.3.7.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis univariado inició con la exploración del comportamiento de los contaminantes atmosféricos de acuerdo a las variables día de semana, fin de semana, año, día transcurrido en el año, día festivo y temporada. Para ello se tomó como variable el valor máximo promedio de cada contaminante puesto que también en este primer análisis se debía conocer los días excedidos que establecen las Normas Oficiales Mexicanas y cotejar con las cifras permisibles establecidas en las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud para cubrir el primer objetivo específico de esta investigación.

Posteriormente se realizaron gráficos de tendencia de cada contaminante monitoreado y de las hospitalizaciones por enfermedad respiratoria alta, enfermedad respiratoria baja y asma por año, grupo de edad y por zona de estudio para cubrir el segundo objetivo específico.

Para cumplir con el tercer objetivo de esta investigación en el análisis bivariado se tabularon los valores promedio de los contaminantes de acuerdo a las variables de temporalidad generadas (día de semana, fin de semana, año, día transcurrido en el año, día festivo y temporada del año).

En el análisis de regresión de Poisson se corrieron modelos para cada zona y contaminante considerando un modelo para cada retraso diario hasta por 6 días. La fórmula del modelo empleado es la siguiente:

$$log\ (número\ de\ consultas_i) = \alpha + \beta\chi_i + \gamma z_i + u_i$$

Donde la variable dependiente, *número de consultas*$_i$, se refiere al conteo diario de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias altas (ERA), enfermedades respiratorias bajas (ERB) y por asma. La variable independiente de interés, χ_i, representa el promedio diario de cada contaminante atmosférico de cada área de la ZMVM; z_i representa las variables de control por las que se ajustó, éstas fueron las variables meteorológicas: valor mínimo de temperatura, velocidad del viento promedio del día, dirección del viento promedio del día, humedad relativa promedio del día, temporada seca y húmeda y características del paciente como sexo y grupo de edad. Se incluyeron padecimientos con gravedad leve y moderada.

Se corrió una regresión para cada una de las variables dependientes y para cada uno de los contaminantes, de manera general y por cada una de las cinco zonas de la ZMVM así como por temporada seca y húmeda.

6.3.8 ASPECTOS ÉTICOS

De acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki y con la Ley General de Salud, Título Primero Disposiciones Generales CAPITULO UNICO Artículo 3 La investigación para la salud comprende el desarrollo de acciones que contribuyan – IV. Al conocimiento y evaluación de los efectos nocivos del ambiente en la salud; Título Segundo. De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos CAPITULO I Disposiciones comunes. Artículo 17.- Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio.

Dado que es un estudio de análisis de bases de *datos secundarias se catalogó para efectos de este Reglamento en la categoría I.- Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquéllos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.*[88]

Capítulo 7
Resultados

A continuación se presentan los resultados del análisis univariado de cada variable involucrada en el estudio con sus rangos y su desviación estándar. Los parámetros monóxido de carbono (CO), ozono (O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) se reportan en partes por millón (ppm), PM_{10} y $PM_{2.5}$ en microgramos por metro cúbico ($\mu g/m^3$), temperatura en grados centígrados (°C), humedad relativa en porcentaje (%), velocidad del viento en metros por segundo (m/s) y dirección del viento en grados azimut (° azimut).

7.1 ANÁLISIS UNIVARIADO

En la **Tabla 5** se presentan los valores promedio de los contaminantes analizados en este estudio así como las variables meteorológicas de interés.

Tabla 5 Valores promedio registrados por el SIMAT entre 2004-2011 en la ZMVM.

Contaminante	Media	Mediana	DE	P25	P75	Rango Intercuartí-lico	Días arriba de la NOM	Días arriba del criterio OMS
$PM_{2.5}$	25.266	24.417	10.643	17.250	32.250	15	606 (20.74%)	2679 (91.68%)
PM_{10}	50.782	47.241	20.012	33.542	64.438	30.896	1064 (36.41%)	2795 (95.65%)
O_3	0.0817	0.0831	0.0261	0.0644	0.0996	0.0352	393 (13.45%)	2737 (93.67%)
O_3 promedio móvil	0.0596	0.0344	0.0110	0.0272	0.0418	0.0156	423 (14.48%)	2029 (69.44%)
CO	1.1296	1.0684	0.396	0.7837	1.4086	0.6249	-	-
NO_2	0.3094	0 .0298	0.0091	0.0231	0.0373	0.0142	-	725 24.81%)
SO_2	0.0077	0.0054	0.0062	0.0035	0.0092	0.0058	25 (0.86%)	150 (5.13%)
Temperatura	16.6311	16.7542	2.539	14.9954	18.325	3.3296		
Humedad relativa	54.4549	54.9021	14.648	43.0625	65.7204	22.6579		
Dirección del viento	188.4549	186.917	31.369	155.223	218.042	62.819		
Velocidad del viento	1.6046	1.52789	0.462	1.18333	1.92939	0.74606		

DE: Desviación Estándar, P25: Percentil 25, P75: Percentil 75
Las normas de calidad del aire en México son las siguientes:
Para $PM_{2.5}$ la NOM 025: media de 24 horas de 65 $\mu g/m^3$. La OMS sugiere 25 $\mu g/m^3$
Para PM_{10} la NOM 025: media de 24 horas de 120 $\mu g/m^3$. La OMS sugiere 50 $\mu g/m^3$
Para O_3 la NOM 020: hora máxima por día de 0.11 ppm, 0.08ppm de promedio móvil. Para la OMS: 0.05 ppm
Para CO la NOM 021: máximo diario del promedio móvil de 8 horas de 11 ppm. La OMS señala 11 ppm.
Para SO_2 la NOM 022: media de 24 horas de 0.11 ppm. La OMS señala 0.07 ppm.
Para NO_2 la NOM 023: hora máxima por día de 0.21 ppm. La OMS sugiere 40 $\mu g/m^3$ promedio anual.
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT y SINAIS, 2004-2011.

7.2 COMPORTAMIENTO DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

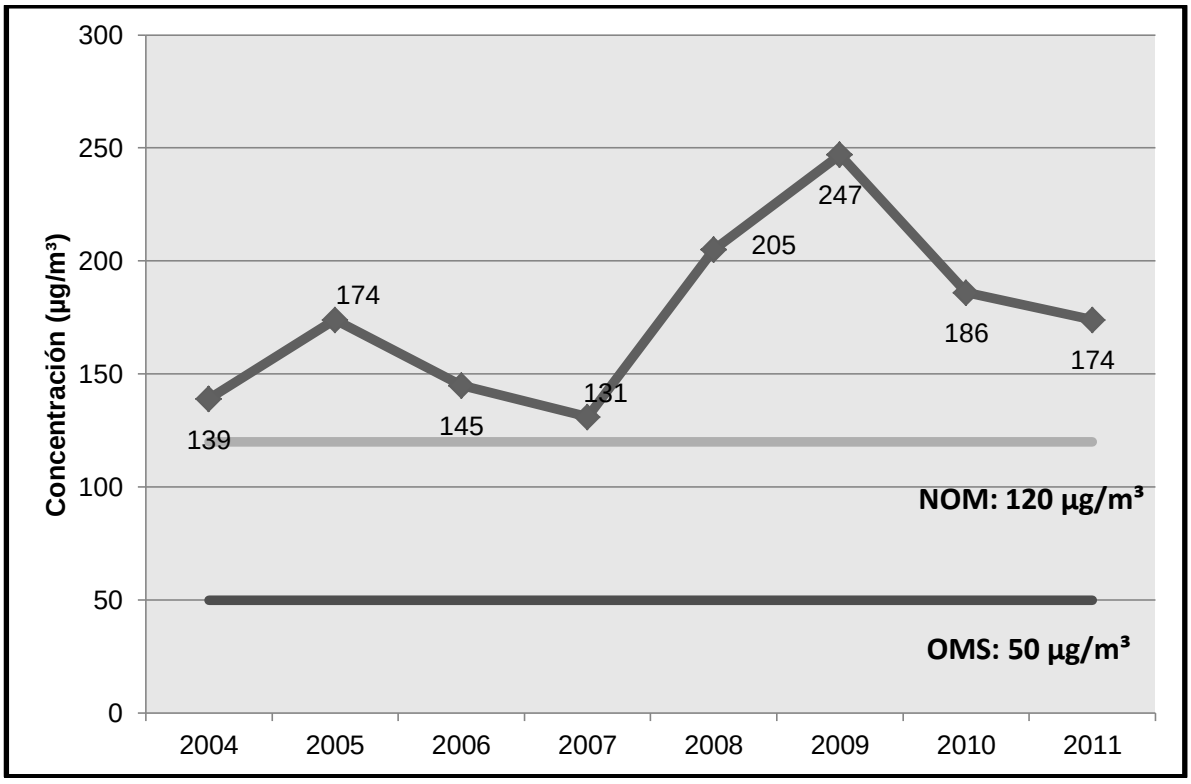
Para describir los días que se exceden los contaminantes, el análisis está basado en las concentraciones máximas diarias registradas por la red de monitoreo del SIMAT.

7.2.1 PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS (PM_{10})

De acuerdo a la Modificación a la NOM-025-SSA 1993, los valores máximos permisibles para PM_{10} son de 120 µg/m^3 una vez al año en promedio de 24 horas en exposición aguda y de 50 µg/m^3 (promedio aritmético/año) una vez al año.

En el periodo de estudio (2004 - 2011) se excedió la concentración permitida para este contaminante en 1,064 días (36.41%). El 2007 fue el año con menor número de días por arriba de la NOM-025-SSA 1993 con 91 días (3.11%). **(Tabla 6)** Un poco más de la tercera parte de cada año de estudio es excedido el límite de los 120 µg/m^3, con una tendencia entre 2008 y 2009 mayor que en años anteriores con una concentración promedio anual de 205 µg/m^3 y 247 µg/m^3 **(Gráfico 1)**. El valor que sugiere la OMS y que está asentado en las Guías de Calidad del Aire es el de 50 ppm el cual para nuestra zona se supera en 2,795 días (95.65%), principalmente en temporada húmeda con un total de 1,357 días (46.44%) en los 8 años de estudio. **(Tabla 6)**

Gráfico 1 Concentración promedio anual de PM_{10} en la ZMVM, 2004-2011.



Fuente: INECC

El valor mínimo promedio de PM_{10} fue de 1.6333 µg/m^3 reportado el 20 de noviembre de 2006 seguido de 1.7 µg/m^3 reportado al día siguiente. El valor máximo promedio se alcanzó el 16 de marzo de 2006 con 642.783 µg/m^3; los valores máximos inferiores se encuentran reportados entre enero y abril del mismo año. **(Gráfico 2)**

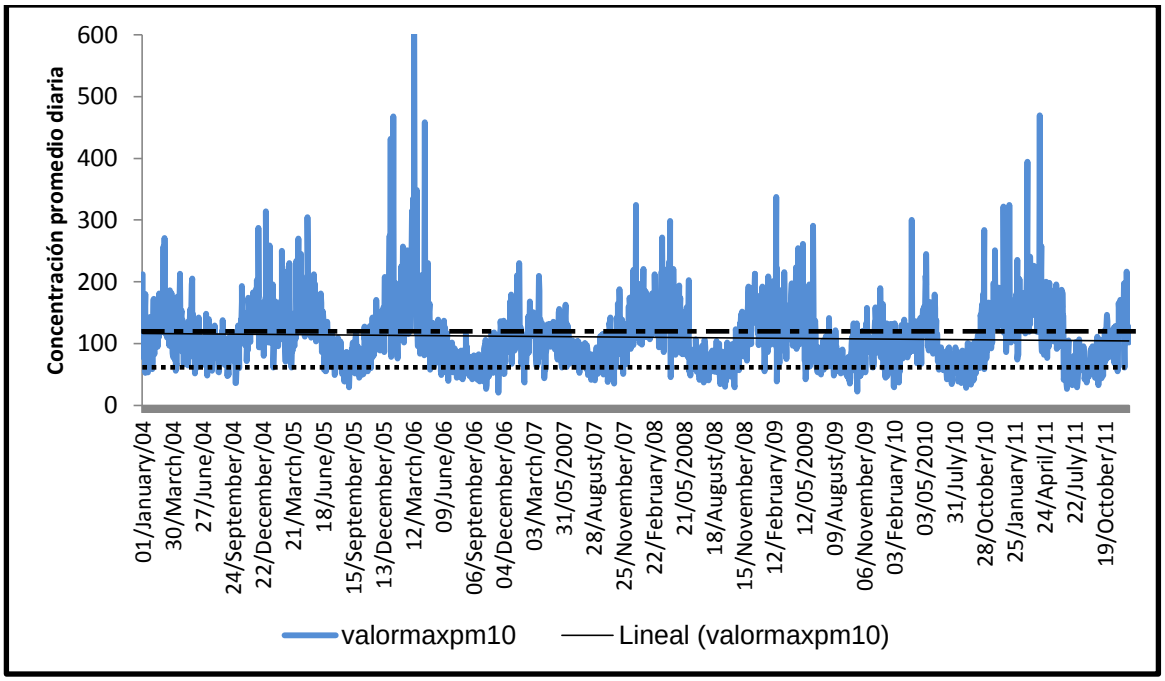
Respecto al día de la semana las concentraciones se mantienen constantes, disminuyendo el fin de semana, y con una tendencia marcada el día domingo. **(Tabla 14)** El 40.41% de los días en que se excede el valor permisible se encuentra en meses de temporada seca cálida, el 36.28% en temporada seca fría, haciendo en total 76.69%.

Tabla 6 Número de días por arriba de la NOM-025-SSA 1993 y de las Guías de Calidad del Aire de la OMS para PM_{10}.

Año de estudio	Número de días por arriba de 120 µg/m^3	Número de días por arriba de 50 µg/m^3
2004	146	361
2005	164	358
2006	115	341
2007	91	352
2008	149	346
2009	120	353
2010	111	345
2011	168	339
Total	1,064	2,795

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

Gráfico 2 Tendencia de las concentraciones de PM_{10} en la ZMVM, 2004-2011.



La línea punteada con guion corresponde al límite permisible en la NOM-025-SSA 1993. La línea punteada continua corresponde a los límites propuestos por la OMS

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011.

7.2.2 PARTÍCULAS MENORES A 2.5 MICRÓMETROS ($PM_{2.5}$)

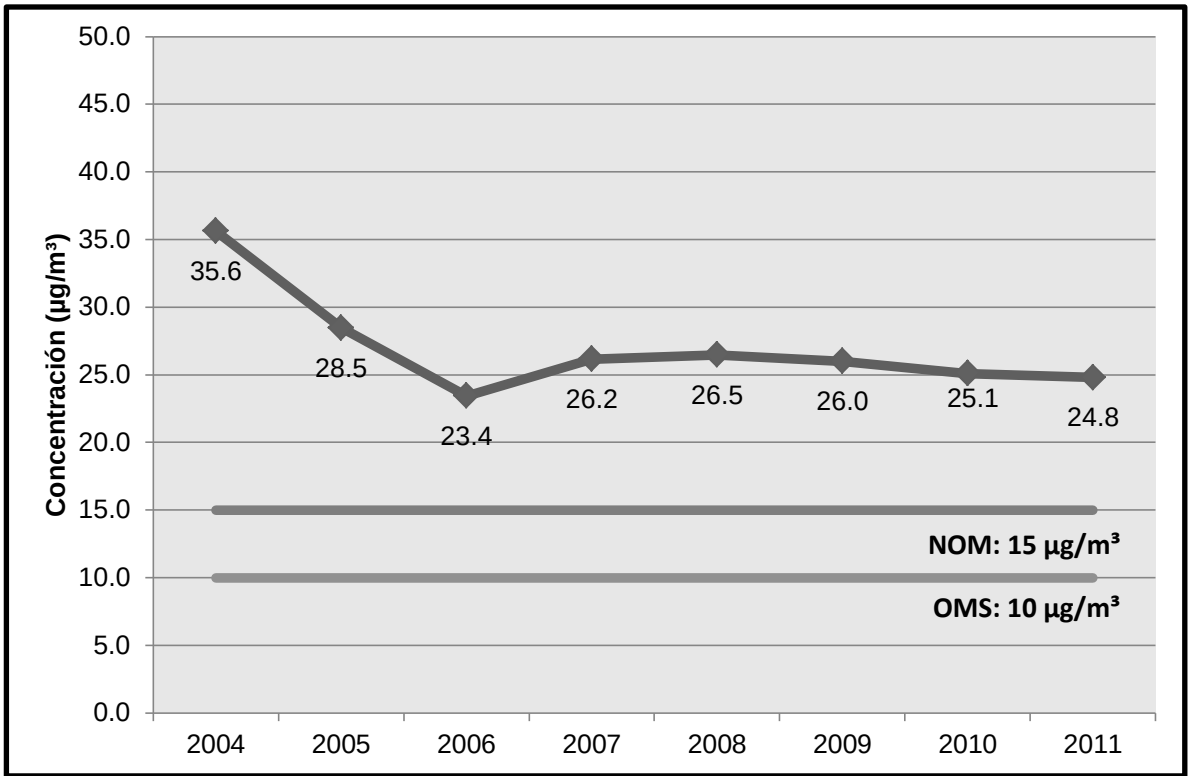
Los valores que sirvieron de análisis para este estudio se basaron en un promedio diario de las estaciones de monitoreo por zona, obteniendo además el promedio mínimo y máximo. Para este contaminante existe una pérdida de 82 registros del año 2005 lo que refleja que no existió monitoreo en ninguna estación en ninguna zona por lo que nuestro análisis excluye esos datos.

De acuerdo a la Modificación a la NOM-025-SSA 1993, los valores máximos permisibles para $PM_{2.5}$ son de 65 $\mu g/m^3$ una vez al año en promedio de 24 horas y de 15 $\mu g/m^3$ (promedio aritmético/año). La tendencia de las concentraciones anuales muestra que el promedio aritmético por año ha sido superado en todos los años de estudio, siendo el 2004 el año con mayor promedio aritmético alcanzado con una concentración de 35.6 $\mu g/m^3$, con una tendencia ligeramente hacia el descenso, logrando en el 2011 una concentración de 24.8 $\mu g/m^3$. **(Gráfico 3)**

En el periodo de estudio la concentración permitida de $PM_{2.5}$ se excedió 606 días; durante la temporada seca fría se observa el mayor aumento con el 38.78% de los registros. Aproximadamente la sexta parte del año los niveles exceden los 65 $\mu g/m^3$ con una tendencia a ir disminuyendo los días con concentraciones elevadas, con un registro para

el 2009 de sólo 32 días excedidos según la normatividad, sin embargo está tendencia no se mantuvo para los años siguientes, que aumento a 47 y 60 días para el 2010 y 2011, respectivamente. **(Tabla 7)**

Gráfico 3 Concentración promedio anual de $PM_{2.5}$ en la ZMVM, 2004-2011.



Fuente: INECC

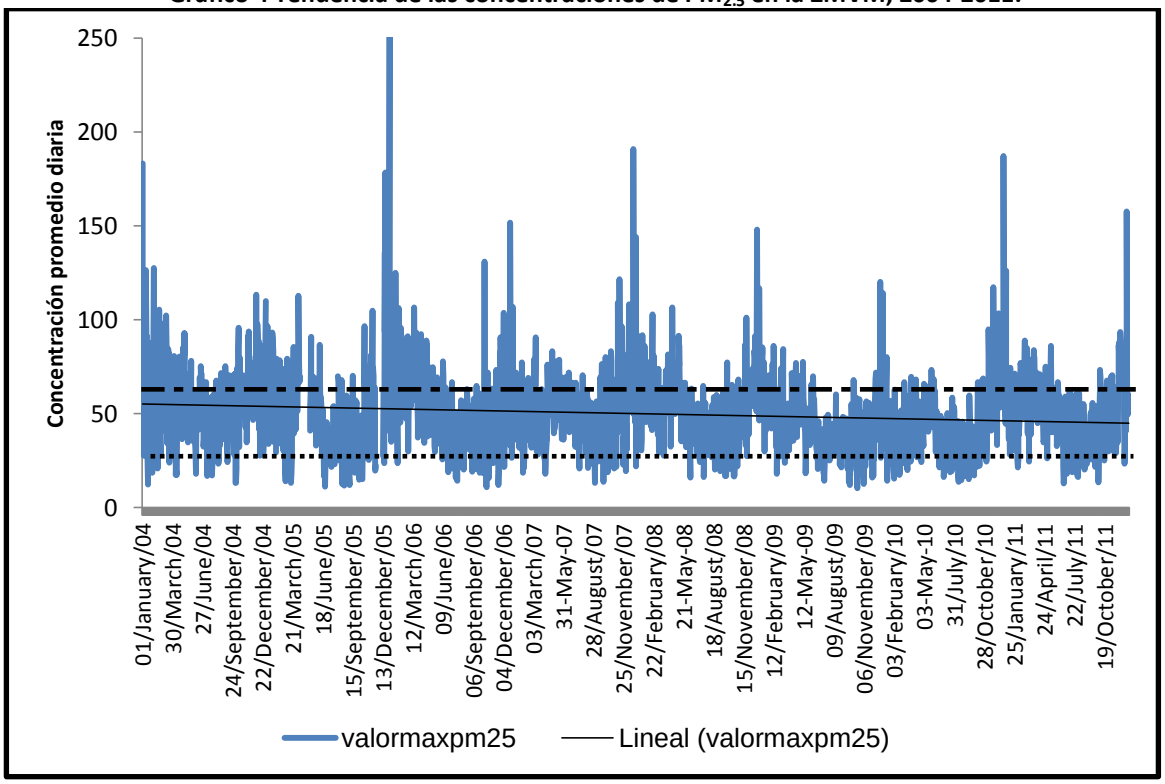
El mayor valor reportado en promedio diario ha sido de 253.2 µg/m^3 el 1 de enero de 2006 y los promedios subsecuentes más altos se han presentado en la festividad decembrina del 25 de diciembre y 1 de enero de cada año. El promedio mínimo diario más bajo ha sido de 1 µg/m^3 el 15 de octubre de 2006. Si nos basáramos en las Guías de Calidad del Aire de la OMS, los días que se exceden los valores de 25 µg/m^3 son 2,679 días de 2922 días que integran el periodo de estudio. Para este contaminante, el viernes es el día que hay mayor concentración con una disminución hacia el día lunes. **(Gráfico 4)**

Tabla 7 Número de días por arriba de la NOM-025-SSA 1993 y de las Guías de Calidad del Aire de la OMS para $PM_{2.5}$

Año de estudio	Número de días por arriba de 65 µg/m^3	Número de días por arriba de 25 µg/m^3
2004	105	346
2005	142	326
2006	93	332
2007	60	344
2008	67	342
2009	32	337
2010	47	311
2011	60	341
Total	606	2,679

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

Gráfico 4 Tendencia de las concentraciones de $PM_{2.5}$ en la ZMVM, 2004-2011.



La línea punteada con guion corresponde al límite permisible en la NOM-025-SSA 1993. La línea punteada continua corresponde a los límites propuestos por la OMS

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

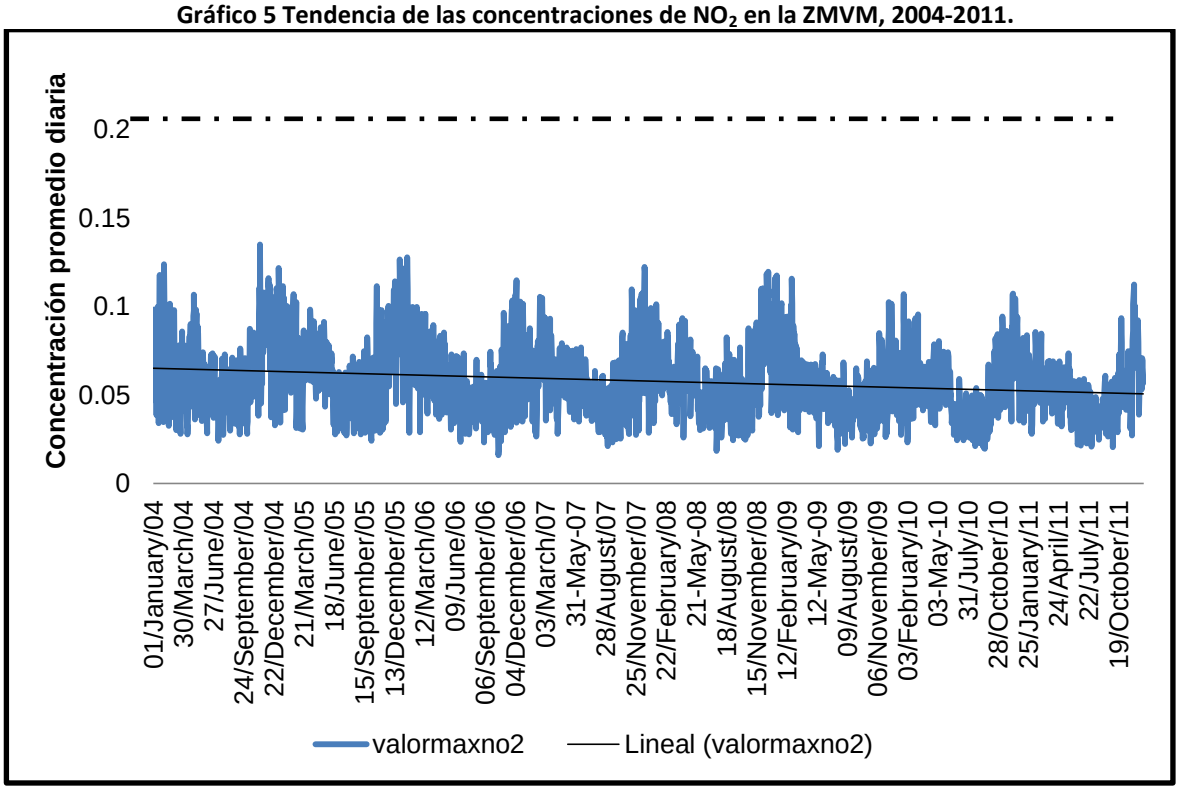
7.2.3 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Este contaminante durante todos los años de nuestro estudio se ha mantenido muy por debajo de los límites permitidos de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, la cual establece un límite permisible de 0.21 ppm como máxima horaria.

El valor promedio máximo monitoreado en la ZMVM ha sido de 0.1352 registrado el 11 de noviembre de 2004. El valor mínimo promedio fue el 1 de febrero de 2007 con 0.0035 ppm.

Existe una tendencia a aumentar las concentraciones en el último trimestre del año, durante la temporada seca, disminuyendo la tendencia de este contaminante en la ZMVM. **(Gráfico 5)**

Gráfico 5 Tendencia de las concentraciones de NO_2 en la ZMVM, 2004-2011.



La línea punteada con guion corresponde al límite permisible en la NOM-023-SSA1 1993.
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

7.2.4 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

En México, la NOM-022-SSA1-2010 sugiere un límite permisible de 0.11 ppm en promedio de 24 horas para el dióxido de nitrógeno, mientras que la OMS, para este mismo contaminante, establece un límite de 0.07 ppm. En el periodo de estudio se encontró que sólo 25 días de los 8 años de estudio se superó las cifras permitidas y que estás elevaciones fueron entre el 2004 y el 2005 en el primer trimestre de ambos años, con 10 y 13 días respectivamente, seguidas del 2006 y 2008 con un día por arriba de 0.11 ppm. **(Tabla 8)** Los valores mínimos promedio se encuentran reportados en el mes de octubre del 2011, con el mínimo registro de 0.001025 ppm reportado el día 14. Al contrario, el 22 de noviembre de 2005 se registró el valor promedio más alto al monitorearse 0.185895 ppm de este contaminante. **(Gráfico 6)**

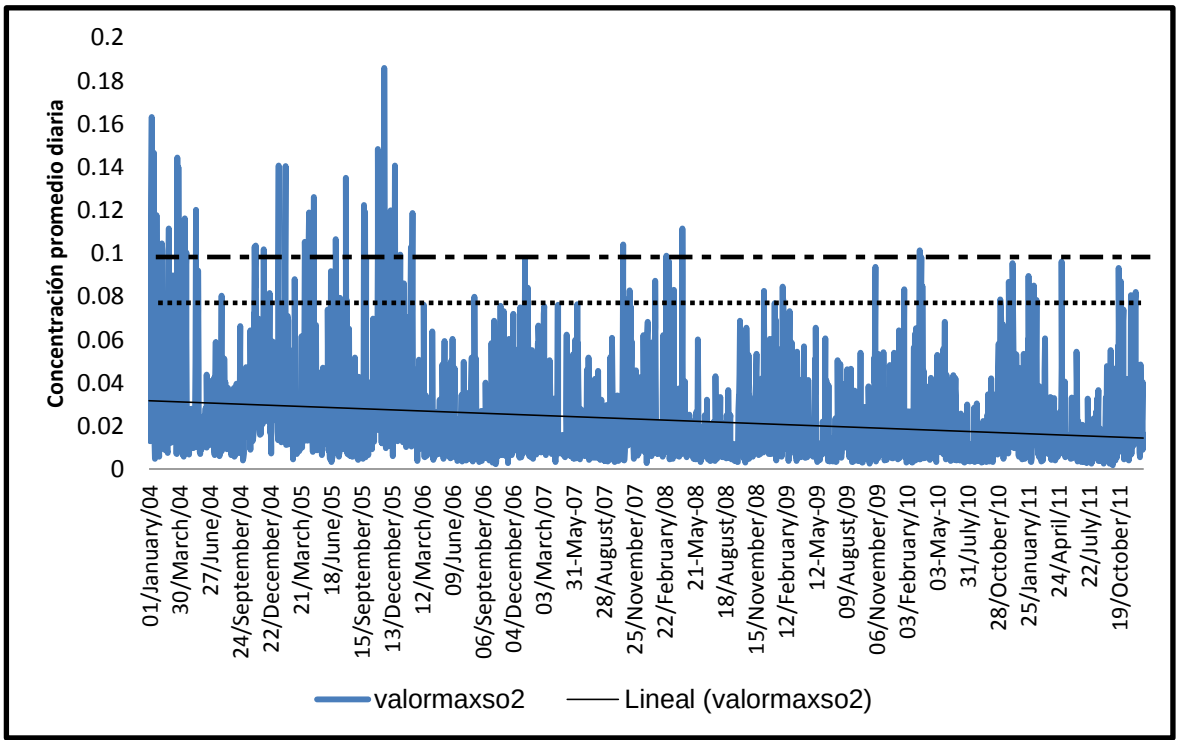
Tabla 8 Número de días por arriba de la NOM-022-SSA1 2010 y de las Guías de Calidad del Aire de la OMS

Año de estudio	Número de días por arriba de 0.11ppm	Número de días por arriba de 0.07ppm
2004	10	38
2005	13	49
2006	1	13
2007	0	12
2008	1	8
2009	0	6
2010	0	13
2011	0	11
Total	25	150

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

Correspondiente a la temporada no existe diferencia importante en la distribución de estos registros, pues 9 registros se encuentran para temporada seca fría, igual número para temporada húmeda y 7 registros en temporada seca cálida. Al analizar los datos acuerdo a los estándares de la OMS se aprecia que se superó el límite de 0.07 ppm en 150 días, predominando estas elevaciones en la temporada seca fría con el 46.67% de estos casos y en comparación con la información antes proporcionada en todos los años se han presentado cifras por encima de lo permitido, con una disminución importante entre el 2008 y 2009 y cuando el día corresponde a fin de semana. **(Tabla 19)**

Gráfico 6 Tendencia de las concentraciones de SO_2 en la ZMVM, 2004-2011.



La línea punteada con guion corresponde al límite permisible en la NOM-022-SSA1 2010. La línea punteada continua corresponde a los límites propuestos por la OMS

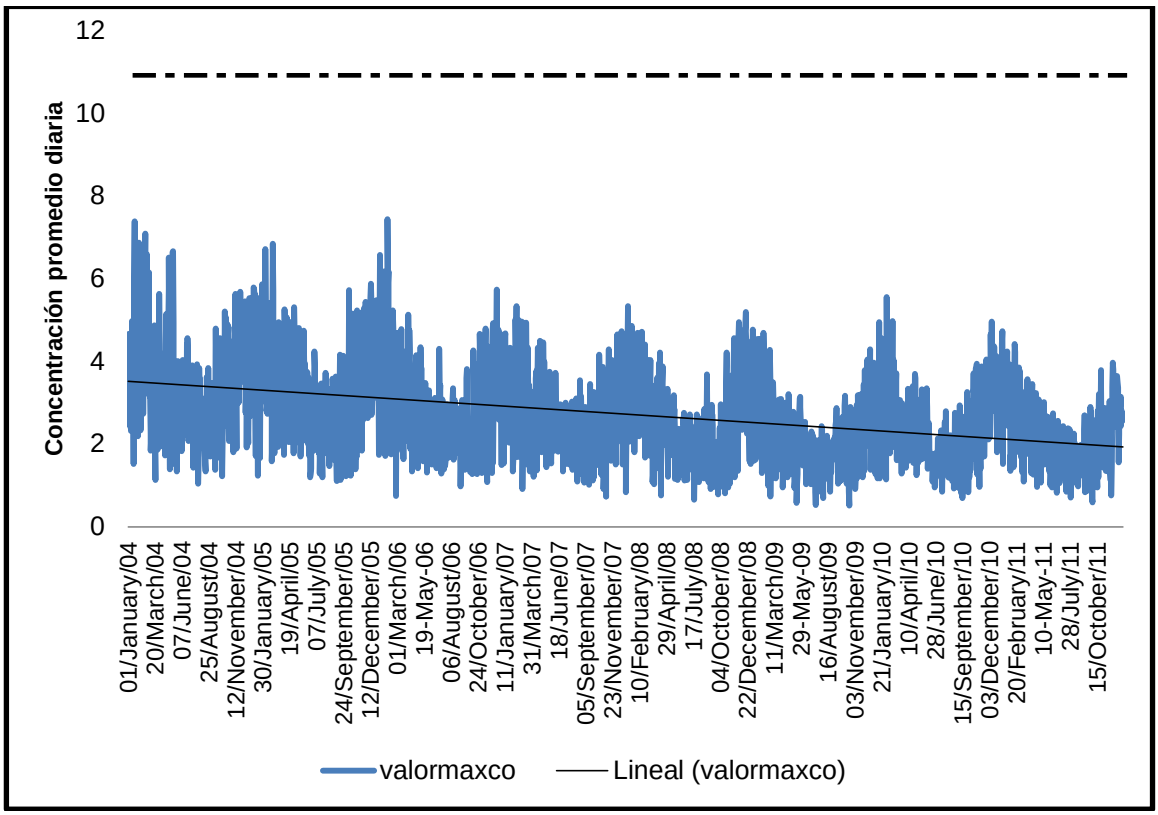
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

7.2.5 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

La concentración de monóxido de carbono, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de 11 ppm en promedio móvil de ocho horas una vez al año de acuerdo a la NOM-020 SSA1 1993. Los valores en todos los años de estudio siempre han estado muy por debajo de la norma. **(Gráfico 7)**. El valor mínimo monitoreado fue de 0.0603333 ppm el 24 de septiembre de 2008, mientras que el máximo valor reportado en el periodo de estudio fue de 7.441667 ppm y éste fue registrado el 1 de febrero de 2006.

Las tendencias han disminuido en el periodo de 8 años, conforme a los últimos años a partir del 2007 las concentraciones tienden a no variar mucho de un día para otro lo que se refleja en que los datos no están tan dispersos como entre el 2004 y el 2006.

Gráfico 7 Tendencia de las concentraciones de CO en la ZMVM, 2004-2011.



La línea punteada con guion corresponde al límite permisible en la NOM-020-SSA1 1993.
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

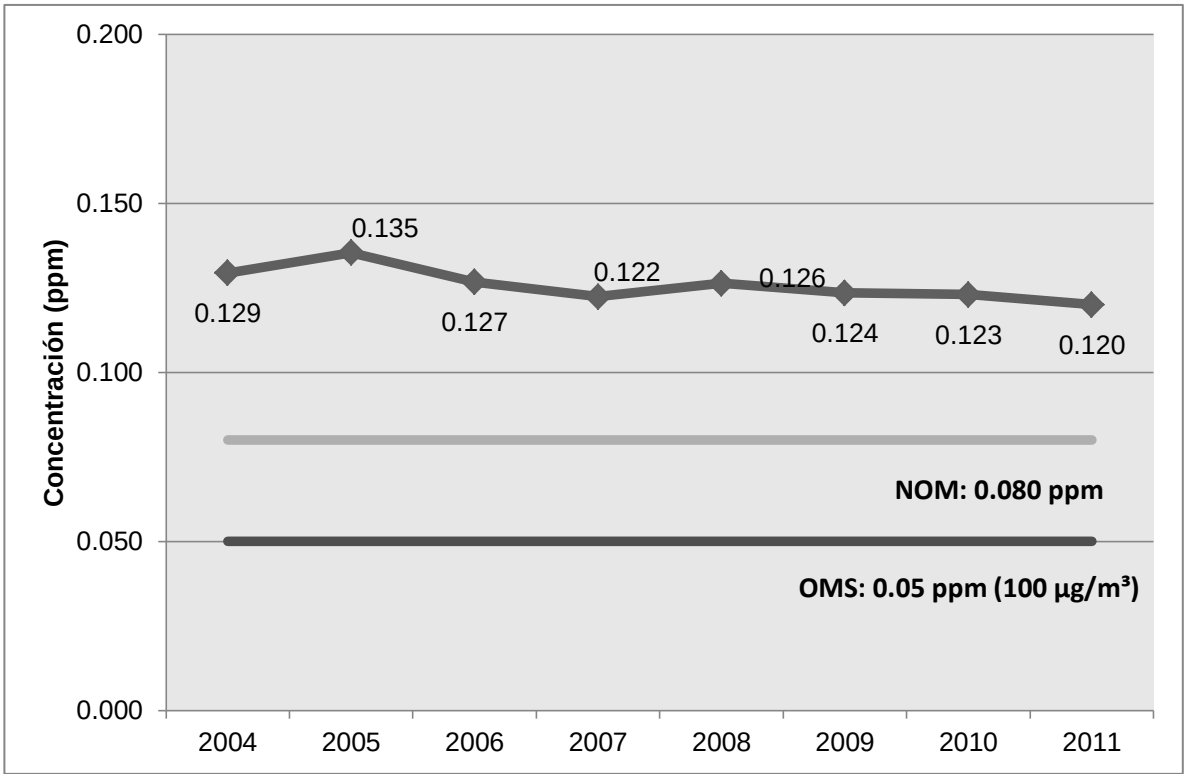
7.2.6 OZONO (O_3)

De acuerdo a lo normado en México (NOM-020-SSA1-1993), los valores de este contaminante no deben rebasar las 0.11 ppm en promedio máximo horario y no debe ser rebasado ninguna vez al año en un periodo de 3 años, mientras que el promedio móvil de 8 horas no debe ser mayor a 0.08 ppm. En la ZMVM, en los ocho años del estudio, 393 días (13.45%) se sobrepasaron las 0.11 ppm en máximo horario, entre el 2004 y el 2011 con una reducción paulatina a lo largo del periodo de pasar de 71 días por encima de la norma en 2004 a 31 días (1.06%) en el 2011. **(Tabla 9).** Sin embargo las tendencias anuales muestran una concentración superior a las 0.08 ppm que sugiere la NOM-020-SSA1-1993 con una disminución leve durante el periodo de estudio pasando de 0.129 ppm en 2004 a 0.12 en 2011. **(Gráfico 8)**

Las elevaciones se presentan principalmente en temporada seca cálida y húmeda y tienden a aumentar hacia el fin de semana, principalmente el día domingo. Respecto a la hora del día en que se eleva, las máximas concentraciones se observan entre las 12:00 y las 18:00 hrs, resultado de la acumulación del contaminante después de las horas de máxima intensidad solar. **(Tabla 10)** La máxima concentración alcanzada fue el 13 de abril del 2005 cuando la cifra promedio máxima fue de 0.155917ppm. El valor mínimo

promedio es de 0.00105 reportado el 31 de enero de 2010, seguido de cifras de 0.0011 registradas entre el 22 y el 26 de octubre del 2009. **(Gráfico 9)**

Gráfico 8 Concentraciones anuales de O_3 en la ZMVM, 2004-2011.



Fuente: INECC

El máximo promedio móvil de 8 horas ha sobrepasado la normatividad en el 14.48% de los días (423 días) con una tendencia constante en todo el periodo, a excepción del año 2005 cuando se alcanzó el 3.32% (97 días) por encima de la norma.

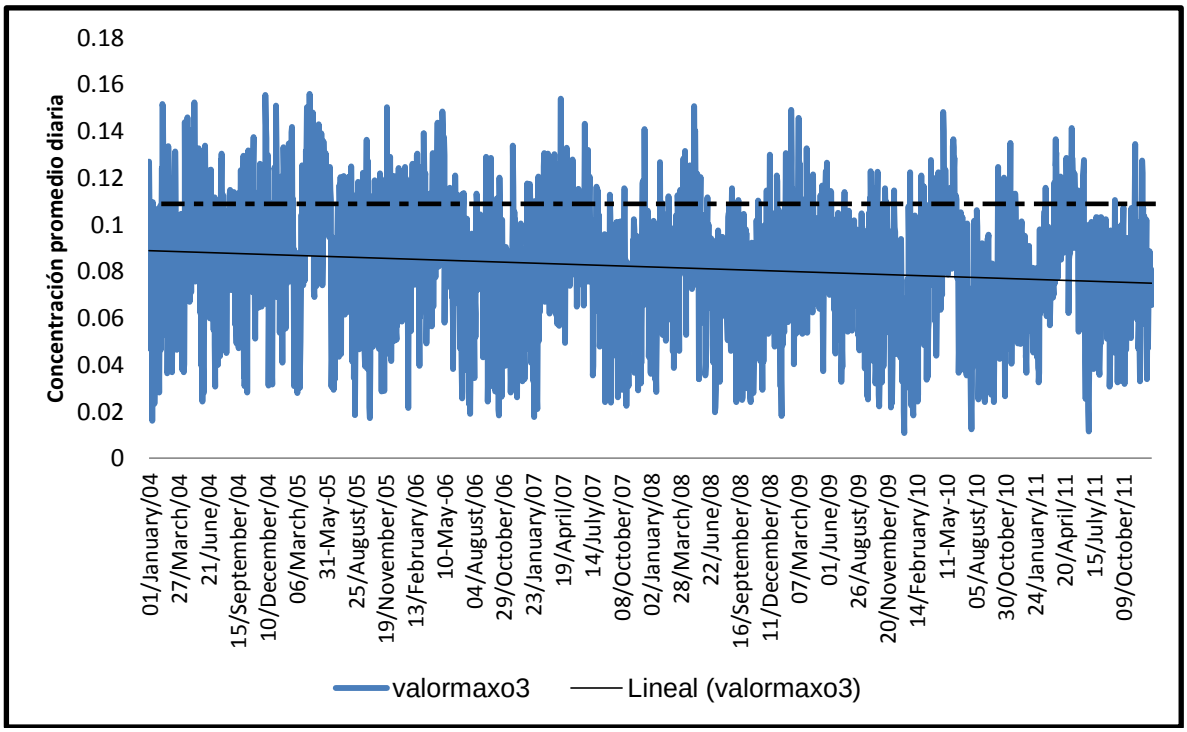
Las Guías de Calidad del Aire de la OMS establecen un máximo permisible de 0.05 ppm en promedio móvil de 8 horas, si dichos límites fueran aplicados en nuestro país, estaríamos ante el 69.44% (2,029 días) traspasando estas cifras con un aumento del riesgo en población susceptible expuesta**. (Tabla 9)**

Tabla 9 Número de días por arriba de la NOM-020-SSA1 1993 y de las Guías de Calidad del Aire de la OMS.

Año de estudio	Número de días por arriba de 0.11ppm	Número de días por arriba de 0.05ppm
2004	54	262
2005	97	261
2006	48	258
2007	40	259
2008	41	256
2009	42	254
2010	46	213
2011	55	266
Total	423	2,029

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

Gráfico 9 Tendencia de las concentraciones de O_3 en la ZMVM, 2004-2011.



La línea punteada con guion corresponde al límite permisible en la NOM-020-SSA1 1993 para concentración máxima horaria de ozono.

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011

Tabla 10 Concentraciones horarias de ozono y periodo máximo horario mayor a 0.11 ppm

	CENTRO						NORESTE										NOROESTE			
HORA DEL DÍA	IZTCALCO	MERCED	HANGARES	BENITO JUÁREZ	LAGUNILLA	CHAPINGO	NEZAHUALCÓYOTL	SAN AGUSTIN	SAN JUAN DE ARAGON	LA PRESA	LOS LAURELES	VILLA LAS FLORES	ACOLMAN	XALOSTOC	AZCAPOTZALCO	CAMARONES	FES ACATLAN	TACUBA	TLALNEPANTLA	TULTITLAN
01:00:00 a.m	0.057	0.056	0.041	0.04	0.054	0.067	0.045	0.055	0.053	0.055	0.042	0.041	0.064	0.058	0.053	0.04	0.062	0.056	0.057	0.04
02:00:00 a.m	0.054	0.053	0.048	0.049	0.054	0.072	0.05	0.055	0.053	0.06	0.046	0.043	0.061	0.056	0.057	0.041	0.064	0.057	0.054	0.042
03:00:00 a.m	0.057	0.056	0.043	0.043	0.055	0.073	0.046	0.055	0.05	0.055	0.045	0.038	0.06	0.06	0.058	0.041	0.065	0.059	0.051	0.041
04:00:00 a.m	0.054	0.05	0.037	0.044	0.052	0.066	0.042	0.05	0.046	0.048	0.04	0.038	0.053	0.05	0.056	0.045	0.059	0.061	0.048	0.042
05:00:00 a.m	0.044	0.045	0.034	0.046	0.041	0.06	0.039	0.048	0.048	0.047	0.039	0.042	0.049	0.053	0.057	0.044	0.063	0.057	0.057	0.034
06:00:00 a.m	0.039	0.037	0.028	0.037	0.031	0.053	0.035	0.049	0.043	0.044	0.037	0.038	0.043	0.041	0.051	0.037	0.059	0.045	0.04	0.023
07:00:00 a.m	0.032	0.031	0.026	0.025	0.028	0.043	0.034	0.043	0.043	0.045	0.029	0.034	0.042	0.037	0.031	0.028	0.047	0.03	0.036	0.023
08:00:00 a.m	0.037	0.026	0.025	0.025	0.027	0.045	0.03	0.038	0.036	0.039	0.028	0.035	0.041	0.073	0.035	0.036	0.042	0.038	0.041	0.022
09:00:00 a.m	0.046	0.045	0.039	0.028	0.041	0.065	0.034	0.045	0.038	0.044	0.028	0.038	0.059	0.054	0.044	0.027	0.061	0.06	0.048	0.037
10:00:00 a.m	0.068	0.068	0.063	0.057	0.06	0.081	0.047	0.068	0.045	0.06	0.042	0.049	0.078	0.08	0.079	0.032	0.072	0.071	0.068	0.048
11:00:00 a.m	0.101	0.102	0.108	0.097	0.106	0.109	0.064	0.094	0.063	0.066	0.065	0.06	0.091	0.11	0.098	0.058	0.095	0.098	0.09	0.055
12:00:00 p.m	0.119	0.135	0.132	0.144	0.146	0.131	0.095	0.123	0.084	0.093	0.092	0.093	0.104	0.152	0.149	0.091	0.126	0.147	0.126	0.084
01:00:00 p.m	0.157	0.164	0.155	0.172	0.159	0.141	0.111	0.147	0.123	0.116	0.106	0.112	0.11	0.159	0.201	0.106	0.163	0.182	0.182	0.11
02:00:00 p.m	0.184	0.196	0.169	0.208	0.174	0.156	0.122	0.157	0.131	0.144	0.134	0.126	0.134	0.177	0.211	0.123	0.201	0.189	0.199	0.137
03:00:00 p.m	0.167	0.182	0.181	0.213	0.185	0.171	0.119	0.177	0.132	0.158	0.118	0.136	0.147	0.169	0.199	0.15	0.211	0.203	0.193	0.152
04:00:00 p.m	0.172	0.175	0.188	0.191	0.186	0.186	0.127	0.18	0.136	0.126	0.117	0.145	0.159	0.184	0.212	0.158	0.195	0.201	0.188	0.16
05:00:00 p.m	0.185	0.177	0.173	0.186	0.187	0.184	0.12	0.163	0.126	0.141	0.124	0.151	0.155	0.166	0.193	0.157	0.181	0.198	0.183	0.161
06:00:00 p.m	0.131	0.165	0.174	0.168	0.162	0.167	0.086	0.141	0.09	0.093	0.091	0.136	0.119	0.129	0.164	0.097	0.155	0.178	0.157	0.144
07:00:00 p.m	0.094	0.095	0.09	0.112	0.099	0.098	0.077	0.078	0.06	0.066	0.052	0.056	0.086	0.092	0.109	0.047	0.119	0.109	0.108	0.057
08:00:00 p.m	0.074	0.072	0.056	0.055	0.068	0.093	0.061	0.069	0.041	0.051	0.054	0.043	0.084	0.074	0.101	0.036	0.098	0.084	0.087	0.041
09:00:00 p.m	0.064	0.069	0.049	0.051	0.065	0.088	0.047	0.069	0.039	0.053	0.044	0.046	0.082	0.073	0.071	0.035	0.068	0.077	0.071	0.044
10:00:00 p.m	0.063	0.061	0.044	0.041	0.055	0.084	0.053	0.058	0.046	0.056	0.054	0.049	0.078	0.066	0.063	0.047	0.065	0.067	0.068	0.046
11:00:00 p.m	0.058	0.054	0.042	0.041	0.051	0.08	0.042	0.055	0.046	0.059	0.042	0.048	0.07	0.057	0.065	0.045	0.07	0.059	0.061	0.042
12:00:00 a.m	0.057	0.057	0.036	0.041	0.051	0.073	0.045	0.055	0.047	0.056	0.036	0.043	0.065	0.058	0.055	0.041	0.066	0.058	0.052	0.041

HORA DEL DÍA	SURESTE						SUROESTE				
	CHALCO	UAM IZTAPALAPA	TLÁHUAC	TAXQUEÑA	CERRO DE LA ESTRELLA	COYOACAN	CUAJIMALPA	PEDREGAL	SANTA ÚRSULA	TLALPAN	PLATEROS
01:00:00 a.m	0.058	0.063	0.061	0.059	0.057	0.06	0.066	0.06	0.062	0.075	0.057
02:00:00 a.m	0.059	0.062	0.063	0.056	0.055	0.062	0.066	0.061	0.06	0.074	0.058
03:00:00 a.m	0.053	0.061	0.059	0.056	0.058	0.063	0.079	0.058	0.059	0.064	0.06
04:00:00 a.m	0.054	0.06	0.061	0.054	0.053	0.06	0.066	0.055	0.057	0.064	0.059
05:00:00 a.m	0.054	0.044	0.059	0.047	0.041	0.048	0.064	0.053	0.052	0.057	0.052
06:00:00 a.m	0.046	0.038	0.049	0.041	0.037	0.042	0.06	0.048	0.04	0.052	0.046
07:00:00 a.m	0.045	0.033	0.052	0.03	0.026	0.036	0.062	0.045	0.036	0.051	0.032
08:00:00 a.m	0.044	0.038	0.045	0.03	0.037	0.033	0.064	0.041	0.039	0.048	0.035
09:00:00 a.m	0.057	0.052	0.052	0.042	0.043	0.055	0.067	0.058	0.055	0.055	0.053
10:00:00 a.m	0.069	0.078	0.074	0.062	0.067	0.065	0.073	0.07	0.069	0.069	0.068
11:00:00 a.m	0.095	0.105	0.109	0.086	0.10	0.103	0.104	0.107	0.109	0.096	0.10
12:00:00 p.m	0.111	0.134	0.145	0.117	0.134	0.134	0.14	0.149	0.134	0.129	0.137
01:00:00 p.m	0.134	0.161	0.162	0.14	0.144	0.161	0.17	0.173	0.173	0.162	0.168
02:00:00 p.m	0.152	0.181	0.176	0.165	0.163	0.179	0.189	0.195	0.189	0.181	0.184
03:00:00 p.m	0.153	0.192	0.198	0.185	0.167	0.189	0.195	0.218	0.226	0.202	0.19
04:00:00 p.m	0.15	0.205	0.198	0.171	0.172	0.19	0.202	0.209	0.204	0.176	0.202
05:00:00 p.m	0.118	0.187	0.192	0.167	0.158	0.167	0.208	0.22	0.222	0.162	0.191
06:00:00 p.m	0.109	0.161	0.166	0.135	0.14	0.161	0.16	0.196	0.198	0.135	0.171
07:00:00 p.m	0.099	0.114	0.12	0.102	0.098	0.102	0.129	0.145	0.121	0.118	0.135
08:00:00 p.m	0.09	0.09	0.11	0.08	0.08	0.081	0.099	0.098	0.079	0.099	0.085
09:00:00 p.m	0.073	0.078	0.09	0.072	0.068	0.076	0.114	0.091	0.07	0.099	0.066
10:00:00 p.m	0.068	0.069	0.074	0.067	0.053	0.065	0.077	0.072	0.066	0.081	0.066
11:00:00 p.m	0.065	0.067	0.078	0.063	0.053	0.059	0.078	0.062	0.063	0.08	0.057
12:00:00 a.m	0.06	0.069	0.067	0.06	0.057	0.059	0.081	0.06	0.065	0.074	0.053

Fuente: Bases de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011.

7.3 COMPORTAMIENTO DE LAS HOSPITALIZACIONES DE CAUSA RESPIRATORIA
7.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Entre el 2004 y el 2011 se registraron un total de 46,028 hospitalizaciones debido a enfermedad respiratoria alta, enfermedad respiratoria baja y asma en población infantil menor de 5 años de edad en la ZMVM, de las cuales el 57.93% corresponden a población masculina y 42.07% a población femenina.

A continuación la **Tabla 11** describe el tipo de enfermedad respiratoria clasificada por grupo de edad y sexo de la población involucrada en el estudio.

Tabla 11 Caracterización de la población menor de 5 años por tipo de hospitalización.

		Enfermedad Respiratoria			
Sexo	**Grupo de Edad**	**Altas (N, %)**	**Bajas (N, %)**	**Asma (N, %)**	**Total (N, %)**
Masculino	Menor de 1 año	1,283	11,199	529	13,011
		9.86%	*86.07%*	*4.07%*	*100%*
	De 1 a 5 años	3,013	7,058	3,581	13,652
		22.07%	*51.70%*	*26.23%*	*100%*
Total		4,296	18,257	4,110	26,663
Femenino	Menor de 1 año	838	7,316	313	8,467
		9.90%	*86.41%*	*3.70%*	*100%*
	De 1 a 5 años	2,132	6,080	2,686	10,898
		11.01%	*31.40%*	*13.87%*	*100%*
Total		2,970	13,396	2,999	19,365

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS, 2004-2011

7.3.2 HOSPITALIZACIONES POR ZONA DE ESTUDIO

El mayor número de hospitalizaciones se registra en la zona Noroeste con un total de 13,454 que corresponde al 29.23% de las mismas pero el diagnostico de mayor egreso registrado en el SAEH es por enfermedad respiratoria baja (ERB) con 31,653 casos, siendo de predominio en todas las zonas de la ZMVM. **(Tabla 12).** Mientras que en las zonas Centro, Noroeste y Suroeste predominan las hospitalizaciones por Asma y Estado Asmático, en las zonas Noreste y Sureste el predominio de hospitalizaciones después de las enfermedades respiratorias bajas corresponde a las enfermedades respiratorias altas. Las hospitalizaciones por los tres tipos de hospitalización se presentan en mayor número en la zona Noroeste y Noreste con un incremento en el primer y último trimestre del año.

El patrón de las hospitalizaciones en menores de 5 años debido a asma es regular en todos los años estudiados con un incremento a partir del mes de septiembre. **(Gráfico 10)**

Entre el 2004 y el 2011 el patrón de las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias altas es constante con elevaciones durante la temporada invernal. Hay que considerar que

se están tomando las hospitalizaciones y en este caso son escasas las enfermedades respiratorias altas que requieren hospitalización. **(Gráfico 11)**

Las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias bajas se incrementan a partir de octubre. Regularmente muestran un patrón que describe incremento al principio y fin de cada año durante la temporada seca-fría con una disminución franca a partir del mes de mayo (temporada seca cálida). **(Gráfico 12)**.

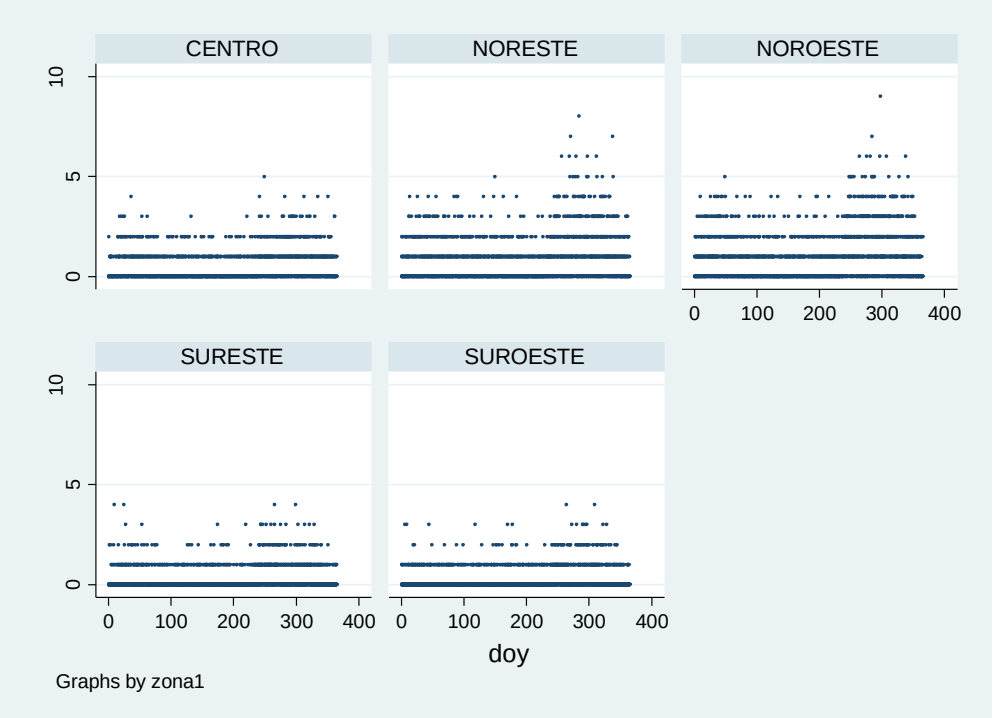
Los registros de ingresos están por hospital y no por lugar de residencia del paciente, lo que es una limitante pues se desconoce si donde el paciente se expuso por su lugar de residencia a las concentraciones de contaminante corresponde a la misma zona donde se ubica el hospital donde requirió atención.

Tabla 12 Hospitalizaciones por zona debido a enfermedades de etiología respiratoria en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2004 y 2011.

Zona	ERA	ERB	ASMA	TOTAL
CENTRO	921	5175	1160	7256
NORESTE	2222	7462	2083	11767
NOROESTE	2299	8707	2448	13454
SURESTE	1224	5903	736	7863
SUROESTE	600	4406	682	5688
TOTAL	7266	31653	7109	46028

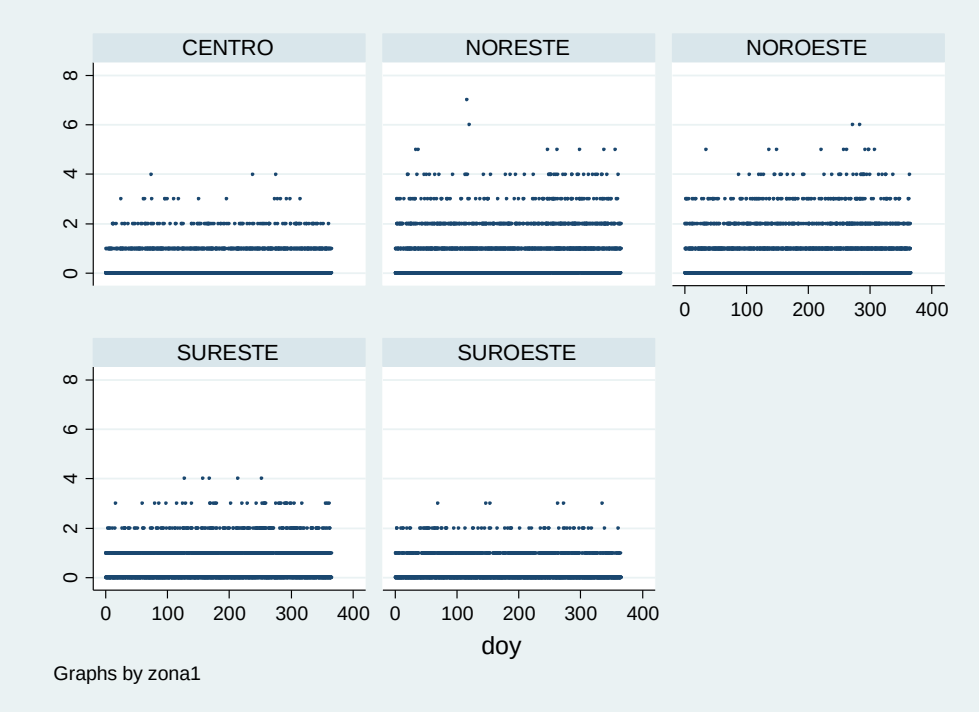
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS, 2004-2011

Gráfico 10 Hospitalizaciones debido a Asma y Estado Asmático por cada zona de la ZMVM.



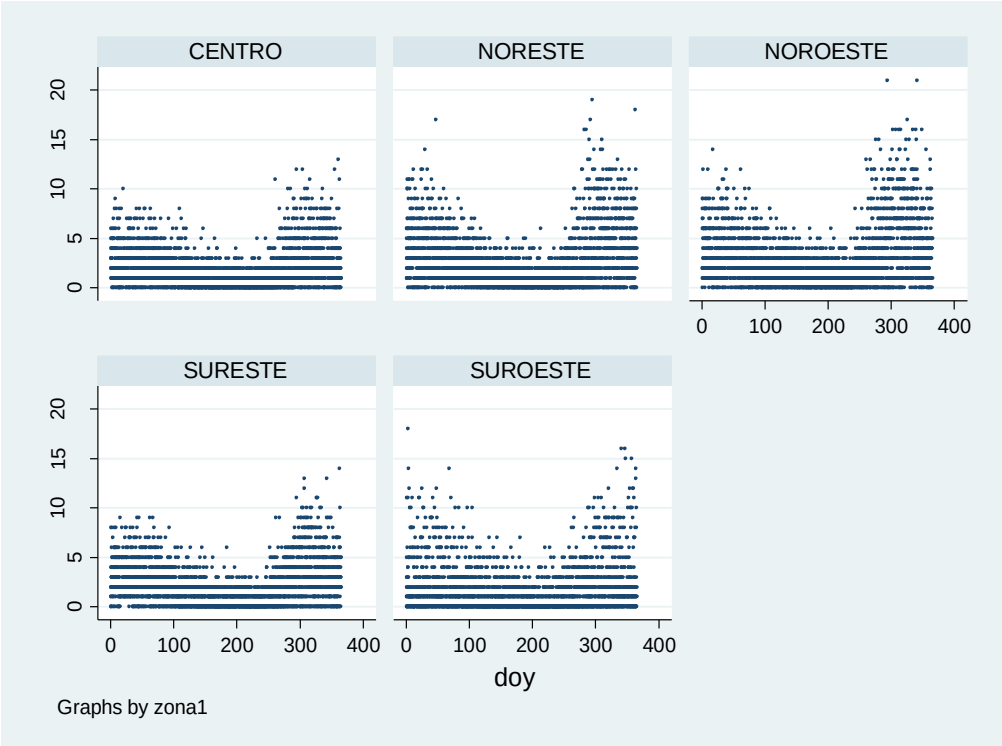
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS, 2004-2011

Gráfico 11 Hospitalizaciones debido a Enfermedades Respiratorias Altas por cada zona de la ZMVM.



Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS, 2004-2011

Gráfico 12 Hospitalizaciones debido a Enfermedades Respiratorias Bajas por cada zona de la ZMVM.



Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS, 2004-2011

7.4 ANALISIS BIVARIADO

El siguiente análisis se basó en las concentraciones promedio de contaminantes atmosféricos y se relacionó con las principales variables de nuestro estudio.

La distribución espacial de los contaminantes depende de la distribución de las fuentes de emisión y de las estaciones de monitoreo cercanas a ellas. Las mayores concentraciones de PM_{10} se presentan en la zona Noreste, las de $PM_{2.5}$ y SO_2 predominan en la zona Noroeste, la zona Centro registra las mayores concentraciones de NO_2 y CO, mientras que la zona Suroeste registra mayores concentraciones de O_3. **(Tabla 13)**

Para el promedio de las concentraciones de los contaminantes monitoreados referente al día de la semana **(Tabla 14)** se observa que para el día domingo todos los contaminantes, excepto el ozono, tienden a disminuir sus concentraciones, seguido del día lunes con un incremento gradual hacia el viernes, siendo éste el día con mayores concentraciones, excepto el dióxido de azufre que muestra altas concentraciones el jueves y miércoles; en el caso del ozono, el domingo es el día que presentan las altas concentraciones, seguido del día sábado. Las hospitalizaciones en general tienen un comportamiento similar con disminución de hospitalizaciones los días sábado y domingo, con el máximo de hospitalizaciones por ERA y ERB el día martes y por Asma el día miércoles.

Tabla 13 Concentraciones mínimas, máximas y medias de acuerdo a cada zona de la ZMVM, 2004-2011.

ZONA	PM_{10}			$PM_{2.5}$			SO_2		
		Rango			Rango			Rango	
	Min	Max	Media	Min	Max	Media	Min	Max	Media
CENTRO	20.059	106.26	52.486	11.286	51.444	26.764	0.003	0.024	0.009
NORESTE	20.793	142.71	64.051	8.822	51.144	25.693	0.002	0.023	0.007
NOROESTE	15.882	106.89	49.348	10.880	52.540	27.279	0.003	0.034	0.010
SURESTE	15.369	109.07	48.224	9.149	50.234	25.249	0.003	0.016	0.006
SUROESTE	12.490	86.907	39.790	9.483	44.828	22.862	0.002	0.018	0.006

ZONA	NO_2			CO			O_3		
		Rango			Rango			Rango	
	Min	Max	Media	Min	Max	Media	Min	Max	Media
CENTRO	0.019	0.067	0.037	0.471	2.960	1.289	0.002	0.083	0.026
NORESTE	0.011	0.047	0.026	0.362	2.519	1.006	0.003	0.072	0.028
NOROESTE	0.013	0.057	0.029	0.383	2.704	1.077	0.003	0.081	0.028
SURESTE	0.014	0.062	0.033	0.439	3.033	1.272	0.003	0.080	0.029
SUROESTE	0.012	0.056	0.029	0.353	2.398	1.003	0.005	0.092	0.033

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} están en µg/m3. Las concentraciones de CO, SO_2, NO_2 y O_3 se muestran en partes por millón.

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SIMAT, 2004-2011.

Tabla 14 Promedio de concentraciones de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones por día de la semana.

	Contaminantes atmosféricos						Hospitalizaciones		
Día	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**NO_2**	**CO**	**O_3**	**ERA**	**ERB**	**Asma**
Domingo	43.352	23.945	0.0069	0 .0262	0 .9456	0 .0841	2.182	8.803	1.746
Lunes	48.856	24.487	0.0075	0 .0303	1.1269	0.0788	2.689	11.670	2.400
Martes	51.909	25.357	0.0079	0 .0313	1.1412	0.0792	2.703	12.046	2.823
Miércoles	52.824	25.755	0.0080	0 .0323	1.1707	0.0816	2.667	11.597	2.868
Jueves	53.684	26.360	0.0080	0 .0322	1.1783	0.0820	2.675	11.431	2.648
Viernes	54.026	26.873	0.0079	0 .0330	1.2113	0.0823	2.632	11.333	2.617
Sábado	50.788	26.144	0.0077	0.0312	1.1326	0.0840	1.861	8.952	1.928

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} están en $\mu g/m^3$. Las concentraciones de CO, SO_2, NO_2 y O_3 se muestran en partes por millón.
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS y del SIMAT, 2004-2011.

La **Tabla 15** desglosa la concentración promedio de los contaminantes atmosféricos de acuerdo a si el día corresponde a día entre semana (lunes a jueves) o bien, si el día fue considerado fin de semana (viernes a domingo), encontrándose que para el fin de semana disminuyen las concentraciones medias de los contaminantes PM_{10}, SO_2, NO_2 y CO, mientras que $PM_{2.5}$ y O_3 tienden a aumentar sus concentraciones para el fin de semana al igual que las hospitalizaciones por ERA, ERB y Asma.

Tabla 15 Concentración promedio de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones entre semana y fin de semana.

	Contaminantes atmosféricos						Hospitalizaciones		
Semana	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**NO_2**	**CO**	**O_3**	**ERA**	**ERB**	**Asma**
Entre semana	51.819	25.492	0.0079	0.0315	1.154	0.0804	2.683	11.685	2.685
Fin de semana	49.401	25.665	0.0075	0.0301	1.097	0.0835	2.225	9.697	2.097

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} están en $\mu g/m^3$. Las concentraciones de CO, SO_2, NO_2 y O_3 se muestran en partes por millón.
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS y del SIMAT, 2004-2011.

Respecto al día festivo se aprecia que las concentraciones promedio más altas de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros, SO_2 y O_3 se encuentran durante los días feriados, mientras que las concentraciones promedio de NO_2 y CO se encuentran altas en los días hábiles. **(Tabla 16)** Las hospitalizaciones promedio de enfermedades respiratorias altas y de asma es mayor en días hábiles con un promedio de 2.49 y 2.45 ingresos hospitalarios, mientras que en día feriado se alcanza una cifra de 11.98 ingresos diario en menores de 5 años en comparación con los días hábiles que llega a 10.78 ingresos diarios.

Tabla 16 Concentración promedio de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones por día hábil y feriado.

	Contaminantes atmosféricos						Hospitalizaciones		
Día	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**NO_2**	**CO**	**O_3**	**ERA**	**ERB**	**Asma**
Día hábil	50.480	25.316	0.0077	0.0310	1.1315	0.0816	2.494	10.779	2.445
Día feriado	57.220	30.911	0.0082	0.0297	1.0871	0.0829	2.328	11.985	2.176

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} están en $\mu g/m^3$. Las concentraciones de CO, SO_2, NO_2 y O_3 se muestran en partes por millón.
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS y del SIMAT, 2004-2011.

El periodo de estudio abarco 8 años, entre el 2004 y el 2011, donde se observa que las concentraciones de SO_2 y NO_2 han descendido gradualmente, mientras que el CO aunque en descenso, en el 2010 presentó un incremento considerable en la concentración promedio anual el cual, para el 2011 fue menor que el año mencionado. En cuanto a PM_{10} y $PM_{2.5}$ éstos muestran un promedio fluctuante en los ocho años de estudio. Cabe considerar que el análisis está basado en las concentraciones promedio considerando que la media es influenciada por los valores extremos. **(Tabla 17)**

Tabla 17 Concentración promedio de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones por año de estudio.

	Contaminantes atmosféricos						Hospitalizaciones		
Año	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**NO_2**	**CO**	**O_3**	**ERA**	**ERB**	**Asma**
2004	49.894	26.866	0.0118	0.0330	1.4740	0.0865	1.585	4.475	1.615
2005	54.357	27.579	0.0111	0.0329	1.3725	0.0891	2.301	12.049	2.142
2006	48.782	26.774	0.0073	0.0321	1.2613	0.0829	2.351	8.978	2.381
2007	48.259	26.034	0.0067	0.0309	1.1099	0.0821	2.660	12.833	2.6
2008	52.848	26.285	0.0065	0.0308	0.9849	0.0794	2.880	10.893	2.653
2009	49.249	23.297	0.0067	0.0301	0.8986	0.0796	2.518	4.641	2.877
2010	48.653	22.252	0.0060	0.0297	1.0130	0.0742	3.238	15.655	2.616
2011	54.215	25.886	0.0057	0.0279	0.9218	0.0799	2.362	17.153	2.581

Las concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} están en $\mu g/m^3$. Las concentraciones de CO, SO_2, NO_2 y O_3 se muestran en partes por millón.
Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS y del SIMAT, 2004-2011.

Durante el 2010 hubo mayor promedio diario de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias altas con 3.2 hospitalizaciones por día (DE 1.97)); el mayor promedio diario de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias bajas se presentó en el 2011 con 17.2 (DE 11.7) hospitalizaciones diarias, mientras que fue en el año 2009 se hospitalizaron más menores de 5 años por asma con un promedio diario de 2.8 (DE 2.2) hospitalizaciones. **(Tabla 18).**

Tabla 18 Promedio de hospitalizaciones en la ZMVM por año de estudio.

Año	ERA		ERB		Asma	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
2004	1.58	1.49	4.48	4.21	1.61	1.39
2005	2.30	1.69	12.05	8.91	2.14	1.78
2006	2.35	1.79	8.98	6.05	2.38	2.19
2007	2.66	1.91	12.83	8.18	2.60	2.28
2008	2.88	1.84	10.89	8.56	2.65	2.55
2009	2.52	1.81	4.64	5.25	2.88	2.22
2010	3.24	1.97	15.65	10.52	2.62	2.02
2011	2.36	1.71	17.15	11.71	2.58	2.23
Total	2.49	1.84	10.83	9.35	2.43	2.14

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS, 2004-2011.

Al comparar la concentración promedio de contaminantes atmosféricos por estación del año, en la **Tabla 19** se observa que todos los contaminantes, excepto el ozono muestran un patrón similar, con elevación de la concentración durante la temporada seca fría que abarca los meses de noviembre a febrero, por la frecuente formación de inversiones térmicas que favorecen la acumulación de contaminantes provocando el incremento de sus concentraciones en la ZMVM. Para el ozono el incremento de su concentración se da entre los meses de marzo a mayo, correspondiente a la temporada seca cálida con días más largos y soleados con radicación solar más intensa que favorece la formación del esmog fotoquímico, cuyo componente es el ozono. Entre mayo a octubre, que corresponde a la temporada húmeda se observa la menor concentración de todos los contaminantes monitoreados debido a que durante estos meses la atmósfera es inestable, la temporada de lluvias favorece la dilución y dispersión de los contaminantes al actuar como un mecanismo de limpieza. Respecto a promedio de hospitalizaciones, la tabla también muestra que hubo una media máxima de 2.69 hospitalizaciones por día debido a ERA en la temporada húmeda, mientras que en la temporada seca fría las ERB y Asma tuvieron una media mayor con 17.08 y 2.76 hospitalizaciones diarias, respectivamente.

Tabla 19 Concentración promedio de contaminantes atmosféricos y hospitalizaciones de acuerdo a la temporada del año.

Temporada del año	Contaminantes atmosféricos						Hospitalizaciones		
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	NO_2	CO	O_3	ERA	ERB	Asma
Seca cálida	59.756	28.785	0.0074	0.0317	1.0920	0.0943	2.356	8.899	1.632
Húmeda	36.911	19.893	0.0060	0.0255	0.9563	0.0763	2.685	7.083	2.661
Seca fría	61.566	30.417	0.0103	0.0373	1.3787	0.08	2.335	17.082	2.756

Las concentraciones de PM2.5 y PM_{10} están en $\mu g/m^3$. Las concentraciones de CO, SO_2, NO_2 y O_3 se muestran en partes por millón.

La temporada seca cálida abarca los meses de marzo a mayo, la temporada húmeda los meses de junio a octubre y la temporada seca fría los meses de noviembre a febrero.

Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos del SINAIS y del SIMAT.

7.5 REGRESIÓN DE POISSON

Los modelos a continuación presentados se consideraron tomando en cuenta ambas temporadas del año y posteriormente se presentan los modelos para cada temporada del año. Todos los modelos fueron ajustados por variables meteorológicas como valor mínimo de temperatura, velocidad del viento promedio del día, dirección del viento promedio del día, humedad relativa promedio del día, temporada seca y húmeda y características del paciente como sexo y grupo de edad y se incluyeron padecimientos con gravedad leve y moderada.

Todos los resultados están interpretados como el riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 unidades de contaminante analizado.

7.5.1 PARTÍCULAS MENORES A 2.5 MICRÓMETROS ($PM_{2.5}$) Y HOSPITALIZACIONES

Al analizar los datos con regresión de Poisson en general se encontró mayor asociación de los niveles de contaminación por $PM_{2.5}$ con ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias bajas (ERB) desde el día de su ingreso y hasta seis días previos, tomando este periodo como de exposición. Para la Zona Metropolitana del Valle de México se tiene un incremento promedio diario en las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias bajas por cada 10 $\mu g/m^3$ de $PM_{2.5}$ entre el 7.99% (RR= 1.0799, IC95% 1.07-1.09, p=0.0000) y el 5.15% (RR= 1.0515, IC95% 1.04-1.06, p=0.0000), de 6.12% (RR= 1.0612, IC95% 1.04-1.09, p=0.0000) hasta 3.54% (RR=1.0354, IC95% 1.01-1.06, p=0.0040) se incrementan las enfermedades respiratorias altas, mientras que las hospitalizaciones por asma incrementan de 7.91% (RR=1.0791, IC95% 1.05-1.11, p=0.0000) el mismo día de la exposición hasta 2.74% (RR= 1.0274, IC95% 1.00-1.05, p=0.0250) con seis días previos a la exposición. **(Tabla 20)**

Ahora bien si se analiza cada área de la ZMVM se obtiene un incremento promedio diario de 5% (RR= 1.0570, IC95% 1.03-1.09, p=0.0000) diario en las hospitalizaciones por cada 10 $\mu g/m^3$ de $PM_{2.5}$ que se adicione al registro de éste contaminante en la zona Centro, mientras que en la zona Noreste las hospitalizaciones por enfermedad respiratoria baja se presentan hacia el primer día de retraso con un incremento de 2.5% (RR= 1.0253, IC95% 1.00-1.05, p=0.0270) el cual llega hasta 3.1% (RR=1.0309, IC95% 1.01-1.05, p=0.0070) a los cinco días previos de exposición a este contaminante. En la zona Noroeste no existe incremento en las hospitalizaciones por enfermedad respiratoria baja pero si para enfermedad respiratoria alta con un incremento de 5.52% (RR= 1.0552, IC95% 1.01-1.10, p=0.0200), tres días previos a la exposición.

Para las zonas del sur de la ZMVM las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias bajas debido a $PM_{2.5}$ se presentan a los 3 días previos al ingreso, con un incremento de hasta 3.91% (RR= 1.0391, IC95% 1.01-1.07, p=0.0020) en la zona Sureste y de 7.87% (RR= 1.0787, IC95% 1.04-1.11, p=0.0000) en la zona Suroeste, mientras que en ésta última no se encontró relación con enfermedades respiratorias altas, si existió asociación en la zona Sureste el mismo día del ingreso con un incremento de 8.6% (RR= 1.0860, IC95% 1.02-1.15, p=0.0080) por éste tipo de patologías.

En ninguna de las zonas estudiadas hubo asociación estadísticamente significativa con Asma.

Al analizar los modelos por temporada, de manera global en toda la ZMVM hay asociación de $PM_{2.5}$ y hospitalizaciones por ERB en ambas temporadas, seca y húmeda, siendo mayor en la temporada seca la asociación con ERA y para la temporada húmeda la asociación con asma está presente y es altamente significativa. **(Tabla 21 y 22)**

Existe una diferencia entre la concentración de contaminantes en temporada seca y en temporada húmeda y su asociación con hospitalizaciones de causa respiratoria. Durante la temporada seca, que abarca los meses de noviembre a mayo, se presenta mayor incidencia de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias clasificadas como bajas en las zonas del Centro, Noreste, Sureste y Suroeste del Valle de México, siendo la zona Centro y Suroeste las que presentan mayor asociación estadísticamente significativa con un incremento en las hospitalizaciones desde el primer día de la exposición y hasta seis días previos entre 3.49% (RR= 1.0349, IC95% 1.00-1.07, p=0.0250) y 5.06% (RR= 1.0506, IC95% 1.02-1.08, p=0.0000) y entre 4.19% (RR= 1.0419, IC95% 1.00-1.08, p=0.0390) y 3.93% (RR= 1.0393, IC95% 1.00-1.08, p=0.0330), respectivamente por cada 10 $\mu g/m^3$ de $PM_{2.5}$; sin asociación importante con hospitalizaciones por ERA y Asma. **(Tabla 21)** En la temporada húmeda en la zona Noroeste el incremento de hospitalizaciones es mayor debido a Asma el mismo día de la exposición con el 12.6% (RR= 1.1260, IC95% 1.02-1.25, p=0.0220) hasta el sexto día de retraso con un incremento promedio diario de 12.73% (RR= 1.1273, IC95% 1.04-1.22, p=0.0040) en las hospitalizaciones por esta patología por cada incremento de 10 $\mu g/m^3$ de $PM_{2.5}$.

En temporada húmeda, en las zonas Noreste y Suroeste, las concentraciones promedio de material particulado $PM_{2.5}$ no mostraron ninguna asociación con enfermedades respiratorias. **(Tabla 22)**

Se realizó un modelo considerando los valores promedio de $PM_{2.5}$ y los valores máximos promedio de 8 horas de ozono, con estratificaciones a nivel de 0.05 y 0.08 ppm. Se observan asociaciones más altas en días que se rebasa la norma de ozono. En ERA y ERB se observan diferencias hasta del 4% con 1 o hasta 3 días de retraso en el incremento de las hospitalizaciones cuando interactúa el promedio móvil de ozono. En Asma el efecto es más evidente porque incluso algunos días que no fueron significativos en el modelo con $PM_{2.5}$, en el modelo conjunto si lo son. **(Tabla 23)**

Tabla 20 Relación de $PM_{2.5}$ y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011.

Modelo $PM_{2.5}$	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	1.0799(1.07-1.09)	0.0000**	1.0570(1.03-1.09)	0.0000**	1.0082(0.98-1.03)	0.5290	1.0162(0.99-1.04)	0.2390	0.9823(0.95-1.01)	0.2160	1.0347(1.00-1.07)	0.0610
1 día previo	1.0618(1.05-1.07)	0.0000**	1.0445(1.02-1.07)	0.0010**	1.0253(1.00-1.05)	0.0270*	1.0184(0.99-1.04)	0.1320	0.9957(0.97-1.02)	0.7430	1.0134(0.98-1.05)	0.4350
2 días previos	1.0625(1.05-1.07)	0.0000**	1.0497(1.02-1.08)	0.0000**	1.0202(1.00-1.04)	0.0730	1.0028(0.98-1.03)	0.8130	1.0064(0.98-1.03)	0.6210	1.0640(1.03-1.10)	0.0000**
3 días previos	1.0654(1.05-1.08)	0.0000**	1.0572(1.03-1.08)	0.0000**	1.0084(0.99-1.03)	0.4630	1.0057(0.98-1.03)	0.6320	1.0252(1.00-1.05)	0.0490*	1.0787(1.04-1.11)	0.0000**
4 días previos	1.0592(1.05-1.07)	0.0000**	1.0482(1.02-1.08)	0.0000**	1.0302(1.01-1.05)	0.0080*	0.9804(0.96-1.00)	0.0960	1.0391(1.01-1.07)	0.0020*	1.0304(1.00-1.06)	0.0740
5 días previos	1.0628(1.05-1.07)	0.0000**	1.0498(1.02-1.08)	0.0000**	1.0309(1.01-1.05)	0.0070*	1.0146(0.99-1.04)	0.2170	1.0205(0.99-1.05)	0.1180	1.0124(0.98-1.05)	0.4640
6 días previos	1.0515(1.04-1.06)	0.0000**	1.0544(1.03-1.08)	0.0000**	1.0012(0.98-1.02)	0.9150	1.0033(0.98-1.03)	0.7770	1.0026(0.98-1.03)	0.8420	1.0286(1.00-1.06)	0.0910
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	1.0612(1.04-1.09)	0.0000**	0.9258(0.86-1.00)	0.0380	0.9033(0.86-0.95)	0.0000	1.0010(0.95-1.06)	0.9710	1.0860(1.02-1.15)	0.0080*	0.9761(0.89-1.07)	0.6180
1 día previo	1.0359(1.01-1.06)	0.0040*	0.9622(0.90-1.03)	0.2670	0.9171(0.87-0.96)	0.0000	1.0261(0.98-1.08)	0.2880	1.0223(0.96-1.09)	0.4860	0.9932(0.91-1.09)	0.8820
2 días previos	1.0384(1.01-1.06)	0.0020*	0.8996(0.84-0.96)	0.0030	0.9577(0.92-1.00)	0.0580	1.0344(0.99-1.08)	0.1510	1.0166(0.96-1.08)	0.6010	1.0823(0.99-1.18)	0.0720
3 días previos	1.0306(1.01-1.06)	0.0120*	0.8966(0.84-0.96)	0.0020	0.9487(0.91-0.99)	0.0200	1.0552(1.01-1.10)	0.0200*	1.0199(0.96-1.08)	0.5270	0.9919(0.91-1.08)	0.8570
4 días previos	1.0120(0.99-1.04)	0.3250	0.9123(0.85-0.98)	0.0090	0.9341(0.89-0.98)	0.0030	1.0136(0.97-1.06)	0.5630	1.0269(0.97-1.09)	0.3890	0.9505(0.87-1.04)	0.2680
5 días previos	1.0324(1.01-1.06)	0.0070*	0.9920(0.93-1.06)	0.8100	0.9428(0.90-0.99)	0.0090	1.0369(0.99-1.08)	0.1160	1.0467(0.99-1.11)	0.1330	0.9234(0.84-1.01)	0.0850
6 días previos	1.0354(1.01-1.06)	0.0040*	0.9954(0.93-1.06)	0.8900	0.9483(0.91-0.99)	0.0180	1.0249(0.98-1.07)	0.2880	1.0270(0.97-1.09)	0.3930	1.0059(0.92-1.10)	0.8950
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	1.0791(1.05-1.11)	0.0000**	1.0274(0.97-1.09)	0.3580	0.9680(0.92-1.02)	0.2240	0.9306(0.88-0.98)	0.0080	0.9765(0.90-1.06)	0.5760	0.9345(0.85-1.03)	0.1530
1 día previo	1.0328(1.01-1.06)	0.0080*	1.0228(0.97-1.08)	0.4100	0.9355(0.89-0.98)	0.0060	0.9745(0.93-1.02)	0.2770	0.9146(0.84-0.99)	0.0330	0.9250(0.85-1.01)	0.0780
2 días previos	1.0383(1.01-1.06)	0.0020*	1.0249(0.97-1.08)	0.3670	0.9516(0.91-1.00)	0.0350	0.9780(0.93-1.02)	0.3350	1.0042(0.93-1.08)	0.9150	0.9458(0.87-1.03)	0.2000
3 días previos	1.0197(1.00-1.04)	0.1100	0.9530(0.90-1.01)	0.1070	0.9668(0.92-1.01)	0.1430	0.9469(0.91-0.99)	0.0180	1.0363(0.96-1.12)	0.3450	0.9495(0.87-1.03)	0.2330
4 días previos	1.0164(0.99-1.04)	0.1840	0.9902(0.94-1.05)	0.7310	0.9418(0.90-0.99)	0.0100	0.9557(0.91-1.00)	0.0480	0.9670(0.89-1.05)	0.4000	1.0004(0.92-1.09)	0.9920
5 días previos	1.0245(1.00-1.05)	0.0450*	1.0081(0.95-1.07)	0.7760	0.9255(0.88-0.97)	0.0010	0.9947(0.95-1.04)	0.8150	0.9784(0.91-1.06)	0.5810	0.9635(0.89-1.05)	0.3880
6 días previos	1.0274(1.00-1.05)	0.0250*	1.0275(0.97-1.08)	0.3180	0.9061(0.87-0.95)	0.0000	0.9998(0.96-1.05)	0.9910	0.9789(0.91-1.06)	0.5900	0.9929(0.91-1.08)	0.8680

* Significativo $p < 0.05$

** Altamente significativo $p < 0.001$

& Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 $\mu g/m^3$ de $PM_{2.5}$

Tabla 21 Relación de $PM_{2.5}$ y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca+, 2004-2011.

Modelo $PM_{2.5}$	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS							
Mismo día	1.0652(1.05-1.08)	0.0000**	1.0349(1.00-1.07)	0.0250*	1.0119(0.99-1.04)	0.3850	0.9922(0.96-1.02)	0.6060	0.9825(0.95-1.01)	0.2510	1.0419(1.00-1.08)	0.0390*
1 día previo	1.0516(1.04-1.06)	0.0000**	1.0177(0.99-1.05)	0.2270	1.0281(1.00-1.05)	0.0190*	1.0097(0.98-1.04)	0.4710	0.9917(0.96-1.02)	0.5540	1.0169(0.98-1.05)	0.3640
2 días previos	1.0543(1.04-1.07)	0.0000**	1.0319(1.00-1.06)	0.0260*	1.0244(1.00-1.05)	0.0400*	0.9885(0.96-1.01)	0.3810	1.0052(0.98-1.03)	0.7070	1.0662(1.03-1.10)	0.0000**
3 días previos	1.0555(1.04-1.07)	0.0000**	1.0396(1.01-1.07)	0.0060*	1.0101(0.99-1.03)	0.4030	0.9895(0.96-1.02)	0.4240	1.0204(0.99-1.05)	0.1360	1.0800(1.04-1.12)	0.0000**
4 días previos	1.0499(1.04-1.06)	0.0000**	1.0325(1.00-1.06)	0.0240*	1.0322(1.01-1.06)	0.0070*	0.9587(0.93-0.98)	0.0010	1.0353(1.01-1.06)	0.0100*	1.0366(1.00-1.07)	0.0490*
5 días previos	1.0536(1.04-1.07)	0.0000**	1.0377(1.01-1.07)	0.0080*	1.0318(1.01-1.06)	0.0080*	0.9905(0.97-1.02)	0.4640	1.0196(0.99-1.05)	0.1580	1.0247(0.99-1.06)	0.1810
6 días previos	1.0443(1.03-1.06)	0.0000**	1.0506(1.02-1.08)	0.0000*	1.0023(0.98-1.03)	0.8490	0.9830(0.96-1.01)	0.1850	1.0013(0.97-1.03)	0.9220	1.0393(1.00-1.08)	0.0330*
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS							
Mismo día	1.0589(1.03-1.09)	0.0000**	0.9271(0.85-1.01)	0.0860	0.9064(0.85-0.96)	0.0010	1.0106(0.95-1.08)	0.7450	1.0949(1.02-1.17)	0.0110*	0.9731(0.87-1.09)	0.6390
1 día previo	1.0274(1.00-1.06)	0.0610	0.9690(0.89-1.05)	0.4390	0.9052(0.86-0.96)	0.0000	1.0173(0.96-1.08)	0.5620	1.0132(0.94-1.09)	0.7260	0.9995(0.90-1.11)	0.9920
2 días previos	1.0467(1.02-1.08)	0.0010**	0.9093(0.84-0.99)	0.0230	0.9652(0.92-1.02)	0.1740	1.0446(0.99-1.11)	0.1280	1.0198(0.95-1.10)	0.5960	1.0735(0.97-1.19)	0.1660
3 días previos	1.0458(1.02-1.07)	0.0010**	0.9210(0.85-1.00)	0.0460	0.9717(0.92-1.02)	0.2630	1.0554(1.00-1.12)	0.0560	1.0324(0.96-1.11)	0.3780	0.9868(0.89-1.10)	0.8030
4 días previos	1.0161(0.99-1.04)	0.2620	0.9240(0.85-1.00)	0.0550	0.9410(0.89-0.99)	0.0200	1.0039(0.95-1.06)	0.8920	1.0310(0.96-1.11)	0.3950	0.9297(0.84-1.03)	0.1810
5 días previos	1.0426(1.01-1.07)	0.0030*	0.9759(0.90-1.05)	0.5360	0.9660(0.92-1.02)	0.1770	1.0255(0.97-1.08)	0.3680	1.0695(1.00-1.14)	0.0520	0.9510(0.86-1.06)	0.3490
6 días previos	1.0366(1.01-1.07)	0.0100**	0.9789(0.91-1.06)	0.5890	0.9611(0.91-1.01)	0.1220	0.9953(0.94-1.05)	0.8680	1.0372(0.97-1.11)	0.3170	1.0515(0.95-1.16)	0.3260
					ASMA Y ESTADO ASMÁTICO							
Mismo día	1.0264(1.00-1.06)	0.0870	1.0194(0.95-1.09)	0.5770	0.9363(0.88-0.99)	0.0330	0.8801(0.82-0.94)	0.0000	0.9515(0.86-1.05)	0.3310	0.8806(0.78-0.99)	0.0310
1 día previo	0.9946(0.97-1.02)	0.7120	1.0107(0.95-1.08)	0.7410	0.9103(0.86-0.96)	0.0010	0.9370(0.89-0.99)	0.0240	0.8835(0.80-0.98)	0.0140	0.9194(0.83-1.02)	0.1140
2 días previos	1.0093(0.98-1.04)	0.5210	1.0079(0.95-1.07)	0.8080	0.9331(0.88-0.98)	0.0110	0.9586(0.91-1.01)	0.1330	0.9777(0.89-1.07)	0.6300	0.9055(0.82-1.01)	0.0630
3 días previos	0.9889(0.96-1.02)	0.4500	0.9197(0.86-0.99)	0.0200	0.9496(0.90-1.00)	0.0520	0.9101(0.86-0.96)	0.0010	1.0247(0.94-1.12)	0.5820	0.9155(0.82-1.02)	0.1010
4 días previos	0.9832(0.96-1.01)	0.2460	0.9568(0.89-1.02)	0.2040	0.9267(0.88-0.98)	0.0050	0.9102(0.86-0.96)	0.0010	0.9458(0.86-1.04)	0.2430	0.9712(0.88-1.08)	0.5770
5 días previos	0.9930(0.97-1.02)	0.6250	0.9756(0.91-1.04)	0.4670	0.9215(0.87-0.97)	0.0020	0.9376(0.89-0.99)	0.0200	0.9832(0.90-1.08)	0.7150	0.9191(0.83-1.02)	0.1130
6 días previos	1.0004(0.97-1.03)	0.9790	0.9963(0.93-1.06)	0.9110	0.8966(0.85-0.95)	0.0000	0.9571(0.91-1.01)	0.1090	0.9842(0.90-1.08)	0.7340	0.9735(0.88-1.08)	0.6090

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 µg/m^3 de $PM_{2.5.}$

+ La temporada seca corresponde a los meses de enero a mayo, noviembre y diciembre

Tabla 22 Relación de $PM_{2.5}$ y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda+, 2004-2011.

Modelo $PM_{2.5}$	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS							
Mismo día	1.1617(1.12-1.20)	0.0000**	1.2215(1.12-1.33)	0.0000**	0.9229(0.84-1.01)	0.0940	1.1066(1.03-1.19)	0.0060	1.0025(0.92-1.10)	0.9580	1.0204(0.92-1.13)	0.7050
1 día previo	1.1261(1.09-1.16)	0.0000**	1.2915(1.19-1.40)	0.0000**	0.9917(0.91-1.08)	0.8410	1.0241(0.96-1.09)	0.4690	1.0500(0.96-1.15)	0.2720	1.0004(0.91-1.10)	0.9930
2 días previos	1.0968(1.06-1.13)	0.0000**	1.1889(1.10-1.29)	0.0000**	0.9713(0.90-1.05)	0.4560	1.0308(0.97-1.10)	0.3270	1.0214(0.94-1.11)	0.6310	1.0685(0.97-1.17)	0.1640
3 días previos	1.1007(1.07-1.14)	0.0000**	1.1793(1.09-1.27)	0.0000**	0.9553(0.89-1.03)	0.2240	1.0354(0.98-1.10)	0.2410	1.0770(0.99-1.17)	0.0820	1.1094(1.01-1.21)	0.0250
4 días previos	1.0941(1.06-1.13)	0.0000**	1.1457(1.06-1.24)	0.0010**	0.9781(0.91-1.05)	0.5490	1.0481(0.99-1.11)	0.1100	1.0861(1.00-1.18)	0.0500	1.0227(0.93-1.12)	0.6280
5 días previos	1.1137(1.08-1.15)	0.0000**	1.1537(1.07-1.25)	0.0000**	0.9971(0.93-1.07)	0.9370	1.1269(1.06-1.19)	0.0000**	1.0504(0.97-1.14)	0.2470	0.9629(0.88-1.05)	0.4160
6 días previos	1.1159(1.08-1.15)	0.0000**	1.1346(1.05-1.23)	0.0020*	0.9815(0.91-1.05)	0.6110	1.1361(1.07-1.20)	0.0000**	1.0701(0.98-1.16)	0.1100	1.0132(0.93-1.11)	0.7740
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS							
Mismo día	1.0816(1.03-1.14)	0.0020**	0.9105(0.79-1.05)	0.1940	0.9133(0.81-1.02)	0.1210	0.9714(0.87-1.08)	0.5980	1.0644(0.94-1.21)	0.3380	1.0186(0.83-1.25)	0.8590
1 día previo	1.0686(1.02-1.12)	0.0070**	0.9268(0.81-1.06)	0.2770	0.9798(0.89-1.08)	0.6880	1.0543(0.96-1.16)	0.2610	1.0453(0.92-1.18)	0.4880	0.9937(0.82-1.21)	0.9490
2 días previos	1.0197(0.97-1.07)	0.4210	0.8504(0.74-0.98)	0.0220	0.9572(0.87-1.05)	0.3660	1.0140(0.93-1.11)	0.7550	0.9990(0.88-1.13)	0.9880	1.1419(0.95-1.37)	0.1580
3 días previos	0.9931(0.95-1.04)	0.7730	0.8124(0.71-0.93)	0.0040	0.8940(0.81-0.98)	0.0190	1.0565(0.97-1.15)	0.2000	0.9821(0.87-1.11)	0.7720	1.0266(0.86-1.23)	0.7780
4 días previos	1.0034(0.96-1.05)	0.8880	0.8686(0.76-1.00)	0.0420	0.9288(0.85-1.02)	0.1130	1.0352(0.95-1.13)	0.4190	1.0085(0.89-1.14)	0.8910	1.0157(0.85-1.22)	0.8660
5 días previos	1.0063(0.96-1.05)	0.7920	1.0317(0.91-1.17)	0.6340	0.8878(0.81-0.97)	0.0110	1.0678(0.98-1.16)	0.1210	0.9740(0.86-1.10)	0.6710	0.8414(0.70-1.01)	0.0700
6 días previos	1.0342(0.99-1.08)	0.1540	1.0348(0.91-1.18)	0.6020	0.9281(0.85-1.02)	0.1050	1.1032(1.02-1.20)	0.0210*	0.9925(0.88-1.12)	0.9030	0.8860(0.74-1.06)	0.1930
					ASMA Y ESTADO ASMÁTICO							
Mismo día	1.2464(1.19-1.31)	0.0000**	1.0429(0.92-1.18)	0.5120	1.0724(0.95-1.21)	0.2530	1.1260(1.02-1.25)	0.0220*	0.9933(0.84-1.17)	0.9360	1.0649(0.89-1.27)	0.4890
1 día previo	1.1437(1.09-1.20)	0.0000**	1.0569(0.94-1.19)	0.3620	1.0119(0.91-1.13)	0.8270	1.1026(1.01-1.20)	0.0300*	0.9737(0.83-1.14)	0.7440	0.9153(0.77-1.08)	0.3070
2 días previos	1.1124(1.06-1.17)	0.0000**	1.0678(0.95-1.20)	0.2660	1.0000(0.90-1.11)	1.0000	1.0446(0.96-1.14)	0.3100	1.0577(0.91-1.24)	0.4800	1.0321(0.88-1.21)	0.7010
3 días previos	1.0932(1.04-1.15)	0.0000**	1.0254(0.91-1.15)	0.6690	1.0031(0.91-1.11)	0.9500	1.0530(0.97-1.14)	0.2150	1.0568(0.91-1.23)	0.4790	1.0236(0.87-1.20)	0.7720
4 días previos	1.0990(1.05-1.15)	0.0000**	1.0760(0.96-1.20)	0.1990	0.9658(0.88-1.06)	0.4810	1.0819(1.00-1.17)	0.0550	1.0044(0.86-1.17)	0.9550	1.0812(0.93-1.26)	0.3230
5 días previos	1.1098(1.06-1.16)	0.0000**	1.1075(0.99-1.24)	0.0720	0.9171(0.83-1.01)	0.0810	1.1541(1.07-1.25)	0.0000**	0.9449(0.81-1.10)	0.4720	1.0843(0.93-1.26)	0.3000
6 días previos	1.1053(1.05-1.16)	0.0000**	1.1381(1.02-1.27)	0.0190	0.9235(0.84-1.02)	0.1060	1.1273(1.04-1.22)	0.0040*	0.9496(0.81-1.11)	0.5090	1.0704(0.92-1.25)	0.3830

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 $\mu g/m^3$ de $PM_{2.5}$

\+ La temporada húmeda corresponde a los meses de junio a octubre.

Tabla 23 Relación de $PM_{2.5}$ y promedio móvil de ozono con hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011.

Modelo PM_{25} y O_3	ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO									
	MODELO CON PARTÍCULAS MENORES A 2.5 MICRÓMETROS Y ¡MÁXIMO PROMEDIO MÓVIL DE OZONO ESTRATIFICADO									
	$PM_{2.5}$ SIN CONSIDERAR COMBINACIÓN CON OZONO		<= 0.05		> = 0.05		<= 0.08		>= 0.08	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**
	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS									
Mismo día	1.0799(1.07-1.09)	0.0000**	1.1188(1.09-1.15)	0.0000**	1.1006(1.09-1.12)	0.0000**	1.0948(1.08-1.11)	0.0000**	1.1040(1.07-1.14)	0.0000**
1 día previo	1.0618(1.05-1.07)	0.0000**	1.0854(1.06-1.11)	0.0000**	1.0889(1.07-1.10)	0.0000**	1.0690(1.06-1.08)	0.0000**	1.1146(1.08-1.15)	0.0000**
2 días previos	1.0625(1.05-1.07)	0.0000**	1.0671(1.04-1.09)	0.0000**	1.0891(1.07-1.10)	0.0000**	1.0700(1.06-1.08)	0.0000**	1.1067(1.08-1.14)	0.0000**
3 días previos	1.0654(1.05-1.08)	0.0000**	1.0931(1.07-1.12)	0.0000**	1.0916(1.08-1.11)	0.0000**	1.0741(1.06-1.09)	0.0000**	1.1200(1.09-1.15)	0.0000**
4 días previos	1.0592(1.05-1.07)	0.0000**	1.0599(1.04-1.08)	0.0000**	1.1028(1.09-1.12)	0.0000**	1.0725(1.06-1.09)	0.0000**	1.1034(1.07-1.13)	0.0000**
5 días previos	1.0628(1.05-1.07)	0.0000**	1.0722(1.05-1.10)	0.0000**	1.1058(1.09-1.12)	0.0000**	1.0782(1.07-1.09)	0.0000**	1.1025(1.07-1.13)	0.0000**
6 días previos	1.0515(1.04-1.06)	0.0000**	1.0965(1.07-1.12)	0.0000**	1.0810(1.07-1.10)	0.0000**	1.0750(1.06-1.09)	0.0000**	1.0763(1.05-1.11)	0.0000**
	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS									
Mismo día	1.0612(1.04-1.09)	0.0000**	1.1178(1.06-1.18)	0.0000**	1.0718(1.04-1.10)	0.0000**	1.0821(1.05-1.11)	0.0000**	1.0749(1.01-1.14)	0.0210*
1 día previo	1.0359(1.01-1.06)	0.0040*	1.0826(1.03-1.14)	0.0001**	1.0542(1.02-1.09)	0.0001**	1.0551(1.03-1.08)	0.0000**	1.0751(1.01-1.14)	0.0200*
2 días previos	1.0384(1.01-1.06)	0.0020*	1.0430(0.99-1.09)	0.0900	1.0740(1.04-1.11)	0.0000**	1.0565(1.03-1.08)	0.0000**	1.0892(1.03-1.16)	0.0050*
3 días previos	1.0306(1.01-1.06)	0.0120*	1.0590(1.01-1.11)	0.0190*	1.0665(1.04-1.10)	0.0000**	1.0347(1.01-1.06)	0.0120*	1.1333(1.07-1.20)	0.0000**
4 días previos	1.0120(0.99-1.04)	0.3250	1.0263(0.98-1.08)	0.3020	1.0375(1.01-1.07)	0.0016*	1.0219(0.99-1.05)	0.1130	1.0994(1.04-1.17)	0.0020*
5 días previos	1.0324(1.01-1.06)	0.0070*	1.0485(1.00-1.10)	0.0580	1.0619(1.03-1.09)	0.0000**	1.0470(1.02-1.07)	0.0010*	1.1066(1.04-1.17)	0.0010**
6 días previos	1.0354(1.01-1.06)	0.0040*	1.0400(0.99-1.09)	0.1150	1.0792(1.05-1.11)	0.0000**	1.0561(1.03-1.08)	0.0000**	1.1366(1.07-1.21)	0.0000**
	ASMA Y ESTADO ASMÁTICO									
Mismo día	1.0791(1.05-1.11)	0.0000**	1.1548(1.10-1.21)	0.0000**	1.0941(1.06-1.13)	0.0000**	1.1019(1.07-1.13)	0.0000**	1.0929(1.03-1.16)	0.0060*
1 día previo	1.0328(1.01-1.06)	0.0080*	1.0828(1.03-1.13)	0.0010**	1.0638(1.03-1.10)	0.0000**	1.0465(1.02-1.07)	0.0010**	1.0899(1.02-1.16)	0.0080*
2 días previos	1.0383(1.01-1.06)	0.0020*	1.0648(1.02-1.11)	0.0070*	1.0848(1.05-1.12)	0.0000**	1.0488(1.02-1.08)	0.0000**	1.1338(1.07-1.21)	0.0000**
3 días previos	1.0197(1.00-1.04)	0.1100	1.0217(0.98-1.07)	0.3680	1.0699(1.04-1.10)	0.0000**	1.0237(1.00-1.05)	0.0870	1.1283(1.06-1.20)	0.0000**
4 días previos	1.0164(0.99-1.04)	0.1840	1.0199(0.97-1.07)	0.4120	1.0687(1.04-1.10)	0.0000**	1.0259(1.00-1.05)	0.0610	1.1236(1.06-1.19)	0.0000**
5 días previos	1.0245(1.00-1.05)	0.0450*	1.0546(1.01-1.11)	0.2600	1.0636(1.03-1.10)	0.0000**	1.0460(1.02-1.07)	0.0010**	1.0799(1.01-1.15)	0.0200*
6 días previos	1.0274(1.00-1.05)	0.0250*	1.0843(1.04-1.14)	0.0010**	1.0710(1.04-1.10)	0.0000**	1.0566(1.03-1.08)	0.0000**	1.0914(1.02-1.17)	0.0100*

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 µg/m^3 de $PM_{2.5}$ y 10ppb de promedio móvil de ozono

7.5.2 PARTÍCULAS MENORES A 10 MICRÓMETROS (PM_{10}) Y HOSPITALIZACIONES

De manera general en toda la ZMVM existe asociación estadísticamente significativa (p= 0.000) con hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años por cada 10 $\mu g/m^3$ de incremento en la concentración de PM_{10}, sin importar la temporada del año esta asociación se mantiene.

En las zonas Centro, Noreste y Suroeste existe mayor asociación entre la concentración promedio de PM_{10} y las hospitalizaciones debido a enfermedades respiratorias bajas (ERB), encontrando un incremento de hasta 7.53% (RR= 1.0753, IC95% 1.05-1.10, p=0.0000) por exposición en la zona Suroeste el primer día de la exposición a este contaminante. En esta misma zona se encontró asociación también con enfermedades respiratorias altas (ERA) principalmente al segundo día de exposición con un incremento promedio en el número de hospitalizaciones por esta causa de hasta 14% (RR= 1.1399, IC95% 1.07-1.21, p=0.0000) por cada 10 $\mu g/m^3$ de PM_{10} que se incremente, siendo altamente significativo.

En el caso de las hospitalizaciones por asma, sólo la zona Noreste mostró asociación en el mismo día de exposición con un aumento de 4.13% (RR= 1.0413, IC95% 1.02-1.07, p=0.0020). **(Tabla 24).**

En la temporada seca no hubo mucha variación respecto a los resultados que fueron arrojados del modelo donde no hubo distinción de temporada. En esta temporada no hubo asociación de la concentración del contaminante con hospitalizaciones por asma. **(Tabla 25).**

En la temporada húmeda la mayor asociación se presenta en la zona Centro con hospitalizaciones por ERA hasta el sexto día previo que se estudió, siendo el mismo día de exposición y a los dos día siguientes, los que observaron mayor incremento de hospitalizaciones con 13.25% (RR= 1.1325, IC95% 1.07-1.20, p=0.0000), 18.33% (RR= 1.1833, IC95% 1.12-1.25, p=0.0000) y 10.62% (RR= 1.1062, IC95% 1.05-1.16, p=0.0000) respectivamente, seguida de la misma asociación en la zona Suroeste con un incremento de 12.46% (RR= 1.1246, IC95% 1.04-1.21, p=0.0020) en el mismo día de la exposición, el cual se extiende hasta el cuarto día de retraso de exposición con 6.72% (RR= 1.0672, IC95% 1.01-1.13, p=0.0270) para menores de 5 años por cada 10 $\mu g/m^3$ de incremento en el contaminante. En la zona Noreste la asociación se presentó con cuatro días previos de exposición y hasta el sexto día de retraso con un incremento significativo promedio de 4% para estos días (RR= 1.0393, IC95% 1.01-1.07, p=0.0180).

Respecto a ERA no hubo ninguna asociación en ninguna zona, mientras que para las hospitalizaciones por asma, solo la zona Noreste mostró asociación el mismo día de exposición con un incremento de 14.67% (RR= 1.1467, IC95% 1.08-1.21, p=0.0000) en la temporada húmeda. **(Tabla 26).**

Tabla 24 Relación de PM_{10} y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011.

Modelo PM_{10}	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*, **	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%)&	p<z *,**
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS							
Mismo día	1.0723(1.07-1.08)	0.0000**	1.0381(1.02-1.06)	0.0000**	1.0380(1.02-1.05)	0.0000**	1.0313(1.02-1.05)	0.0000**	1.0000(0.98-1.02)	0.9970	1.0753(1.05-1.10)	0.0000**
1 día previo	1.0501(1.04-1.06)	0.0000**	1.0237(1.01-1.04)	0.0040*	1.0194(1.01-1.03)	0.0010**	1.0088(1.00-1.02)	0.2090	0.9957(0.98-1.01)	0.6300	1.0393(1.01-1.06)	0.0010**
2 días previos	1.0443(1.04-1.05)	0.0000**	1.0247(1.01-1.04)	0.0020*	1.0125(1.00-1.02)	0.0190*	0.9947(0.98-1.01)	0.4360	0.9941(0.98-1.01)	0.4950	1.0515(1.03-1.08)	0.0000**
3 días previos	1.0442(1.04-1.05)	0.0000**	1.0318(1.02-1.05)	0.0000**	1.0029(0.99-1.01)	0.5830	0.9952(0.98-1.01)	0.4700	1.0058(0.99-1.02)	0.4960	1.0624(1.04-1.09)	0.0000**
4 días previos	1.0448(1.04-1.05)	0.0000**	1.0296(1.01-1.05)	0.0000**	1.0122(1.00-1.02)	0.0230*	0.9856(0.97-1.00)	0.0300	1.0183(1.00-1.04)	0.0330*	1.0442(1.02-1.07)	0.0000**
5 días previos	1.0461(1.04-1.05)	0.0000**	1.0276(1.01-1.04)	0.0000**	1.0213(1.01-1.03)	0.0000**	0.9923(0.98-1.01)	0.2430	1.0118(1.00-1.03)	0.1660	1.0209(1.00-1.04)	0.0790
6 días previos	1.0492(1.04-1.06)	0.0000***	1.0346(1.02-1.05)	0.0000**	1.0165(1.01-1.03)	0.0020*	1.0012(0.99-1.01)	0.8580	1.0117(1.00-1.03)	0.1670	1.0479(1.02-1.07)	0.0000**
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS							
Mismo día	1.0997(1.09-1.11)	0.0000**	0.9783(0.94-1.02)	0.3110	0.9884(0.96-1.01)	0.3650	1.0099(0.98-1.04)	0.5250	1.0248(0.98-1.07)	0.2750	1.0694(1.00-1.14)	0.0470*
1 día previo	1.0663(1.05-1.08)	0.0000**	0.9761(0.94-1.02)	0.2270	0.9713(0.95-0.99)	0.0090	0.9975(0.97-1.03)	0.8590	0.9862(0.95-1.03)	0.5130	1.0433(0.98-1.11)	0.1830
2 días previos	1.0716(1.06-1.08)	0.0000**	0.9592(0.92-1.00)	0.0340	0.9902(0.97-1.01)	0.3520	0.9936(0.97-1.02)	0.6430	1.0015(0.96-1.04)	0.9400	1.1399(1.07-1.21)	0.0000**
3 días previos	1.0651(1.05-1.08)	0.0000**	0.9615(0.93-1.00)	0.0420	0.9854(0.97-1.01)	0.1570	1.0013(0.98-1.03)	0.9220	0.9822(0.94-1.02)	0.3790	1.0750(1.01-1.14)	0.0180*
4 días previos	1.0616(1.05-1.07)	0.0000**	0.9618(0.93-1.00)	0.0420	0.9831(0.96-1.00)	0.0960	0.9942(0.97-1.02)	0.6640	1.0049(0.97-1.05)	0.8100	1.0342(0.97-1.10)	0.2740
5 días previos	1.0702(1.06-1.08)	0.0000**	0.9913(0.96-1.03)	0.6450	0.9887(0.97-1.01)	0.2630	0.9995(0.97-1.03)	0.9680	1.0247(0.99-1.07)	0.2170	1.0421(0.98-1.11)	0.1790
6 días previos	1.0759(1.06-1.09)	0.0000**	1.0100(0.97-1.05)	0.5940	0.9976(0.98-1.02)	0.8100	1.0067(0.98-1.03)	0.6120	0.9828(0.94-1.02)	0.3870	1.0934(1.03-1.16)	0.0030*
					ASMA Y ESTADO ASMÁTICO							
Mismo día	1.1127(1.10-1.13)	0.0000**	1.0269(0.99-1.07)	0.1640	1.0413(1.02-1.07)	0.0020*	0.9852(0.96-1.02)	0.3330	0.9636(0.91-1.02)	0.2100	0.9625(0.90-1.03)	0.2690
1 día previo	1.0682(1.05-1.08)	0.0000**	1.0131(0.98-1.05)	0.4520	0.9870(0.97-1.01)	0.2460	0.9859(0.96-1.01)	0.3020	0.9505(0.90-1.00)	0.0650	0.9594(0.90-1.02)	0.1890
2 días previos	1.0524(1.04-1.07)	0.0000**	0.9857(0.95-1.02)	0.3980	0.9808(0.96-1.00)	0.0740	0.9633(0.94-0.99)	0.0050	0.9587(0.91-1.01)	0.1140	0.9631(0.91-1.02)	0.2240
3 días previos	1.0429(1.03-1.06)	0.0000**	0.9690(0.94-1.00)	0.0650	0.9761(0.96-1.00)	0.0240	0.9459(0.92-0.97)	0.0000	0.9813(0.93-1.03)	0.4670	0.9537(0.90-1.01)	0.1240
4 días previos	1.0483(1.04-1.06)	0.0000**	0.9739(0.94-1.01)	0.1190	0.9809(0.96-1.00)	0.0690	0.9603(0.94-0.99)	0.0020	0.9590(0.91-1.01)	0.1090	0.9965(0.94-1.06)	0.9080
5 días previos	1.0487(1.04-1.06)	0.0000**	0.9779(0.95-1.01)	0.1850	0.9745(0.95-0.99)	0.0140	0.9754(0.95-1.00)	0.0540	0.9545(0.91-1.00)	0.0730	0.9823(0.93-1.04)	0.5520
6 días previos	1.0536(1.04-1.07)	0.0000**	0.9905(0.96-1.02)	0.5660	0.9780(0.96-1.00)	0.0340	0.9778(0.95-1.00)	0.0830	0.9561(0.91-1.01)	0.0830	0.9937(0.94-1.05)	0.8310

* Significativo $p < 0.05$

** Altamente significativo $p < 0.001$

& Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 $\mu g/m^3$ de PM_{10}.

Tabla 25 Relación de PM_{10} y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca+, 2004-2011.

Modelo PM_{10}	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	1.0664(1.06-1.07)	0.0000**	1.0274(1.01-1.05)	0.0040*	1.0404(1.03-1.05)	0.0000	1.0201(1.00-1.04)	0.0170*	0.9999(0.98-1.02)	0.9920	1.0750(1.05-1.11)	0.0000**
1 día previo	1.0453(1.04-1.05)	0.0000**	1.0083(0.99-1.03)	0.3360	1.0201(1.01-1.03)	0.0010	1.0064(0.99-1.02)	0.3980	0.9947(0.98-1.01)	0.5700	1.0344(1.01-1.06)	0.0100*
2 días previos	1.0407(1.03-1.05)	0.0000**	1.0150(1.00-1.03)	0.0740	1.0135(1.00-1.02)	0.0170*	0.9904(0.98-1.00)	0.1900	0.9952(0.98-1.01)	0.5970	1.0497(1.02-1.08)	0.0000**
3 días previos	1.0388(1.03-1.05)	0.0000**	1.0209(1.00-1.04)	0.0130*	1.0012(0.99-1.01)	0.8320	0.9883(0.97-1.00)	0.1070	1.0045(0.99-1.02)	0.6210	1.0614(1.03-1.09)	0.0000**
4 días previos	1.0389(1.03-1.05)	0.0000**	1.0209(1.00-1.04)	0.0130*	1.0091(1.00-1.02)	0.1080	0.9764(0.96-0.99)	0.0010	1.0155(1.00-1.03)	0.0870	1.0427(1.02-1.07)	0.0010**
5 días previos	1.0405(1.03-1.05)	0.0000**	1.0211(1.00-1.04)	0.0120*	1.0185(1.01-1.03)	0.0010**	0.9811(0.97-1.00)	0.0080	1.0093(0.99-1.03)	0.3000	1.0267(1.00-1.05)	0.0410*
6 días previos	1.0447(1.04-1.05)	0.0000**	1.0325(1.02-1.05)	0.0000**	1.0146(1.00-1.03)	0.0090*	0.9927(0.98-1.01)	0.3120	1.0076(0.99-1.03)	0.3970	1.0545(1.03-1.08)	0.0000**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	1.0871(1.07-1.10)	0.0000**	0.9824(0.94-1.03)	0.4610	0.9763(0.95-1.00)	0.1050	1.0172(0.98-1.05)	0.3330	1.0381(0.99-1.09)	0.1400	1.0769(1.00-1.16)	0.0550
1 día previo	1.0551(1.04-1.07)	0.0000**	0.9785(0.94-1.02)	0.3310	0.9629(0.94-0.99)	0.0030	0.9968(0.97-1.03)	0.8470	0.9813(0.94-1.03)	0.4390	1.0611(0.99-1.14)	0.1020
2 días previos	1.0654(1.05-1.08)	0.0000**	0.9703(0.93-1.01)	0.1710	0.9872(0.96-1.01)	0.2880	0.9895(0.96-1.02)	0.5140	1.0009(0.96-1.05)	0.9700	1.1616(1.09-1.24)	0.0000**
3 días previos	1.0627(1.05-1.08)	0.0000**	0.9731(0.93-1.02)	0.2090	0.9854(0.96-1.01)	0.2190	1.0023(0.97-1.03)	0.8850	0.9885(0.94-1.04)	0.6260	1.0930(1.02-1.17)	0.0130*
4 días previos	1.0566(1.04-1.07)	0.0000**	0.9694(0.93-1.01)	0.1520	0.9827(0.96-1.01)	0.1390	0.9945(0.96-1.03)	0.7280	0.9951(0.95-1.04)	0.8330	1.0441(0.97-1.12)	0.2290
5 días previos	1.0676(1.05-1.08)	0.0000**	0.9891(0.95-1.03)	0.6110	0.9919(0.97-1.01)	0.4900	1.0026(0.97-1.03)	0.8690	1.0248(0.98-1.07)	0.2870	1.0787(1.01-1.16)	0.0320*
6 días previos	1.0686(1.05-1.08)	0.0000**	1.0031(0.96-1.05)	0.8860	0.9961(0.97-1.02)	0.7380	1.0004(0.97-1.03)	0.9790	0.9806(0.94-1.03)	0.4040	1.1272(1.05-1.21)	0.0010**
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	1.0905(1.07-1.11)	0.0000**	1.0174(0.98-1.06)	0.4160	1.0220(0.99-1.05)	0.1370	0.9779(0.95-1.01)	0.1990	0.9726(0.91-1.04)	0.4120	0.9466(0.87-1.03)	0.1840
1 día previo	1.0560(1.04-1.07)	0.0000**	1.0156(0.98-1.05)	0.4190	0.9739(0.95-1.00)	0.0400	0.9867(0.96-1.02)	0.3960	0.9379(0.88-1.00)	0.0450	0.9819(0.91-1.06)	0.6180
2 días previos	1.0448(1.03-1.06)	0.0000**	0.9847(0.95-1.02)	0.4190	0.9760(0.95-1.00)	0.0500	0.9694(0.94-1.00)	0.0450	0.9406(0.89-1.00)	0.0490	0.9493(0.88-1.02)	0.1610
3 días previos	1.0377(1.02-1.05)	0.0000**	0.9654(0.93-1.00)	0.0660	0.9730(0.95-1.00)	0.0260	0.9501(0.92-0.98)	0.0010	0.9847(0.93-1.04)	0.6100	0.9362(0.87-1.01)	0.0800
4 días previos	1.0382(1.02-1.05)	0.0000**	0.9637(0.93-1.00)	0.0540	0.9724(0.95-1.00)	0.0210	0.9606(0.93-0.99)	0.0080	0.9523(0.90-1.01)	0.1060	0.9691(0.90-1.04)	0.3910
5 días previos	1.0384(1.02-1.05)	0.0000**	0.9707(0.94-1.01)	0.1180	0.9710(0.95-0.99)	0.0150	0.9682(0.94-1.00)	0.0330	0.9483(0.89-1.01)	0.0790	0.9437(0.88-1.01)	0.1140
6 días previos	1.0437(1.03-1.06)	0.0000**	0.9830(0.95-1.02)	0.3650	0.9709(0.95-0.99)	0.0150	0.9729(0.94-1.00)	0.0690	0.9625(0.91-1.02)	0.2020	0.9623(0.90-1.03)	0.2890

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 $\mu g/m^3$ de PM_{10}.

\+ La temporada seca corresponde a los meses de enero a mayo, noviembre y diciembre

Tabla 26 Relación de PM_{10} y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda+, 2004-2011.

Modelo PM_{10}	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	1.1162(1.09-1.14)	0.0000**	1.1325(1.07-1.20)	0.0000**	1.0183(0.97-1.07)	0.4290	1.0953(1.04-1.15)	0.0000**	0.9987(0.94-1.06)	0.9680	1.1246(1.04-1.21)	0.0020*
1 día previo	1.0884(1.07-1.11)	0.0000**	1.1833(1.12-1.25)	0.0000**	1.0270(0.99-1.06)	0.1500	1.0141(0.97-1.06)	0.5070	0.9952(0.94-1.06)	0.8720	1.0775(1.01-1.15)	0.0250*
2 días previos	1.0609(1.04-1.08)	0.0000**	1.1062(1.05-1.16)	0.0000**	1.0134(0.98-1.05)	0.4450	0.9966(0.96-1.04)	0.8630	0.9619(0.91-1.02)	0.1890	1.0661(1.00-1.13)	0.0410*
3 días previos	1.0665(1.05-1.09)	0.0000**	1.0995(1.05-1.15)	0.0000**	1.0168(0.98-1.05)	0.3180	1.0065(0.97-1.04)	0.7260	1.0003(0.95-1.06)	0.9920	1.0823(1.02-1.15)	0.0080*
4 días previos	1.0757(1.06-1.09)	0.0000**	1.0819(1.03-1.13)	0.0010**	1.0393(1.01-1.07)	0.0180*	1.0210(0.99-1.06)	0.2520	1.0258(0.97-1.08)	0.3630	1.0672(1.01-1.13)	0.0270*
5 días previos	1.0844(1.07-1.10)	0.0000**	1.0820(1.03-1.13)	0.0010**	1.0520(1.02-1.09)	0.0020*	1.0574(1.02-1.10)	0.0020*	1.0197(0.97-1.08)	0.4750	1.0094(0.95-1.07)	0.7500
6 días previos	1.0875(1.07-1.11)	0.0000**	1.0693(1.02-1.12)	0.0060*	1.0424(1.01-1.08)	0.0090*	1.0672(1.03-1.10)	0.0000**	1.0529(1.00-1.11)	0.0550	1.0442(0.99-1.11)	0.1350
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	1.1690(1.13-1.20)	0.0000**	0.9492(0.86-1.05)	0.3220	1.0513(0.99-1.11)	0.0800	0.9779(0.91-1.05)	0.5380	0.9761(0.89-1.07)	0.6150	1.0851(0.93-1.26)	0.2920
1 día previo	1.1177(1.09-1.15)	0.0000**	0.9524(0.87-1.05)	0.3060	1.0124(0.97-1.06)	0.6130	0.9968(0.94-1.06)	0.9170	0.9953(0.91-1.09)	0.9150	0.9904(0.86-1.14)	0.8920
2 días previos	1.1018(1.07-1.13)	0.0000**	0.9001(0.82-0.98)	0.0220	1.0117(0.97-1.06)	0.6020	1.0027(0.95-1.06)	0.9230	0.9972(0.92-1.08)	0.9480	1.0910(0.96-1.24)	0.1820
3 días previos	1.0794(1.05-1.11)	0.0000**	0.9060(0.83-0.99)	0.0240	0.9937(0.95-1.04)	0.7690	0.9958(0.95-1.05)	0.8730	0.9586(0.88-1.04)	0.3050	1.0364(0.92-1.17)	0.5710
4 días previos	1.0836(1.06-1.11)	0.0000**	0.9221(0.85-1.00)	0.0590	0.9917(0.95-1.03)	0.6930	0.9897(0.94-1.04)	0.6910	1.0300(0.95-1.11)	0.4630	1.0117(0.90-1.14)	0.8520
5 días previos	1.0835(1.06-1.11)	0.0000**	0.9915(0.91-1.07)	0.8360	0.9847(0.94-1.03)	0.4640	0.9900(0.94-1.04)	0.6970	1.0207(0.94-1.10)	0.6050	0.9403(0.83-1.06)	0.3310
6 días previos	1.1055(1.08-1.13)	0.0000**	1.0297(0.95-1.11)	0.4610	1.0108(0.97-1.05)	0.6020	1.0244(0.98-1.08)	0.3360	0.9835(0.91-1.06)	0.6740	1.0019(0.89-1.13)	0.9750
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	1.2181(1.18-1.26)	0.0000**	1.0704(0.98-1.17)	0.1510	1.1467(1.08-1.21)	0.0000*	1.0394(0.97-1.11)	0.2780	0.9154(0.81-1.03)	0.1500	1.0104(0.88-1.16)	0.8800
1 día previo	1.1154(1.08-1.15)	0.0000**	0.9934(0.91-1.08)	0.8780	1.0465(1.00-1.10)	0.0670	0.9894(0.93-1.05)	0.7240	0.9760(0.87-1.09)	0.6640	0.8811(0.78-1.00)	0.0430
2 días previos	1.0758(1.05-1.11)	0.0000**	0.9765(0.90-1.06)	0.5630	1.0012(0.96-1.05)	0.9590	0.9421(0.89-1.00)	0.0360	0.9962(0.90-1.11)	0.9430	0.9792(0.87-1.10)	0.7150
3 días previos	1.0542(1.03-1.08)	0.0000**	0.9675(0.90-1.05)	0.4010	0.9857(0.94-1.03)	0.5310	0.9326(0.88-0.98)	0.0100	0.9570(0.86-1.06)	0.4060	0.9809(0.88-1.09)	0.7270
4 días previos	1.0778(1.05-1.11)	0.0000**	1.0037(0.93-1.08)	0.9240	1.0095(0.97-1.05)	0.6710	0.9604(0.91-1.01)	0.1230	0.9606(0.87-1.06)	0.4430	1.0551(0.95-1.17)	0.3130
5 días previos	1.0812(1.05-1.11)	0.0000**	1.0013(0.93-1.08)	0.9730	0.9885(0.95-1.03)	0.6040	0.9951(0.95-1.05)	0.8480	0.9571(0.87-1.06)	0.3940	1.0687(0.96-1.18)	0.2050
6 días previos	1.0869(1.06-1.11)	0.0000**	1.0216(0.95-1.10)	0.5650	1.0061(0.96-1.05)	0.7820	0.9941(0.95-1.04)	0.8150	0.9278(0.84-1.03)	0.1470	1.0692(0.97-1.18)	0.1950

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 $\mu g/m^3$ de PM_{10}.

\+ La temporada húmeda corresponde a los meses de junio a octubre

7.5.3 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

Este contaminante se asoció con un incremento de 4.75% (RR=1.0475, IC95% 1.03-1.06, p=0.0000) el primer día de exposición y redujo a 2.29% (RR= 1.0229, IC95% 1.01-1.04, p=0.0000) para 6 días previos de exposición a este contaminante en las hospitalizaciones en menores de 5 años de edad por ERB, sin mostrar asociación con ERA y para asma sólo se observa el incremento en las hospitalizaciones el primer día de exposición atribuyéndose el 7.22% (RR= 1.0722, IC95% 1.04-1.11, p=0.0000) de las mismas **(Tabla 27)**. No existe asociación importante en temporada húmeda en toda la ZMVM, únicamente se mantiene asociación para el mismo día de exposición a este contaminante para ERB y Asma en 5.1% (RR= 1.0509, IC95% 1.01-1.09, p=0.0170) y 6.84% (RR= 1.0684, IC95% 1.01-1.13, p=0.0300), respectivamente **(Tabla 29).**

Al analizar cada zona en que se divide para su estudio la ZMVM se observa un incremento importante de las hospitalizaciones por ERB en la zona Centro de 14.84% (RR= 1.1484, IC95% 1.10-1.19, p=0.0000), seguida de la zona Noroeste de 9.42% (RR= 1.0942, IC95% 1.06-1.13, p=0.0000) y la Noreste con incremento de 8.97% (RR= 1.0897, IC95% 1.05-1.14, p=0.0000) por cada 10 ppb que se incremente este contaminante en cada zona, el cual se mantiene asociado con seis días previos de exposición, manteniéndose la misma durante la temporada seca y desapareciendo la asociación en la zona Noreste durante la temporada húmeda **(Tabla 29)**.

El dióxido de nitrógeno está asociado con un incremento del 4.83% (RR= 1.0483, IC95% 1.01-1.09, p=0.0230) en las hospitalizaciones por ERA por cada 10 ppb que se aumenten las cifras de este contaminante en la zona Centro con dos días de retraso y con incremento de 7.77% (RR= 1.0777, IC95% 1.03-1.12, p=0.0000) en la zona Noreste con un día de retraso. Para el resto de las zonas y para hospitalizaciones por Asma no hay asociación **(Tabla 27).**

En la temporada seca se mantiene el incremento de las hospitalizaciones por ERB en las zonas ya descritas cuando no hay diferencia de temporada y se añade la asociación en la zona Suroeste con tres días previos de exposición con un incremento asociado en hospitalizaciones de 4.87% (RR= 1.0487, IC95% 1.00-1.10, p=0.0350) y de 8.65% (RR= 1.0865, IC95% 1.04-1.14, p=0.0000) para los seis días previos. En la misma temporada seca la asociación de este contaminante con hospitalizaciones por ERA se da en las zonas Sureste y Suroeste con un incremento entre 9.48% (RR= 1.0948, IC95% 1.00-1.19, p=0.0380) y 13.78% (RR= 1.1378, IC95% 1.01-1.28, p=0.0340) atribuido por cada 10 ppb que aumenten las cifras en la atmósfera de este contaminante. Por su parte las hospitalizaciones por Asma en menores de 5 años se presentan el mismo día de exposición en su mayoría en las zonas Centro, Noreste y Noroeste con un incremento de 17.8% (RR= 1.1779, IC95% 1.07-1.30, p=0.0010), 18.3% (RR= 1.1830, IC95% 1.08-1.30, p=0.0000) y 10.4% (RR= 1.1040, IC95% 1.01-1.20, p=0.0220) respectivamente, y en esta última zona la asociación está presente hasta con seis días previos de exposición con un incremento de 5.97% (RR= 1.0597, IC95% 1.00-1.12, p=0.0440) en las hospitalizaciones por asma **(Tabla 28).**

Durante la temporada húmeda las zonas del sur no mostraron asociación con ninguna de las tres clasificaciones de causa respiratoria que se estudiaron. Las concentraciones de NO_2 se asocian con un incremento de hasta 17% (RR=1.1709, IC95% 1.075-1.28, p=0.0000) en las hospitalizaciones por ERB en la zona Centro y de 28.37% (RR= 1.2837, IC95% 1.16-1.42, p=0.0000) en la zona Noroeste por cada 10 ppb que se incremente en la atmósfera este contaminante **(Tabla 29).**

Las hospitalizaciones por ERA sólo estuvieron asociadas con este contaminante en las zonas del Norte del Valle de México al igual que las hospitalizaciones por asma que muestran un incremento superior al 30% por cada 10 ppb de NO_2 en la atmósfera.

Tabla 27 Relación dióxido de nitrógeno y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011.

Modelo NO_2	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *, **	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS							
Mismo día	1.0475(1.03-1.06)	0.0000**	1.1484(1.10-1.19)	0.0000**	1.0897(1.05-1.14)	0.0000**	1.0942(1.06-1.13)	0.0000**	0.9631(0.93-1.00)	0.0630	1.0086(0.98-1.04)	0.5840
1 día previo	1.0180(1.00-1.03)	0.0080*	1.0945(1.06-1.13)	0.0000**	1.0781(1.04-1.11)	0.0000**	1.0643(1.04-1.09)	0.0000**	0.9566(0.93-0.99)	0.0070	1.0000(1.00-1.00)	0.1670
2 días previos	1.0173(1.00-1.03)	0.0070*	1.0938(1.06-1.13)	0.0000**	1.0733(1.04-1.11)	0.0000**	1.0614(1.04-1.09)	0.0000**	0.9856(0.96-1.02)	0.3500	0.9816(0.93-1.03)	0.4630
3 días previos	1.0159(1.00-1.03)	0.0130*	1.0863(1.05-1.12)	0.0000**	1.0389(1.01-1.07)	0.0190*	1.0453(1.02-1.07)	0.0000**	1.0048(0.98-1.04)	0.7550	1.0001(1.00-1.00)	0.0000
4 días previos	1.0137(1.00-1.03)	0.0330*	1.0898(1.06-1.12)	0.0000**	1.0259(0.99-1.06)	0.1160	1.0319(1.01-1.06)	0.0120*	1.0247(0.99-1.06)	0.1140	0.9758(0.94-1.02)	0.2620
5 días previos	1.0128(1.00-1.03)	0.0460*	1.0964(1.06-1.13)	0.0000**	1.0548(1.02-1.09)	0.0010**	1.0353(1.01-1.06)	0.0060*	1.0030(0.97-1.03)	0.8480	1.0000(1.00-1.00)	0.0010
6 días previos	1.0229(1.01-1.04)	0.0000**	1.1055(1.07-1.14)	0.0000**	1.0426(1.01-1.08)	0.0100*	1.0546(1.03-1.08)	0.0000**	1.0000(1.00-1.00)	0.1660	0.9821(0.94-1.02)	0.3890
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS							
Mismo día	0.9254(0.90-0.96)	0.0000	0.9821(0.94-1.02)	0.3890	1.0000(1.00-1.00)	0.0790	0.9195(0.85-0.99)	0.0250	0.9920(0.92-1.07)	0.8270	1.0000(1.00-1.00)	0.0090
1 día previo	0.8869(0.86-0.91)	0.0000	1.0001(1.00-1.00)	0.0000	1.0777(1.03-1.12)	0.0000**	0.9195(0.85-0.99)	0.0250	1.0000(1.00-1.00)	0.6450	0.9715(0.91-1.03)	0.3490
2 días previos	0.8842(0.86-0.91)	0.0000	1.0483(1.01-1.09)	0.0230*	1.0000(1.00-1.00)	0.0000	1.0000(1.00-1.00)	0.0340	1.0352(0.96-1.11)	0.3460	0.9715(0.91-1.03)	0.3490
3 días previos	0.8774(0.85-0.90)	0.0000	1.0001(1.00-1.00)	0.0000	0.9767(0.89-1.07)	0.6080	0.9240(0.86-0.99)	0.0330	1.0000(1.00-1.00)	0.5940	1.0000(1.00-1.00)	0.3520
4 días previos	0.8767(0.85-0.90)	0.0000	1.0455(1.00-1.09)	0.0320*	1.0000(1.00-1.00)	0.3110	1.0000(1.00-1.00)	0.0420	0.9626(0.89-1.04)	0.3350	0.9884(0.93-1.05)	0.7020
5 días previos	0.8944(0.87-0.92)	0.0000	1.0000(1.00-1.00)	0.0000	0.9610(0.89-1.04)	0.3020	0.9379(0.87-1.01)	0.0820	1.0000(1.00-1.00)	0.3650	1.0000(1.00-1.00)	0.1570
6 días previos	0.9150(0.89-0.94)	0.0000	1.0095(0.97-1.05)	0.6510	1.0000(1.00-1.00)	0.2270	1.0000(1.00-1.00)	0.0420	0.9453(0.89-1.01)	0.0840	0.9756(0.92-1.04)	0.4170
					ASMA Y ESTADO ASMÁTICO							
Mismo día	1.0722(1.04-1.11)	0.0000**	1.0000(1.00-1.00)	0.0960	0.9730(0.92-1.03)	0.3410	0.9663(0.92-1.02)	0.1980	1.0000(1.00-1.00)	0.2750	1.0000(1.00-1.00)	0.3790
1 día previo	0.9763(0.95-1.00)	0.0960	0.9882(0.93-1.05)	0.6950	1.0000(1.00-1.00)	0.8590	1.0000(1.00-1.00)	0.6640	1.0270(0.95-1.11)	0.4870	1.0199(0.95-1.09)	0.5870
2 días previos	0.9385(0.91-0.96)	0.0000	1.0000(1.00-1.00)	0.2630	0.9610(0.91-1.01)	0.1420	0.9747(0.93-1.03)	0.3340	1.0000(1.00-1.00)	0.5130	1.0000(1.00-1.00)	0.8100
3 días previos	0.9273(0.90-0.95)	0.0000	1.0015(0.94-1.06)	0.9620	0.9610(0.91-1.01)	0.1420	1.0000(1.00-1.00)	0.9680	1.0675(0.99-1.15)	0.0770	1.0691(1.00-1.15)	0.0640
4 días previos	0.9362(0.91-0.96)	0.0000	1.0000(1.00-1.00)	0.8100	1.0000(1.00-1.00)	0.6430	0.9924(0.94-1.05)	0.7730	1.0675(0.99-1.15)	0.0770	1.0000(1.00-1.00)	0.2170
5 días previos	0.9460(0.92-0.97)	0.0000	1.0396(0.97-1.12)	0.3050	0.9654(0.92-1.02)	0.1870	1.0000(1.00-1.00)	0.6120	1.0000(1.00-1.00)	0.9400	1.0702(1.00-1.15)	0.0600
6 días previos	0.9677(0.94-0.99)	0.0160	1.0000(1.00-1.00)	0.5250	1.0000(1.00-1.00)	0.9220	1.0574(0.97-1.15)	0.2070	1.0069(0.94-1.08)	0.8510	1.0000(1.00-1.00)	0.3870

* Significativo $p < 0.05$

** Altamente significativo $p < 0.001$

& Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de NO_2

Tabla 28 Relación de dióxido de nitrógeno y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca+, 2004-2011.

Modelo NO2	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p< *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS											
Mismo día	1.0355(1.02-1.05)	0.0000**	1.1325(1.08-1.18)	0.0000**	1.0918(1.04-1.14)	0.0000**	1.0563(1.01-1.10)	0.0070*	0.9818(0.94-1.03)	0.4040	0.9703(0.92-1.02)	0.2750
1 día previo	1.0164(1.00-1.03)	0.0250*	1.0741(1.04-1.11)	0.0000**	1.0819(1.04-1.12)	0.0000**	1.0626(1.03-1.09)	0.0000**	0.9749(0.94-1.01)	0.1490	0.9668(0.92-1.01)	0.1530
2 días previos	1.0184(1.00-1.03)	0.0080*	1.0800(1.05-1.12)	0.0000**	1.0779(1.04-1.12)	0.0000**	1.0592(1.03-1.09)	0.0000**	1.0042(0.97-1.04)	0.8020	0.9806(0.94-1.03)	0.3890
3 días previos	1.0135(1.00-1.03)	0.0530	1.0731(1.04-1.11)	0.0000**	1.0381(1.00-1.07)	0.0330*	1.0338(1.01-1.06)	0.0140*	1.0193(0.99-1.05)	0.2400	1.0487(1.00-1.10)	0.0350*
4 días previos	1.0108(1.00-1.02)	0.1210	1.0873(1.05-1.12)	0.0000**	1.0210(0.99-1.06)	0.2380	1.0217(0.99-1.05)	0.1150	1.0322(1.00-1.07)	0.0540	1.0418(1.00-1.09)	0.0720
5 días previos	1.0144(1.00-1.03)	0.0390*	1.0991(1.06-1.14)	0.0000**	1.0601(1.02-1.10)	0.0010**	1.0262(1.00-1.05)	0.0570	1.0195(0.99-1.05)	0.2450	1.0095(0.97-1.06)	0.6790
6 días previos	1.0242(1.01-1.04)	0.0010**	1.1118(1.08-1.15)	0.0000**	1.0487(1.01-1.09)	0.0070*	1.0400(1.01-1.07)	0.0040*	1.0221(0.99-1.06)	0.1900	1.0865(1.04-1.14)	0.0000**
	ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS											
Mismo día	0.9266(0.89-0.96)	0.0000	0.9823(0.88-1.10)	0.7490	0.8775(0.80-0.96)	0.0070	1.0282(0.94-1.12)	0.5370	1.0879(0.98-1.21)	0.1240	1.0170(0.88-1.18)	0.8190
1 día previo	0.8957(0.87-0.93)	0.0000	0.9764(0.89-1.07)	0.6000	0.8913(0.83-0.96)	0.0030	0.9665(0.91-1.03)	0.3060	1.0301(0.94-1.13)	0.5160	0.9229(0.81-1.05)	0.2150
2 días previos	0.9045(0.88-0.93)	0.0000	0.9526(0.87-1.04)	0.2700	0.9456(0.88-1.02)	0.1330	0.9541(0.90-1.02)	0.1380	1.0948(1.00-1.19)	0.0380*	0.9371(0.83-1.06)	0.2970
3 días previos	0.8987(0.87-0.93)	0.0000	0.9762(0.90-1.06)	0.5820	0.9577(0.89-1.03)	0.2430	0.9480(0.89-1.01)	0.0890	1.0399(0.96-1.13)	0.3650	0.9275(0.82-1.05)	0.2300
4 días previos	0.8933(0.86-0.92)	0.0000	0.9456(0.87-1.03)	0.2030	0.9703(0.90-1.04)	0.4130	0.9608(0.90-1.02)	0.2020	1.0297(0.95-1.12)	0.4970	0.8543(0.75-0.97)	0.0130
5 días previos	0.9154(0.89-0.95)	0.0000	0.9869(0.91-1.07)	0.7620	0.9931(0.92-1.07)	0.8510	0.9599(0.90-1.02)	0.1880	1.0944(1.01-1.19)	0.0350*	0.9251(0.82-1.05)	0.2140
6 días previos	0.9240(0.89-0.95)	0.0000	1.0084(0.93-1.10)	0.8480	0.9746(0.91-1.05)	0.4830	0.9578(0.90-1.02)	0.1650	1.0803(0.99-1.18)	0.0740	1.1378(1.01-1.28)	0.0340*
	ASMA Y ESTADO ASMÁTICO											
Mismo día	1.0758(1.03-1.12)	0.0000**	1.1779(1.07-1.30)	0.0010**	1.1830(1.08-1.30)	0.0000**	1.1040(1.01-1.20)	0.0220*	0.9581(0.83-1.10)	0.5540	0.9658(0.83-1.12)	0.6430
1 día previo	0.9769(0.94-1.01)	0.1720	1.0918(1.01-1.18)	0.0240*	0.9328(0.86-1.01)	0.0790	1.0626(1.00-1.13)	0.0480*	0.8936(0.80-1.00)	0.0590	0.9416(0.83-1.07)	0.3460
2 días previos	0.9436(0.91-0.97)	0.0000	1.0498(0.98-1.13)	0.1960	0.9511(0.88-1.02)	0.1870	0.9896(0.93-1.05)	0.7220	0.9171(0.82-1.02)	0.1240	0.9104(0.81-1.03)	0.1310
3 días previos	0.9390(0.91-0.97)	0.0000	0.9944(0.92-1.07)	0.8830	0.9838(0.91-1.06)	0.6640	0.9720(0.92-1.03)	0.3350	1.0149(0.91-1.13)	0.7880	0.8912(0.79-1.01)	0.0660
4 días previos	0.9415(0.91-0.97)	0.0000	0.9910(0.92-1.07)	0.8120	0.9740(0.90-1.05)	0.4830	0.9873(0.93-1.05)	0.6630	0.9443(0.85-1.05)	0.3000	0.9670(0.86-1.09)	0.5870
5 días previos	0.9519(0.92-0.98)	0.0030	0.9972(0.93-1.07)	0.9420	0.9542(0.89-1.03)	0.2110	1.0434(0.99-1.10)	0.1410	0.9192(0.82-1.03)	0.1320	0.9403(0.83-1.06)	0.3220
6 días previos	0.9795(0.95-1.01)	0.2030	1.0250(0.95-1.10)	0.5170	0.9961(0.93-1.07)	0.9160	1.0597(1.00-1.12)	0.0440*	0.9663(0.87-1.08)	0.5370*	1.0453(0.93-1.18)	0.4680

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de NO_2

+ La temporada seca corresponde a los meses de enero a mayo, noviembre y diciembre

Tabla 29 Relación de dióxido de nitrógeno y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda+, 2004-2011.

Modelo NO2	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS							
Mismo día	1.0509(1.01-1.09)	0.0170*	1.1480(1.03-1.27)	0.0100*	1.0435(0.93-1.17)	0.4630	1.2837(1.16-1.42)	0.0000**	0.8373(0.75-0.94)	0.0020	1.0920(0.95-1.25)	0.2010
1 día previo	0.9935(0.96-1.03)	0.7260	1.1709(1.07-1.28)	0.0000**	1.0701(0.97-1.17)	0.1540	1.0587(0.98-1.14)	0.1520	0.8118(0.74-0.90)	0.0000	1.0328(0.92-1.16)	0.5810
2 días previos	0.9670(0.93-1.00)	0.0570	1.1287(1.04-1.23)	0.0040*	1.0497(0.96-1.15)	0.2750	1.0416(0.97-1.12)	0.2620	0.8097(0.74-0.89)	0.0000	0.9724(0.87-1.09)	0.6190
3 días previos	0.9791(0.95-1.01)	0.2190	1.0966(1.01-1.19)	0.0280*	1.0308(0.95-1.12)	0.4860	1.0717(1.00-1.15)	0.0450*	0.8656(0.79-0.95)	0.0030	1.0318(0.93-1.15)	0.5690
4 días previos	0.9798(0.95-1.01)	0.2270	1.0246(0.94-1.11)	0.5610	1.0356(0.95-1.13)	0.4180	1.0512(0.98-1.12)	0.1450	0.9588(0.87-1.05)	0.3830	1.0473(0.94-1.17)	0.3960
5 días previos	0.9657(0.93-1.00)	0.0430	1.0314(0.95-1.12)	0.4760	1.0109(0.93-1.10)	0.8050	1.0879(1.01-1.17)	0.0170*	0.8773(0.80-0.96)	0.0060	0.9835(0.88-1.10)	0.7640
6 días previos	0.9975(0.96-1.03)	0.8860	1.0626(0.97-1.16)	0.1700	1.0046(0.92-1.10)	0.9180	1.1961(1.11-1.28)	0.0000**	0.9366(0.85-1.03)	0.1710	1.0168(0.91-1.14)	0.7680
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS							
Mismo día	0.9202(0.87-0.98)	0.0060	0.9600(0.82-1.13)	0.6250	1.1677(1.02-1.34)	0.0250*	1.0986(0.95-1.27)	0.2150	1.0039(0.86-1.17)	0.9600	0.9631(0.76-1.23)	0.7620
1 día previo	0.8646(0.82-0.91)	0.0000	0.9158(0.79-1.06)	0.2320	1.0766(0.96-1.21)	0.2080	1.0034(0.90-1.12)	0.9540	1.0144(0.88-1.17)	0.8430	0.8139(0.65-1.02)	0.0700
2 días previos	0.8338(0.79-0.88)	0.0000	0.8289(0.72-0.95)	0.0090	1.0387(0.93-1.16)	0.4920	0.9878(0.89-1.10)	0.8180	0.9962(0.87-1.14)	0.9570	0.9004(0.73-1.12)	0.3410
3 días previos	0.8248(0.78-0.87)	0.0000	0.7906(0.69-0.91)	0.0010	1.0690(0.96-1.19)	0.2180	1.0185(0.92-1.13)	0.7230	0.9206(0.80-1.06)	0.2350	0.8329(0.67-1.03)	0.0960
4 días previos	0.8348(0.79-0.88)	0.0000	0.9086(0.79-1.04)	0.1710	0.9987(0.90-1.11)	0.9800	0.9839(0.89-1.09)	0.7540	0.9913(0.87-1.13)	0.8990	0.9563(0.78-1.18)	0.6770
5 días previos	0.8418(0.80-0.89)	0.0000	0.9975(0.87-1.14)	0.9710	0.9897(0.89-1.10)	0.8510	1.0222(0.92-1.13)	0.6720	1.0038(0.88-1.15)	0.9560	0.8195(0.66-1.02)	0.0700
6 días previos	0.8886(0.85-0.93)	0.0000	1.1034(0.96-1.26)	0.1580	1.0808(0.97-1.20)	0.1540	1.1092(1.00-1.23)	0.0470*	1.0452(0.91-1.20)	0.5230	0.8416(0.68-1.04)	0.1180
					ASMA Y ESTADO ASMÁTICO							
Mismo día	1.0684(1.01-1.13)	0.0300*	1.0654(0.92-1.24)	0.4140	1.3064(1.13-1.51)	0.0000**	1.3628(1.18-1.57)	0.0000**	0.8234(0.68-1.00)	0.0510	1.2239(0.98-1.52)	0.0690
1 día previo	0.9688(0.92-1.02)	0.2480	0.9535(0.84-1.09)	0.4780	1.2383(1.10-1.40)	0.0010**	1.1480(1.03-1.28)	0.0120*	0.8995(0.75-1.07)	0.2410	0.9772(0.81-1.18)	0.8140
2 días previos	0.9138(0.87-0.96)	0.0010	0.9882(0.87-1.12)	0.8530	1.1776(1.05-1.32)	0.0050*	1.0091(0.91-1.12)	0.8610	0.9237(0.78-1.10)	0.3690	0.9342(0.78-1.13)	0.4740
3 días previos	0.8855(0.84-0.93)	0.0000	0.9383(0.83-1.06)	0.3180	1.1136(1.00-1.25)	0.0600	1.0103(0.92-1.11)	0.8370	0.8141(0.69-0.97)	0.0180	1.0366(0.87-1.24)	0.6960
4 días previos	0.9104(0.87-0.96)	0.0000	0.9509(0.84-1.08)	0.4260	1.1065(0.99-1.24)	0.0760	1.0790(0.98-1.19)	0.1210	0.8562(0.72-1.01)	0.0730	1.1339(0.95-1.35)	0.1650
5 días previos	0.9215(0.88-0.97)	0.0010	1.0378(0.92-1.17)	0.5570	1.0221(0.91-1.15)	0.7070	1.1525(1.05-1.27)	0.0040*	0.8925(0.75-1.06)	0.1870	1.0945(0.92-1.31)	0.3200
6 días previos	0.9342(0.89-0.98)	0.0090	1.1113(0.98-1.26)	0.0970	1.0605(0.95-1.19)	0.3130	1.1761(1.07-1.30)	0.0010**	0.8226(0.69-0.98)	0.0250	1.1603(0.97-1.39)	0.1050

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de NO_2

+ La temporada húmeda corresponde a los meses de junio a octubre

7.5.4 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

En toda la ZMVM se muestra una asociación del incremento de las hospitalizaciones por causa respiratoria con el incremento de este contaminante. Se relacionan incrementos entre el 11.4% (RR= 1.1143, IC95% 1.10-1.13, p=0.0000) y el 15.2% (RR= 1.1516, IC95% 1.13-1.17, p=0.0000) en las hospitalizaciones por ERB, entre 17.3% (RR= 1.1733, IC95% 1.61-1.19, p=0.0000) y 6.1% (RR= 1.0607, IC95% 1.02-1.10, p=0.0000) de incremento en hospitalizaciones por ERA y de entre 5.1% (RR= 1.0510, IC95% 1.01-1.09, p=0.0060) y 11.9% (RR= 1.1193, IC95% 1.08-1.16, p=0.0000) en el incremento de hospitalizaciones por Asma en menores de 5 años por cada 10 ppb que aumenten los niveles de dióxido de azufre en la ZMVM. Al clasificar por cada zona en que se divide la ZMVM se obtiene una asociación con este contaminante para hospitalizaciones por ERB hasta con 2 días previos al ingreso mostrando un incremento en hospitalizaciones cuando hay más días de exposición en la zona Centro de 5.73% (RR= 1.0573, IC95% 1.01-1.10, p=0.0090) a 11.95% (RR= 1.1195, IC95% 1.08-1.17, p=0.0000), la asociación está presente en la zona Noreste desde el primer día de la exposición con 4.58% (RR= 1.0458, IC95% 1.01-1.08, p=0.0150) el cual aumenta a los seis días previos de exposición con una asociación reflejada en el incremento de 12.14% (RR= 1.1214, IC95% 1.08-1.16, p=0.0000) en las hospitalizaciones por ERB debido a este contaminante. Las zonas del Sur del Valle de México presentan una asociación entre el 6.43% (RR= 1.0643, IC95% 1.01-1.12, p=0.0270) y el 11.63% (RR= 1.1163, IC95% 1.04-1.19, p=0.0010) en el incremento de las hospitalizaciones en menores de 5 años debido a cada 10 ppb que se incremente este contaminante. El incremento de las hospitalizaciones por ERA y Asma asociadas a concentraciones de dióxido de azufre se observa en las zonas Centro y Suroeste del Valle de México, con un incremento de las hospitalizaciones entre 9.16% (RR= 1.0916, IC95% 1.00-1.19, p=0.0380) y 17.35% (RR= 1.1735, IC95% 1.01-1.36, p=0.0360) por cada 10 ppb que se incrementen las concentraciones de dióxido de azufre **(Tabla 30)**.

Durante la temporada seca la asociación con hospitalizaciones por ERB y ERA es similar a la ya descrita, mostrando diferencia respecto a las hospitalizaciones por Asma ya que éstas muestran un incremento de 10.34% (RR= 1.1034, IC95% 1.01-1.21, p=0.0350) en la zona Centro con cinco días previos de exposición y en la zona Noroeste un incremento de hospitalizaciones del 6.71% (RR= 1.10671, IC95% 1.01-1.13, p=0.0220) con dos días previos de exposición **(Tabla 31)**. En los meses de junio a octubre que corresponden a la temporada húmeda, las concentraciones de SO_2 muestran asociación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en las zonas Centro, Noreste, Noroeste y Suroeste con incremento mayor de las hospitalizaciones por ERB, especialmente en la zona Suroeste que muestra un incremento con dos días previos de exposición de 36.4% (RR= 1.3640, IC95% 1.15-1.61, p=0.0000) en las hospitalizaciones por cada 10 ppb que incremente este contaminante atmosférico. Las hospitalizaciones por Asma durante la temporada húmeda se incrementan por concentraciones de SO_2 en la zona Centro en un 23.51% (RR= 1.2351, IC95% 1.02-1.49, p=0.0270), en la zona Noreste en un 21.03% (RR= 1.2103, IC95% 1.03-1.43, p=0.0230) y de 47.43% (RR= 1.4743, IC95% 1.13-1.92, p=0.0040) en la zona Suroeste. Las zonas Noroeste y Sureste no mostraron asociación **(Tabla 32)**.

Tabla 30 Relación de dióxido de azufre y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011.

Modelo SO_2	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS							
Mismo día	1.1143(1.10-1.13)	0.0000**	1.0169(0.97-1.06)	0.4610	1.0458(1.01-1.08)	0.0150*	0.9943(0.97-1.02)	0.6700	1.0168(0.96-1.08)	0.5760	1.1123(1.04-1.19)	0.003*0
1 día previo	1.1026(1.08-1.12)	0.0000**	1.0266(0.98-1.07)	0.2310	1.0415(1.00-1.08)	0.0260*	1.0113(0.99-1.04)	0.3900	0.9895(0.93-1.05)	0.7200	0.9915(0.92-1.07)	0.8170
2 días previos	1.1006(1.08-1.12)	0.0000**	1.0573(1.01-1.10)	0.0090*	1.0449(1.01-1.08)	0.0160*	0.9996(0.97-1.03)	0.9770	0.9741(0.92-1.03)	0.3750	1.0708(1.00-1.15)	0.0510
3 días previos	1.1006(1.08-1.12)	0.0000**	1.0637(1.02-1.11)	0.0040*	1.0828(1.05-1.12)	0.0000**	1.0142(0.99-1.04)	0.2730	1.0486(0.99-1.11)	0.0960	1.1163(1.04-1.19)	0.0010**
4 días previos	1.1219(1.10-1.14)	0.0000**	1.1023(1.06-1.15)	0.0000**	1.0815(1.04-1.12)	0.0000**	1.0280(1.00-1.05)	0.0290*	1.0702(1.01-1.13)	0.0160*	1.0769(1.01-1.15)	0.0340*
5 días previos	1.1335(1.12-1.15)	0.0000**	1.0912(1.05-1.14)	0.0000**	1.0675(1.03-1.11)	0.0000**	1.0804(1.06-1.11)	0.0000**	1.0321(0.98-1.09)	0.2730	1.0978(1.03-1.18)	0.0070*
6 días previos	1.1516(1.13-1.17)	0.0000**	1.1195(1.08-1.17)	0.0000**	1.1214(1.08-1.16)	0.0000**	1.0871(1.06-1.11)	0.0000**	1.0643(1.01-1.12)	0.0270*	1.0846(1.01-1.16)	0.0200*
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS							
Mismo día	1.1733(1.16-1.19)	0.0000**	1.0720(0.96-1.19)	0.2010	0.9726(0.90-1.05)	0.4590	0.9692(0.92-1.03)	0.2830	0.8849(0.76-1.03)	0.1080	1.2273(1.06-1.42)	0.0070*
1 día previo	1.0781(1.04-1.12)	0.0000**	1.0362(0.93-1.15)	0.5100	0.9356(0.87-1.01)	0.0800	0.9474(0.90-1.00)	0.0610	0.9058(0.78-1.05)	0.1800	1.1376(0.97-1.33)	0.1050
2 días previos	1.0432(1.01-1.08)	0.0230*	0.9888(0.89-1.10)	0.8380	0.9186(0.85-0.99)	0.0270	0.9928(0.94-1.05)	0.7920	0.9942(0.87-1.14)	0.9330	1.1953(1.03-1.39)	0.0180*
3 días previos	1.0585(1.02-1.10)	0.0020*	1.0622(0.96-1.18)	0.2500	0.8712(0.81-0.94)	0.0010	1.0147(0.96-1.07)	0.5840	0.8877(0.77-1.03)	0.1060	1.1249(0.96-1.31)	0.1320
4 días previos	1.0585(1.02-1.10)	0.0020*	1.0272(0.92-1.14)	0.6170	0.9702(0.90-1.04)	0.4070	0.9921(0.94-1.05)	0.7710	0.9679(0.84-1.11)	0.6400	1.0041(0.85-1.18)	0.9610
5 días previos	1.0502(1.01-1.09)	0.0070*	1.0855(0.98-1.20)	0.1070	0.9156(0.85-0.99)	0.0210	0.9939(0.94-1.05)	0.8200	0.9103(0.79-1.05)	0.1950	0.9535(0.80-1.13)	0.5820
6 días previos	1.0607(1.02-1.10)	0.0000**	1.1434(1.04-1.26)	0.0060*	0.9666(0.90-1.04)	0.3520	0.9792(0.93-1.03)	0.4390	0.8820(0.76-1.02)	0.0900	1.1844(1.02-1.37)	0.0250*
					ASMA Y ESTADO ASMÁTICO							
Mismo día	1.0510(1.01-1.09)	0.0060*	0.9991(0.91-1.09)	0.9840	0.9836(0.91-1.06)	0.6660	0.9777(0.93-1.03)	0.4060	1.0096(0.85-1.20)	0.9130	1.0447(0.89-1.23)	0.6040
1 día previo	1.0756(1.04-1.11)	0.0000**	1.1092(1.02-1.20)	0.0140*	0.9457(0.88-1.02)	0.1570	1.0238(0.97-1.08)	0.3620	0.9393(0.79-1.12)	0.4880	0.9497(0.80-1.13)	0.5610
2 días previos	1.1357(1.10-1.17)	0.0000**	1.0622(0.98-1.16)	0.1630	0.9884(0.92-1.06)	0.7580	1.0368(0.99-1.09)	0.1540	0.9315(0.78-1.11)	0.4320	0.9982(0.84-1.18)	0.9830
3 días previos	1.1482(1.11-1.19)	0.0000**	1.0181(0.93-1.11)	0.6890	0.9999(0.93-1.08)	0.9990	0.9917(0.94-1.04)	0.7490	1.0320(0.87-1.22)	0.7100	1.0279(0.87-1.21)	0.7420
4 días previos	1.1485(1.11-1.19)	0.0000**	1.0916(1.00-1.19)	0.0380*	0.9621(0.89-1.04)	0.3160	1.0164(0.97-1.07)	0.5240	1.0884(0.93-1.28)	0.2980	1.0350(0.88-1.22)	0.6800
5 días previos	1.1485(1.11-1.19)	0.0000**	1.0837(1.00-1.18)	0.0590	0.9687(0.90-1.04)	0.4090	1.0331(0.98-1.09)	0.1940	0.8527(0.71-1.03)	0.0960	1.1735(1.01-1.36)	0.0360*
6 días previos	1.1193(1.08-1.16)	0.0000**	1.0652(0.98-1.16)	0.1440	0.9015(0.83-0.98)	0.0110	1.0445(1.00-1.10)	0.0790	1.0478(0.89-1.23)	0.5770	1.1407(0.98-1.33)	0.0940

* Significativo p < 0.05

** Altamente significativo p <0.001

& Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de SO_2

Tabla 31 Relación de dióxido de azufre y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca+, 2004-2011.

Modelo SO2	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	1.1091(1.09-1.13)	0.0000**	1.0199(0.97-1.07)	0.4110	1.0362(1.00-1.08)	0.0680	1.0091(0.98-1.04)	0.5310	1.0174(0.96-1.08)	0.5830	1.1020(1.02-1.19)	0.0130*
1 día previo	1.0941(1.08-1.11)	0.0000**	1.0100(0.96-1.06)	0.6690	1.0416(1.00-1.08)	0.0320*	1.0140(0.99-1.04)	0.3210	0.9981(0.94-1.06)	0.9500	0.9405(0.87-1.02)	0.1380
2 días previos	1.0976(1.08-1.12)	0.0000**	1.0458(1.00-1.09)	0.0470*	1.0514(1.01-1.09)	0.0080*	1.0083(0.98-1.04)	0.5500	0.9788(0.92-1.04)	0.4920	1.0197(0.95-1.10)	0.6160
3 días previos	1.1161(1.10-1.14)	0.0000**	1.0477(1.00-1.10)	0.0400*	1.0795(1.04-1.12)	0.0000**	1.0181(0.99-1.05)	0.1880	1.0432(0.98-1.11)	0.1600	1.1021(1.02-1.19)	0.0090*
4 días previos	1.1246(1.11-1.14)	0.0000**	1.0897(1.04-1.14)	0.0000**	1.0727(1.03-1.11)	0.0000**	1.0242(1.00-1.05)	0.0790	1.0749(1.01-1.14)	0.0140*	1.0631(0.99-1.15)	0.1060
5 días previos	1.1400(1.12-1.16)	0.0000**	1.0920(1.05-1.14)	0.0000**	1.0473(1.01-1.09)	0.0160*	1.0776(1.05-1.11)	0.0000**	1.0295(0.97-1.09)	0.3400	1.0815(1.00-1.17)	0.0390*
6 días previos	1.1623(1.14-1.18)	0.0000**	1.1114(1.07-1.16)	0.0000**	1.1005(1.06-1.14)	0.0000**	1.0861(1.06-1.11)	0.0000**	1.0694(1.01-1.13)	0.0230*	1.0775(1.00-1.16)	0.0480*
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	1.0654(1.02-1.11)	0.0030*	1.1018(0.98-1.24)	0.1110	0.9582(0.88-1.04)	0.3150	0.9612(0.90-1.03)	0.2550	0.9026(0.76-1.07)	0.2390	1.1821(0.99-1.41)	0.0600
1 día previo	1.0257(0.98-1.07)	0.2380	1.0558(0.94-1.19)	0.3690	0.9123(0.84-0.99)	0.0340	0.9266(0.87-0.99)	0.0270	0.8868(0.75-1.05)	0.1590	1.1557(0.97-1.38)	0.1060
2 días previos	1.0539(1.01-1.10)	0.0110*	0.9763(0.86-1.10)	0.7030	0.8931(0.82-0.97)	0.0100	0.9962(0.94-1.06)	0.9040	1.0236(0.88-1.19)	0.7600	1.2644(1.08-1.48)	0.0040*
3 días previos	1.0529(1.01-1.10)	0.0120*	1.0729(0.96-1.20)	0.2270	0.8729(0.80-0.95)	0.0020	1.0201(0.96-1.08)	0.5130	0.8643(0.73-1.02)	0.0870	1.1686(0.99-1.38)	0.0680
4 días previos	1.0598(1.02-1.10)	0.0040*	1.0524(0.94-1.18)	0.3860	0.9712(0.90-1.05)	0.4700	0.9939(0.94-1.06)	0.8450	0.9498(0.81-1.11)	0.5180	0.9428(0.78-1.14)	0.5480
5 días previos	1.0560(1.01-1.10)	0.0080*	1.0846(0.97-1.21)	0.1540	0.9289(0.86-1.01)	0.0800	1.0074(0.95-1.07)	0.8090	0.9150(0.78-1.07)	0.2770	0.9294(0.77-1.13)	0.4560
6 días previos	1.0577(1.02-1.10)	0.0060*	1.0962(0.98-1.22)	0.1050	0.9719(0.90-1.05)	0.4810	0.9692(0.91-1.03)	0.3210	0.8769(0.74-1.04)	0.1210	1.0968(0.92-1.30)	0.2960
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	1.1131(1.07-1.16)	0.0000**	1.0022(0.90-1.11)	0.9660	0.9385(0.86-1.02)	0.1530	0.9768(0.92-1.04)	0.4630	1.0289(0.85-1.25)	0.7710	0.9848(0.81-1.20)	0.8790
1 día previo	1.1423(1.10-1.19)	0.0000**	1.0945(1.00-1.20)	0.0590	0.9561(0.88-1.04)	0.3020	1.0336(0.98-1.10)	0.2660	0.8845(0.72-1.09)	0.2550	0.9462(0.77-1.16)	0.5960
2 días previos	1.1565(1.11-1.20)	0.0000**	1.0641(0.97-1.17)	0.1980	0.9950(0.92-1.08)	0.9040	1.0671(1.01-1.13)	0.0220*	0.8988(0.73-1.11)	0.3150	0.9604(0.79-1.17)	0.6910
3 días previos	1.1314(1.09-1.17)	0.0000**	1.0607(0.97-1.17)	0.2210	0.9857(0.91-1.07)	0.7310	1.0089(0.95-1.07)	0.7630	1.1244(0.94-1.34)	0.1930	1.0174(0.84-1.23)	0.8590
4 días previos	1.1403(1.10-1.18)	0.0000**	1.0934(1.00-1.20)	0.0560	0.9730(0.90-1.06)	0.5190	1.0269(0.97-1.09)	0.3630	1.0914(0.91-1.31)	0.3400	0.9782(0.80-1.19)	0.8250
5 días previos	1.1373(1.10-1.18)	0.0000**	1.1034(1.01-1.21)	0.0350*	0.9679(0.89-1.05)	0.4450	1.0356(0.98-1.10)	0.2230	0.8421(0.68-1.05)	0.1210	1.0141(0.84-1.22)	0.8820
6 días previos	1.1477(1.11-1.19)	0.0000**	1.0975(1.00-1.20)	0.0470*	0.8940(0.82-0.98)	0.0150	1.0635(1.01-1.12)	0.0280*	1.1087(0.93-1.33)	0.2570	1.0894(0.91-1.31)	0.3540

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de SO_2

+ La temporada seca corresponde a los meses de enero a mayo, noviembre y diciembre

Tabla 32 Relación de dióxido de azufre y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda+, 2004-2011.

Modelo SO2	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS							
Mismo día	1.1950(1.14-1.26)	0.0000**	0.9798(0.85-1.13)	0.7740	1.1874(1.05-1.34)	0.0060*	1.0150(0.94-1.10)	0.7010	0.9375(0.76-1.16)	0.5500	1.1544(0.96-1.38)	0.1190
1 día previo	1.2024(1.14-1.26)	0.0000**	1.1796(1.04-1.34)	0.0130*	1.0754(0.95-1.22)	0.2680	1.0669(0.99-1.15)	0.0890	0.8275(0.67-1.03)	0.0860	1.2658(1.06-1.51)	0.0080*
2 días previos	1.1239(1.07-1.18)	0.0000**	1.1211(0.98-1.28)	0.0840	0.9893(0.87-1.13)	0.8700	0.9783(0.91-1.06)	0.5770	0.7929(0.64-0.98)	0.0290	1.3640(1.15-1.61)	0.0000**
3 días previos	1.1512(1.09-1.21)	0.0000**	1.1611(1.02-1.32)	0.0230	1.0822(0.96-1.22)	0.2010	1.0084(0.93-1.09)	0.8280	0.9400(0.77-1.14)	0.5330	1.1967(1.00-1.43)	0.0490
4 días previos	1.1759(1.12-1.24)	0.0000**	1.1328(1.00-1.29)	0.0590	1.1463(1.02-1.29)	0.0250*	1.0575(0.98-1.14)	0.1360	0.8824(0.72-1.08)	0.2150	1.1426(0.95-1.37)	0.1480
5 días previos	1.1977(1.14-1.26)	0.0000**	0.9487(0.83-1.09)	0.4540	1.2094(1.08-1.36)	0.0010**	1.0817(1.01-1.16)	0.0270*	0.9306(0.77-1.13)	0.4690	1.1630(0.97-1.39)	0.0950
6 días previos	1.2400(1.18-1.30)	0.0000**	1.0769(0.95-1.23)	0.2640	1.3191(1.18-1.47)	0.0000**	1.0921(1.02-1.17)	0.0110*	0.9163(0.75-1.12)	0.3860	1.1315(0.94-1.36)	0.1960
					ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS							
Mismo día	1.1490(1.06-1.24)	0.0000**	0.9826(0.77-1.25)	0.8880	1.0740(0.91-1.27)	0.4010	1.0153(0.90-1.14)	0.7960	0.7789(0.56-1.08)	0.1330	1.3457(0.99-1.84)	0.0610
1 día previo	1.1248(1.04-1.22)	0.0030*	0.9801(0.77-1.25)	0.8700	1.0646(0.90-1.26)	0.4590	1.0289(0.92-1.15)	0.6180	0.9286(0.68-1.27)	0.6420	1.0208(0.71-1.46)	0.9100
2 días previos	1.0905(1.01-1.18)	0.0320*	1.0490(0.83-1.33)	0.6890	1.0459(0.89-1.23)	0.5940	1.0011(0.89-1.12)	0.9850	0.8464(0.62-1.16)	0.3030	0.8503(0.58-1.26)	0.4150
3 días previos	1.0523(0.97-1.14)	0.2150	1.0285(0.81-1.31)	0.8180	0.8806(0.74-1.05)	0.1670	1.0152(0.91-1.13)	0.7900	0.9326(0.68-1.27)	0.6600	0.8954(0.61-1.31)	0.5730
4 días previos	1.0786(1.00-1.17)	0.0620	0.9366(0.73-1.20)	0.6090	0.9880(0.83-1.17)	0.8900	1.0009(0.90-1.12)	0.9880	1.0031(0.74-1.36)	0.9840	1.1873(0.85-1.65)	0.3110
5 días previos	1.0457(0.96-1.13)	0.2790	1.1150(0.89-1.40)	0.3540	0.8632(0.72-1.03)	0.1080	0.9602(0.86-1.08)	0.4820	0.8544(0.62-1.18)	0.3350	0.9815(0.68-1.42)	0.9210
6 días previos	1.1643(1.08-1.26)	0.0000**	1.3842(1.13-1.69)	0.0020*	0.9542(0.81-1.13)	0.5880	1.0244(0.92-1.14)	0.6610	0.8614(0.63-1.18)	0.3560	1.4734(1.10-1.98)	0.0100*
					ASMA Y ESTADO ASMÁTICO							
Mismo día	1.2659(1.18-1.36)	0.0000**	1.0158(0.83-1.25)	0.8820	1.2103(1.03-1.43)	0.0230*	1.0421(0.93-1.16)	0.4620	0.8071(0.54-1.20)	0.2940	1.0406(0.76-1.43)	0.8060
1 día previo	1.2155(1.13-1.31)	0.0000**	1.2351(1.02-1.49)	0.0270*	0.9211(0.76-1.11)	0.3890	1.0647(0.96-1.19)	0.2520	1.0152(0.70-1.48)	0.9370	0.8300(0.59-1.17)	0.2930
2 días previos	1.1484(1.06-1.24)	0.0000**	1.0830(0.89-1.32)	0.4310	0.9809(0.82-1.17)	0.8320	0.9830(0.88-1.10)	0.7600	0.9065(0.62-1.33)	0.6130	0.9813(0.71-1.36)	0.9090
3 días previos	1.0922(1.01-1.18)	0.0280*	0.8419(0.67-1.06)	0.1400	1.0703(0.90-1.27)	0.4370	0.9837(0.88-1.10)	0.7700	0.5865(0.38-0.91)	0.0170	0.9437(0.68-1.31)	0.7310
4 días previos	1.1522(1.07-1.24)	0.0000**	1.1080(0.91-1.35)	0.3100	0.9123(0.76-1.10)	0.3300	1.0367(0.93-1.15)	0.5060	0.9585(0.66-1.39)	0.8240	1.0794(0.79-1.47)	0.6290
5 días previos	1.2057(1.12-1.30)	0.0000**	1.0055(0.82-1.24)	0.9590	0.9578(0.80-1.15)	0.6360	1.0613(0.96-1.18)	0.2540	0.7801(0.52-1.16)	0.2240	1.4743(1.13-1.92)	0.0040*
6 días previos	1.1469(1.06-1.24)	0.0000**	0.9396(0.76-1.17)	0.5720	0.9201(0.77-1.10)	0.3710	1.0208(0.92-1.13)	0.6970	0.7375(0.49-1.11)	0.1440	1.1747(0.87-1.59)	0.2960

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de SO_2

\+ La temporada húmeda corresponde a los meses de junio a octubre

7.5.5 OZONO (O_3)

Las concentraciones máximas de ozono no tuvieron relación con las hospitalizaciones de causa respiratoria en la población infantil de estudio, siendo la mayoría estadísticamente significativas con una asociación negativa, lo que representa que las concentraciones de ozono son un factor protector para las hospitalizaciones. Únicamente la zona Noroeste mostró un incremento de 0.99% (RR= 1.0099, IC95% 1.00-1.02, p=0.0000) de hospitalizaciones por enfermedad respiratoria baja con dos días previos de exposición al ingreso, siendo altamente significativa **(Tabla 33)**.

Durante la temporada seca, el incremento de las hospitalizaciones por ERB se asocia en la zona Noroeste con el incremento en las mismas en 1.42% (RR=1.0142, IC95% 1.00-1.03, p=0.0000) con dos días de exposición previos al ingreso. Lo anterior por cada 10 ppb que se incremente en la atmósfera este contaminante **(Tabla 34)**. En la temporada húmeda no se mostró relación ninguna **(Tabla 35)**.

En cuanto al promedio móvil de ozono de 8 horas muestra una asociación similar a la del promedio diario de ozono con una asociación únicamente para la zona Suroeste con un incremento en las hospitalizaciones por enfermedad respiratoria alta del 12.54% (RR= 1.1254, IC95% 1.05-1.21, p=0.0010) en temporada seca y de 13.46% (RR=1.1346, IC95% 1.03-1.24, p=0.0080) durante la temporada húmeda por cada 10 ppb que se incremente este contaminante **(Tablas 36 y 37)**.

Aunque para ozono no se encontró un efecto directo en el incremento de hospitalizaciones, si se encontró una posible interacción en el incremento conjunto con $PM_{2.5}$; lo anterior es observado al analizar la asociación de las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias considerando en el modelo los valores promedio de partículas menores a 2.5 micrómetros y máximos promedios móviles de 8 horas de ozono. **(Tabla 23)**

Tabla 33 Relación de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011

Modelo O_3	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%)	p<z
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	0.9718(0.97-0.98)	0.0000	0.9948(0.98-1.01)	0.0000	0.9942(0.98-1.01)	0.0000	0.9857(0.96-1.01)	0.0000	0.9747(0.95-1.00)	0.0000	0.9881(0.96-1.02)	0.0000
1 día previo	0.9724(0.96-0.98)	0.0000	0.9766(0.96-0.99)	0.0020	1.0028(0.98-1.03)	0.0100	0.9946(0.98-1.01)	0.0000	0.9936(0.98-1.01)	0.0400	0.9855(0.96-1.01)	0.1840
2 días previos	0.9755(0.97-0.99)	0.0000	0.9712(0.96-0.98)	0.4680	0.9910(0.96-1.02)	0.2180	1.0099(1.00-1.02)	0.0000**	1.0084(0.98-1.03)	0.6910	1.0077(1.00-1.02)	0.2480
3 días previos	0.9794(0.97-0.98)	0.0000	0.9830(0.97-1.00)	0.5960	0.9854(0.96-1.01)	0.0000	0.9843(0.98-0.99)	0.0000	0.9816(0.96-1.01)	0.9730	1.0151(1.00-1.03)	0.9580
4 días previos	0.9673(0.96-0.98)	0.0000	0.9749(0.96-0.99)	0.4630	1.0094(0.98-1.04)	0.0020	0.9967(0.98-1.01)	0.0000	0.9906(0.97-1.01)	0.1470	0.9901(0.98-1.00)	0.4960
5 días previos	0.9682(0.96-0.98)	0.0000	0.9966(0.97-1.02)	0.0340	0.9632(0.95-0.98)	0.0010	0.9917(0.98-1.00)	0.0000	0.9869(0.96-1.01)	0.0960	1.0076(1.00-1.02)	0.0160
6 días previos	0.9844(0.98-0.99)	0.0000	0.9585(0.94-0.98)	0.0120	1.0073(0.97-1.04)	0.0000	0.9980(0.97-1.02)	0.0000	0.9865(0.97-1.00)	0.5490	0.9953(0.98-1.01)	0.0860
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	0.9730(0.96-0.98)	0.0000	0.9948(0.97-1.02)	0.6760	0.9903(0.98-1.01)	0.0010	1.0068(0.99-1.02)	0.2370	0.9998(0.98-1.02)	0.8160	1.0078(1.00-1.02)	0.2620
1 día previo	0.9705(0.96-0.98)	0.0000	0.9838(0.96-1.00)	0.4200	1.0146(0.98-1.05)	0.0050	0.9947(0.97-1.02)	0.3600	0.9771(0.96-0.99)	0.7210	1.0008(0.99-1.01)	0.5090
2 días previos	0.9801(0.98-0.98)	0.0000	1.0050(0.99-1.02)	0.2450	0.9969(0.97-1.02)	0.0720	0.9850(0.97-1.01)	0.4540	1.0335(1.00-1.07)	0.2120	1.0037(0.98-1.03)	0.0010
3 días previos	0.9643(0.96-0.97)	0.0000	0.9957(0.97-1.02)	0.5920	1.0079(1.00-1.02)	0.0560	0.9868(0.97-1.00)	0.1370	1.0136(0.99-1.04)	0.5720	0.9843(0.96-1.00)	0.0700
4 días previos	0.9692(0.96-0.98)	0.0000	1.0406(1.01-1.07)	0.8580	0.9899(0.98-1.00)	0.1100	0.9914(0.97-1.02)	0.6100	1.0089(1.00-1.02)	0.3680	1.0060(0.99-1.02)	0.1220
5 días previos	0.9777(0.97-0.98)	0.0000	0.9994(0.98-1.02)	0.1070	0.9830(0.97-0.99)	0.0250	1.0183(0.99-1.05)	0.3900	0.9964(0.99-1.01)	0.5720	1.0062(0.98-1.03)	0.6130
6 días previos	0.9718(0.96-0.98)	0.0000	0.9898(0.97-1.01)	0.8460	1.0086(1.00-1.02)	0.0030	0.9917(0.97-1.01)	0.2800	0.9734(0.97-0.98)	0.2790	1.0067(0.98-1.03)	0.5240
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	0.9728(0.96-0.98)	0.0000	1.0043(0.98-1.03)	0.0000	0.9819(0.97-0.99)	0.0950	0.9886(0.96-1.02)	0.0000	0.9865(0.98-1.00)	0.0000	0.9966(0.97-1.02)	0.6780
1 día previo	0.9764(0.97-0.98)	0.0000	0.9917(0.97-1.01)	0.0070	1.0053(0.99-1.02)	0.0500	0.9964(0.98-1.02)	0.0000	0.9790(0.97-0.99)	0.3360	0.9985(0.97-1.03)	0.0090
2 días previos	0.9705(0.96-0.98)	0.0000	0.9905(0.98-1.01)	0.0040	0.9819(0.97-0.99)	0.0450	0.9816(0.96-1.00)	0.0000	1.0114(1.00-1.02)	0.0630	0.9835(0.96-1.00)	0.0590
3 días previos	0.9687(0.96-0.98)	0.0000	1.0017(0.97-1.03)	0.0390	1.0242(1.00-1.05)	0.0580	0.9883(0.97-1.00)	0.0000	0.9929(0.98-1.00)	0.4920	0.9633(0.94-0.98)	0.7960
4 días previos	0.9759(0.97-0.98)	0.0000	1.0197(0.99-1.05)	0.1930	0.9854(0.97-1.01)	0.0490	1.0073(0.98-1.04)	0.0000	1.0061(0.98-1.03)	0.4680	0.9834(0.97-1.00)	0.6270
5 días previos	0.9659(0.96-0.97)	0.0000	0.9994(0.99-1.01)	0.0230	0.9950(0.98-1.01)	0.0490	1.0098(0.98-1.04)	0.0000	0.9761(0.96-1.00)	0.9460	0.9998(0.97-1.03)	0.2090
6 días previos	0.9599(0.95-0.97)	0.0000	0.9969(0.99-1.01)	0.0010	1.0162(0.99-1.04)	0.0250	0.9973(0.99-1.01)	0.0000	0.9967(0.98-1.01)	0.6520	0.9979(0.97-1.02)	0.6710

* Significativo p < 0.05

** Altamente significativo p <0.001

& Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de O_3

Tabla 34 Relación de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca+, 2004-2011

Modelo O_3	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%)	p<z
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	0.9685(0.96-0.97)	0.0000	0.9843(0.97-1.00)	0.0000	1.0013(0.98-1.02)	0.0000	0.9943(0.95-1.04)	0.0000	0.9708(0.95-1.00)	0.0000	0.9752(0.93-1.02)	0.0000
1 día previo	0.9806(0.97-0.99)	0.0030	0.9807(0.97-1.00)	0.0020	1.0078(0.97-1.05)	0.0100	0.9854(0.97-1.00)	0.0000	0.9858(0.97-1.01)	0.0400	0.9958(0.96-1.03)	0.1840
2 días previos	0.9716(0.96-0.98)	0.0000	0.9673(0.96-0.98)	0.4680	0.9752(0.94-1.01)	0.2180	1.0142(1.00-1.03)	0.0000**	1.0146(0.98-1.05)	0.6910	1.0054(0.99-1.02)	0.2480
3 días previos	0.9788(0.97-0.98)	0.0000	0.9813(0.97-1.00)	0.5960	0.9735(0.94-1.00)	0.0000	0.9861(0.98-1.00)	0.0000	0.9843(0.95-1.02)	0.9730	1.0205(1.01-1.03)	0.9580
4 días previos	0.9700(0.96-0.98)	0.0000	0.9702(0.95-0.99)	0.4630	1.0060(0.98-1.04)	0.0020	0.9925(0.98-1.01)	0.0000	0.9851(0.96-1.01)	0.1470	0.9938(0.98-1.00)	0.4960
5 días previos	0.9660(0.95-0.98)	0.0000	0.9958(0.96-1.03)	0.0340	0.9563(0.93-0.98)	0.0010	0.9907(0.98-1.01)	0.0000	0.9746(0.95-1.00)	0.0960	1.0042(0.99-1.02)	0.0160
6 días previos	0.9852(0.98-0.99)	0.0000	0.9685(0.94-1.00)	0.0120	1.0044(0.96-1.05)	0.0000	0.9951(0.96-1.03)	0.0000	0.9848(0.96-1.01)	0.5490	0.9853(0.97-1.00)	0.0860
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	0.9784(0.97-0.99)	0.0000	0.9930(0.96-1.03)	0.6760	0.9826(0.96-1.00)	0.0010	1.0017(0.99-1.02)	0.2370	0.9905(0.96-1.02)	0.8160	1.0088(0.99-1.02)	0.2620
1 día previo	0.9653(0.95-0.98)	0.0000	0.9796(0.95-1.01)	0.4200	0.9828(0.94-1.03)	0.0050	1.0172(0.98-1.05)	0.3600	0.9649(0.95-0.98)	0.7210	0.9973(0.98-1.01)	0.5090
2 días previos	0.9805(0.98-0.99)	0.0000	1.0019(0.98-1.02)	0.2450	0.9852(0.95-1.02)	0.0720	0.9886(0.96-1.01)	0.4540	1.0221(0.98-1.07)	0.2120	1.0041(0.97-1.04)	0.0010
3 días previos	0.9758(0.96-0.99)	0.0000	1.0061(0.97-1.04)	0.5920	1.0042(0.99-1.02)	0.0560	0.9862(0.97-1.01)	0.1370	0.9983(0.96-1.04)	0.5720	0.9961(0.97-1.02)	0.0700
4 días previos	0.9628(0.95-0.97)	0.0000	1.0415(1.00-1.08)	0.8580	0.9928(0.98-1.01)	0.1100	1.0084(0.97-1.04)	0.6100	1.0066(0.99-1.02)	0.3680	1.0015(0.98-1.02)	0.1220
5 días previos	0.9781(0.97-0.98)	0.0000	1.0049(0.98-1.03)	0.1070	0.9854(0.98-0.99)	0.0250	1.0238(0.99-1.06)	0.3900	1.0012(0.99-1.01)	0.5720	1.0079(0.97-1.04)	0.6130
6 días previos	0.9782(0.97-0.99)	0.0000	0.9782(0.95-1.00)	0.8460	1.0100(1.00-1.02)	0.0030	0.9924(0.96-1.02)	0.2800	0.9740(0.96-0.98)	0.2790	0.9986(0.96-1.04)	0.5240
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	0.9682(0.96-0.98)	0.0000	0.9914(0.96-1.02)	0.0000	0.9787(0.97-0.99)	0.0950	1.0013(0.97-1.04)	0.0000	0.9898(0.98-1.00)	0.0000	1.0086(0.98-1.04)	0.6780
1 día previo	0.9768(0.97-0.98)	0.0000	0.9902(0.96-1.02)	0.0070	1.0081(0.99-1.02)	0.0500	0.9895(0.96-1.02)	0.0000	0.9741(0.97-0.98)	0.3360	1.0223(0.99-1.06)	0.0090
2 días previos	0.9833(0.97-0.99)	0.0040	0.9808(0.96-1.00)	0.0040	0.9797(0.97-0.99)	0.0450	0.9828(0.96-1.01)	0.0000	1.0097(1.00-1.02)	0.0630	0.9670(0.94-0.99)	0.0590
3 días previos	0.9633(0.95-0.97)	0.0000	0.9833(0.94-1.03)	0.0390	1.0153(0.98-1.05)	0.0580	0.9776(0.96-1.00)	0.0000	0.9909(0.98-1.01)	0.4920	0.9668(0.94-0.99)	0.7960
4 días previos	0.9747(0.97-0.98)	0.0000	1.0182(0.98-1.06)	0.1930	1.0088(0.98-1.03)	0.0490	0.9873(0.94-1.03)	0.0000	0.9951(0.96-1.03)	0.4680	0.9702(0.95-0.99)	0.6270
5 días previos	0.9759(0.96-0.99)	0.0000	1.0008(0.99-1.01)	0.0230	0.9947(0.98-1.01)	0.0490	0.9888(0.95-1.03)	0.0000	0.9903(0.97-1.02)	0.9460	0.9792(0.94-1.02)	0.2090
6 días previos	0.9529(0.94-0.96)	0.0000	1.0009(0.99-1.01)	0.0010	1.0306(1.00-1.07)	0.0250	0.9979(0.99-1.01)	0.0000	0.9933(0.97-1.01)	0.6520	0.9899(0.95-1.03)	0.6710

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de O_3

+ La temporada seca corresponde a los meses de enero a mayo, noviembre y diciembre

Tabla 35 Relación de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda+, 2004-2011

Modelo O_3	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%)	p<z
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	0.9519(0.94-0.96)	0.0000	0.9797(0.95-1.01)	0.0000	0.9794(0.95-1.01)	0.0000	0.9585(0.92-1.00)	0.0000	0.9852(0.95-1.02)	0.0000	0.9823(0.94-1.03)	0.0000
1 día previo	0.9608(0.95-0.98)	0.0000	0.9047(0.87-0.94)	0.0020	0.9976(0.96-1.04)	0.0100	0.9978(0.97-1.02)	0.0000	1.0045(0.98-1.03)	0.0400	0.9606(0.93-1.00)	0.1840
2 días previos	0.9696(0.95-0.98)	0.0000	0.9519(0.93-0.97)	0.4680	1.0122(0.97-1.06)	0.2180	0.9633(0.93-0.99)	0.0000	1.0008(0.97-1.04)	0.6910	0.9896(0.97-1.01)	0.2480
3 días previos	0.9610(0.95-0.97)	0.0000	0.9539(0.93-0.98)	0.5960	0.9869(0.95-1.03)	0.0000	0.9566(0.94-0.98)	0.0000	0.9754(0.94-1.02)	0.9730	0.9698(0.94-1.00)	0.9580
4 días previos	0.9631(0.95-0.98)	0.0000	0.9769(0.95-1.00)	0.4630	0.9901(0.95-1.04)	0.0020	0.9859(0.96-1.01)	0.0000	0.9896(0.95-1.03)	0.1470	0.9578(0.94-0.98)	0.4960
5 días previos	0.9627(0.95-0.98)	0.0000	0.9958(0.95-1.04)	0.0340	0.9773(0.95-1.01)	0.0010	0.9823(0.96-1.01)	0.0000	0.9939(0.95-1.03)	0.0960	0.9944(0.97-1.02)	0.0160
6 días previos	0.9636(0.95-0.97)	0.0000	0.9410(0.90-0.98)	0.0120	0.9860(0.94-1.03)	0.0000	1.0001(0.96-1.04)	0.0000	0.9919(0.97-1.02)	0.5490	1.0059(0.98-1.03)	0.0860
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	0.9658(0.95-0.98)	0.0000	0.9949(0.96-1.03)	0.6760	1.0035(0.98-1.03)	0.0010	1.0084(0.99-1.03)	0.2370	1.0045(0.97-1.04)	0.8160	0.9859(0.96-1.01)	0.2620
1 día previo	0.9694(0.96-0.98)	0.0000	0.9960(0.96-1.03)	0.4200	1.0272(0.98-1.07)	0.0050	0.9646(0.93-1.00)	0.3600	0.9957(0.97-1.02)	0.7210	1.0021(0.98-1.02)	0.5090
2 días previos	0.9612(0.95-0.97)	0.0000	1.0086(0.98-1.03)	0.2450	0.9942(0.96-1.03)	0.0720	0.9829(0.95-1.02)	0.4540	1.0288(0.98-1.07)	0.2120	1.0017(0.97-1.04)	0.0010
3 días previos	0.9497(0.94-0.96)	0.0000	0.9831(0.95-1.02)	0.5920	0.9956(0.97-1.02)	0.0560	0.9855(0.96-1.01)	0.1370	1.0160(0.98-1.05)	0.5720	0.9668(0.93-1.00)	0.0700
4 días previos	0.9703(0.96-0.98)	0.0000	1.0408(1.00-1.09)	0.8580	0.9546(0.93-0.98)	0.1100	0.9731(0.94-1.01)	0.6100	0.9962(0.97-1.02)	0.3680	1.0113(0.99-1.04)	0.1220
5 días previos	0.9622(0.95-0.97)	0.0000	0.9829(0.95-1.02)	0.1070	0.9554(0.94-0.97)	0.0250	1.0113(0.97-1.05)	0.3900	0.9571(0.93-0.98)	0.5720	1.0037(0.97-1.04)	0.6130
6 días previos	0.9635(0.95-0.98)	0.0000	0.9986(0.96-1.04)	0.8460	0.9819(0.96-1.01)	0.0030	0.9817(0.95-1.02)	0.2800	0.9558(0.94-0.97)	0.2790	1.0164(0.98-1.06)	0.5240
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	0.9729(0.96-0.99)	0.0000	1.0161(0.98-1.05)	0.0000	0.9790(0.96-1.00)	0.0950	0.9720(0.93-1.01)	0.0000	0.9576(0.93-0.98)	0.0000	0.9834(0.95-1.02)	0.6780
1 día previo	0.9619(0.95-0.97)	0.0000	0.9820(0.95-1.02)	0.0070	0.9787(0.96-1.00)	0.0500	1.0003(0.97-1.03)	0.0000	0.9853(0.97-1.00)	0.3360	0.9682(0.93-1.01)	0.0090
2 días previos	0.9544(0.94-0.97)	0.0000	1.0058(0.98-1.03)	0.0040	0.9803(0.96-1.00)	0.0450	0.9672(0.93-1.00)	0.0000	1.0037(0.98-1.03)	0.0630	1.0039(0.97-1.04)	0.0590
3 días previos	0.9700(0.96-0.98)	0.0000	1.0026(0.96-1.05)	0.0390	1.0351(1.00-1.07)	0.0580	1.0056(0.98-1.03)	0.0000	0.9926(0.97-1.01)	0.4920	0.9459(0.91-0.98)	0.7960
4 días previos	0.9696(0.96-0.98)	0.0000	1.0117(0.98-1.05)	0.1930	0.9488(0.92-0.98)	0.0490	1.0090(0.97-1.05)	0.0000	1.0199(0.98-1.06)	0.4680	1.0040(0.98-1.03)	0.6270
5 días previos	0.9532(0.94-0.97)	0.0000	0.9771(0.95-1.00)	0.0230	0.9935(0.97-1.02)	0.0490	1.0207(0.99-1.06)	0.0000	0.9540(0.92-0.99)	0.9460	1.0054(0.96-1.05)	0.2090
6 días previos	0.9641(0.95-0.98)	0.0000	0.9625(0.94-0.99)	0.0010	1.0014(0.97-1.04)	0.0250	0.9845(0.96-1.01)	0.0000	1.0004(0.98-1.02)	0.6520	0.9976(0.96-1.03)	0.6710

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de O_3

+ La temporada húmeda corresponde a los meses de junio a octubre

Tabla 36 Relación de promedio móvil de 8 horas de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011

Ozono promedio móvil 8 hrs	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%)&	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	0.8996(0.888-0.911)	0.0000	0.9432(0.91-0.98)	0.0010	0.9026(0.87-0.93)	0.0000	0.9090(0.89-0.93)	0.0000	0.9312(0.90-0.96)	0.0000	0.9246(0.89-0.96)	0.0000
1 día previo	0.9249(0.914-0.936)	0.0000	0.9551(0.92-0.99)	0.0060	0.9741(0.95-1.00)	0.0890	0.9373(0.92-0.96)	0.0000	0.9713(0.94-1.00)	0.0830	0.9750(0.94-1.01)	0.1130
2 días previos	0.9432(0.932-0.955)	0.0000	0.9908(0.96-1.02)	0.5700	0.9950(0.97-1.02)	0.7380	0.9638(0.94-0.99)	0.0020	1.0037(0.97-1.04)	0.8190	0.9836(0.95-1.01)	0.2860
3 días previos	0.9347(0.924-0.946)	0.0000	0.9965(0.97-1.03)	0.8230	0.9503(0.92-0.98)	0.0000	0.9367(0.92-0.96)	0.0000	1.0127(0.98-1.04)	0.4250	1.0022(0.97-1.03)	0.8850
4 días previos	0.9263(0.916-0.937)	0.0000	0.9899(0.96-1.02)	0.5150	0.9615(0.93-0.99)	0.0060	0.9144(0.89-0.94)	0.0000	0.9911(0.96-1.02)	0.5700	0.9915(0.96-1.02)	0.5610
5 días previos	0.9248(0.914-0.935)	0.0000	0.9672(0.94-1.00)	0.0300	0.9634(0.94-0.99)	0.0080	0.9294(0.91-0.95)	0.0000	0.9910(0.96-1.02)	0.5640	0.9619(0.93-0.99)	0.0070
6 días previos	0.9214(0.911-0.932)	0.0000	0.9642(0.94-0.99)	0.0160	0.9468(0.92-0.97)	0.0000	0.9140(0.89-0.93)	0.0000	1.0037(0.97-1.03)	0.8120	0.9764(0.95-1.00)	0.0940
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	0.9390(0.917-0.962)	0.0000	1.0161(0.95-1.09)	0.6650	0.9042(0.86-0.95)	0.0000	0.9749(0.93-1.02)	0.2640	0.9877(0.92-1.06)	0.7240	0.9529(0.88-1.03)	0.2020
1 día previo	0.9369(0.916-0.959)	0.0000	1.0247(0.96-1.10)	0.4960	0.9322(0.89-0.98)	0.0080	0.9794(0.94-1.02)	0.3410	0.9938(0.93-1.06)	0.8540	0.9696(0.90-1.04)	0.3930
2 días previos	0.9607(0.939-0.983)	0.0000	1.0401(0.97-1.11)	0.2580	0.9546(0.91-1.00)	0.0680	1.0174(0.98-1.06)	0.4190	0.9647(0.90-1.03)	0.2730	1.1254(1.05-1.21)	0.0010**
3 días previos	0.9411(0.921-0.962)	0.0000	1.0153(0.95-1.08)	0.6520	0.9591(0.91-1.01)	0.0900	0.9668(0.93-1.01)	0.1060	0.9751(0.92-1.04)	0.4300	1.0580(0.99-1.13)	0.1010
4 días previos	0.9568(0.936-0.978)	0.0000	1.0068(0.94-1.07)	0.8380	0.9557(0.91-1.00)	0.0620	1.0122(0.97-1.05)	0.5540	1.0254(0.96-1.09)	0.4250	1.0426(0.98-1.11)	0.2180
5 días previos	0.9480(0.928-0.969)	0.0000	1.0579(0.99-1.13)	0.0850	0.9459(0.90-0.99)	0.0210	0.9803(0.94-1.02)	0.3290	1.0207(0.96-1.09)	0.5130	1.0015(0.94-1.07)	0.9640
6 días previos	0.9318(0.912-0.952)	0.0000	0.9949(0.93-1.06)	0.8750	0.9234(0.88-0.97)	0.0010	0.9772(0.94-1.02)	0.2540	0.9714(0.91-1.03)	0.3510	1.0153(0.95-1.08)	0.6470
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	0.8892(0.867-0.912)	0.0000	0.9069(0.85-0.97)	0.0040	0.9664(0.91-1.02)	0.2380	0.8712(0.83-0.91)	0.0000	0.9821(0.90-1.07)	0.6900	0.9180(0.85-0.99)	0.0220
1 día previo	0.8859(0.865-0.907)	0.0000	0.9344(0.88-1.00)	0.0360	0.9479(0.90-1.00)	0.0540	0.9109(0.87-0.95)	0.0000	0.9339(0.86-1.02)	0.1170	0.9375(0.88-1.00)	0.0660
2 días previos	0.9004(0.880-0.922)	0.0000	0.9412(0.89-1.00)	0.0530	0.9560(0.91-1.01)	0.0940	0.9311(0.89-0.97)	0.0010	0.9918(0.91-1.08)	0.8460	1.0036(0.94-1.07)	0.9140
3 días previos	0.9045(0.884-0.925)	0.0000	0.9541(0.90-1.01)	0.1230	0.9666(0.92-1.02)	0.1920	0.9089(0.87-0.95)	0.0000	1.0430(0.96-1.13)	0.3050	1.0251(0.96-1.09)	0.4500
4 días previos	0.9113(0.891-0.932)	0.0000	0.9675(0.91-1.03)	0.2710	0.9612(0.91-1.01)	0.1230	0.9241(0.89-0.96)	0.0000	1.0091(0.93-1.09)	0.8240	1.0491(0.98-1.12)	0.1370
5 días previos	0.8988(0.879-0.919)	0.0000	0.9432(0.89-1.00)	0.0490	0.9421(0.90-0.99)	0.0190	0.9106(0.88-0.95)	0.0000	1.0028(0.93-1.09)	0.9460	1.0221(0.96-1.09)	0.4950
6 días previos	0.8791(0.860-0.899)	0.0000	0.9260(0.87-0.98)	0.0090	0.8907(0.85-0.94)	0.0000	0.8942(0.86-0.93)	0.0000	0.9983(0.92-1.08)	0.9670	0.9969(0.94-1.06)	0.9220

* Significativo $p < 0.05$

** Altamente significativo $p < 0.001$

& Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de O_3 promedio móvil de 8 horas

Tabla 37 Relación de promedio móvil de 8 horas de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca+, 2004-2011.

Modelo O3 promedio móvil 8 hrs	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	0.8891(0.876-0.902)	0.0000	0.9156(0.88-0.95)	0.0000	0.9024(0.87-0.94)	0.0000	0.8933(0.87-0.92)	0.0000	0.9277(0.89-0.97)	0.0000	0.9074(0.87-0.94)	0.0000
1 día previo	0.9139(0.901-0.927)	0.0000	0.9218(0.89-0.96)	0.0000	0.9739(0.94-1.01)	0.1280	0.9294(0.90-0.96)	0.0000	0.9607(0.92-1.00)	0.0390	0.9602(0.92-1.00)	0.0350
2 días previos	0.9346(0.922-0.947)	0.0000	0.9721(0.94-1.01)	0.1260	0.9967(0.96-1.03)	0.8440	0.9626(0.94-0.99)	0.0050	0.9932(0.96-1.03)	0.7180	0.9535(0.92-0.99)	0.0110
3 días previos	0.9268(0.914-0.939)	0.0000	0.9828(0.95-1.02)	0.3360	0.9427(0.91-0.97)	0.0000	0.9356(0.91-0.96)	0.0000	1.0115(0.98-1.05)	0.5370	0.9843(0.95-1.02)	0.3860
4 días previos	0.9176(0.905-0.930)	0.0000	0.9732(0.94-1.01)	0.1270	0.9609(0.93-0.99)	0.0140	0.9085(0.89-0.93)	0.0000	0.9877(0.95-1.02)	0.4980	0.9733(0.94-1.01)	0.1280
5 días previos	0.9142(0.902-0.926)	0.0000	0.9568(0.92-0.99)	0.0120	0.9602(0.93-0.99)	0.0110	0.9138(0.89-0.94)	0.0000	0.9860(0.95-1.02)	0.4370	0.9469(0.91-0.98)	0.0020
6 días previos	0.9074(0.896-0.919)	0.0000	0.9560(0.92-0.99)	0.0090	0.9437(0.91-0.97)	0.0000	0.8936(0.87-0.92)	0.0000	0.9858(0.95-1.02)	0.4250	0.9584(0.93-0.99)	0.0130
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	0.9559(0.927-0.986)	0.0040	0.9948(0.91-1.09)	0.9130	0.9163(0.86-0.98)	0.0120	1.0017(0.95-1.06)	0.9540	1.0247(0.93-1.13)	0.6160	0.9327(0.85-1.03)	0.1650
1 día previo	0.9417(0.914-0.971)	0.0000	1.0111(0.92-1.11)	0.8140	0.9182(0.86-0.98)	0.0110	0.9702(0.92-1.03)	0.2850	1.0361(0.94-1.14)	0.4530	0.9784(0.89-1.08)	0.6500
2 días previos	0.9697(0.941-0.999)	0.0440	1.0289(0.94-1.13)	0.5370	0.9460(0.89-1.01)	0.0910	1.0188(0.96-1.08)	0.5050	1.0019(0.91-1.10)	0.9670	1.1346(1.03-1.24)	0.0080*
3 días previos	0.9655(0.937-0.994)	0.0200	1.0642(0.97-1.16)	0.1670	0.9702(0.91-1.03)	0.3440	0.9793(0.93-1.03)	0.4460	1.0428(0.95-1.14)	0.3580	1.0735(0.98-1.18)	0.1280
4 días previos	0.9676(0.940-0.996)	0.0270	1.0138(0.93-1.11)	0.7580	0.9813(0.92-1.04)	0.5490	1.0015(0.95-1.06)	0.9570	1.0514(0.96-1.15)	0.2650	1.0454(0.96-1.14)	0.3320
5 días previos	0.9796(0.952-1.008)	0.1620	1.0550(0.97-1.15)	0.2180	0.9955(0.94-1.06)	0.8840	0.9942(0.94-1.05)	0.8280	1.0896(1.00-1.19)	0.0550	1.0538(0.96-1.15)	0.2490
6 días previos	0.9574(0.930-0.985)	0.0030	0.9777(0.90-1.06)	0.6000	0.9600(0.90-1.02)	0.1870	0.9872(0.94-1.04)	0.6290	1.0393(0.95-1.13)	0.3840	1.0744(0.98-1.17)	0.1100
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	0.8687(0.841-0.897)	0.0000	0.8803(0.81-0.96)	0.0030	0.9402(0.88-1.01)	0.0900	0.8591(0.81-0.91)	0.0000	0.9414(0.83-1.06)	0.3350	0.9115(0.82-1.01)	0.0740
1 día previo	0.8728(0.846-0.900)	0.0000	0.9083(0.84-0.98)	0.0190	0.9287(0.87-0.99)	0.0350	0.9137(0.86-0.97)	0.0010	0.8936(0.79-1.01)	0.0650	0.9358(0.85-1.03)	0.1750
2 días previos	0.8706(0.844-0.898)	0.0000	0.9315(0.86-1.01)	0.0770	0.9262(0.87-0.99)	0.0250	0.9076(0.86-0.96)	0.0000	0.9121(0.81-1.03)	0.1270	0.9485(0.86-1.04)	0.2680
3 días previos	0.8727(0.847-0.900)	0.0000	0.9512(0.88-1.03)	0.2040	0.9394(0.88-1.00)	0.0590	0.8764(0.83-0.92)	0.0000	0.9925(0.88-1.11)	0.8980	0.9621(0.88-1.06)	0.4110
4 días previos	0.8792(0.853-0.906)	0.0000	0.9198(0.85-0.99)	0.0320	0.9407(0.88-1.00)	0.0620	0.8997(0.85-0.95)	0.0000	0.9382(0.84-1.05)	0.2700	1.0210(0.93-1.12)	0.6520
5 días previos	0.8681(0.843-0.894)	0.0000	0.9111(0.85-0.98)	0.0150	0.9313(0.87-0.99)	0.0280	0.8827(0.84-0.93)	0.0000	0.9366(0.84-1.05)	0.2590	0.9659(0.88-1.06)	0.4480
6 días previos	0.8451(0.821-0.870)	0.0000	0.8803(0.82-0.95)	0.0010	0.8797(0.83-0.94)	0.0000	0.8611(0.82-0.91)	0.0000	0.9151(0.82-1.02)	0.1240	0.9731(0.89-1.06)	0.5470

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de promedio móvil de O_3

+ La temporada seca corresponde a los meses de enero a mayo, noviembre y diciembre.

Tabla 38 Relación de promedio móvil de 8 horas de ozono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda+, 2004-2011.

Modelo O3 promedio móvil 8 hrs	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z*,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	0.8260(0.802-0.850)	0.0000	0.8811(0.81-0.96)	0.0030	0.7555(0.70-0.82)	0.0000	0.8179(0.77-0.87)	0.0000	0.8038(0.74-0.87)	0.0000	0.9034(0.84-0.97)	0.0040
1 día previo	0.8761(0.853-0.900)	0.0000	0.9710(0.90-1.05)	0.4630	0.8625(0.80-0.93)	0.0000	0.8487(0.80-0.90)	0.0000	0.9022(0.84-0.97)	0.0050	0.9581(0.90-1.02)	0.1900
2 días previos	0.8990(0.876-0.922)	0.0000	0.9660(0.90-1.04)	0.3480	0.9030(0.84-0.97)	0.0040	0.8726(0.83-0.92)	0.0000	0.9450(0.88-1.01)	0.1000	1.0122(0.95-1.07)	0.6890
3 días previos	0.8930(0.871-0.915)	0.0000	0.9602(0.90-1.03)	0.2440	0.8975(0.84-0.96)	0.0020	0.8515(0.81-0.89)	0.0000	0.9335(0.88-1.00)	0.0360	1.0068(0.95-1.07)	0.8130
4 días previos	0.9015(0.880-0.923)	0.0000	0.9817(0.92-1.05)	0.5830	0.8994(0.84-0.96)	0.0010	0.8613(0.82-0.90)	0.0000	0.9301(0.87-0.99)	0.0250	1.0073(0.95-1.06)	0.7940
5 días previos	0.9117(0.890-0.934)	0.0000	0.9493(0.89-1.01)	0.1150	0.9196(0.86-0.98)	0.0100	0.9156(0.87-0.96)	0.0000	0.9437(0.89-1.00)	0.0710	0.9724(0.92-1.03)	0.2980
6 días previos	0.9292(0.908-0.951)	0.0000	0.9565(0.90-1.02)	0.1730	0.9152(0.86-0.97)	0.0060	0.9288(0.89-0.97)	0.0010	1.0097(0.95-1.07)	0.7620	0.9995(0.95-1.05)	0.9860
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	0.9028(0.866-0.941)	0.0000	1.0527(0.93-1.20)	0.4340	0.8801(0.80-0.97)	0.0120	0.8979(0.83-0.98)	0.0120	0.9327(0.83-1.04)	0.2170	0.9770(0.86-1.11)	0.7270
1 día previo	0.9243(0.889-0.961)	0.0000	1.0451(0.93-1.18)	0.4710	0.9654(0.88-1.06)	0.4470	0.9835(0.91-1.06)	0.6660	0.9369(0.85-1.04)	0.2120	0.9462(0.84-1.07)	0.3600
2 días previos	0.9461(0.912-0.981)	0.0030	1.0553(0.94-1.18)	0.3420	0.9797(0.90-1.07)	0.6350	1.0099(0.94-1.08)	0.7840	0.9154(0.83-1.01)	0.0700	1.1250(1.01-1.26)	0.0390*
3 días previos	0.9049(0.874-0.937)	0.0000	0.9439(0.85-1.05)	0.2850	0.9499(0.88-1.03)	0.2170	0.9359(0.87-1.00)	0.0540	0.9019(0.82-0.99)	0.0270	1.0381(0.93-1.15)	0.4870
4 días previos	0.9410(0.909-0.974)	0.0000	0.9912(0.89-1.10)	0.8660	0.9226(0.85-1.00)	0.0470	1.0239(0.96-1.09)	0.4820	0.9957(0.91-1.09)	0.9260	1.0372(0.94-1.15)	0.4870
5 días previos	0.9041(0.874-0.935)	0.0000	1.0592(0.96-1.17)	0.2600	0.8778(0.81-0.95)	0.0010	0.9512(0.89-1.01)	0.1280	0.9498(0.87-1.04)	0.2580	0.9337(0.84-1.03)	0.1830
6 días previos	0.8959(0.866-0.927)	0.0000	1.0136(0.92-1.12)	0.7890	0.8726(0.81-0.94)	0.0010	0.9560(0.90-1.02)	0.1670	0.8992(0.82-0.98)	0.0190	0.9397(0.85-1.04)	0.2230
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	0.8713(0.835-0.909)	0.0000	0.8835(0.78-1.00)	0.0450	0.9213(0.83-1.02)	0.1270	0.8805(0.81-0.96)	0.0030	0.9387(0.82-1.08)	0.3760	0.8412(0.75-0.94)	0.0030
1 día previo	0.8651(0.831-0.900)	0.0000	0.9364(0.84-1.05)	0.2480	0.8976(0.81-0.99)	0.0310	0.9015(0.84-0.97)	0.0060	0.9092(0.80-1.03)	0.1490	0.8742(0.79-0.97)	0.0120
2 días previos	0.9105(0.877-0.945)	0.0000	0.9187(0.83-1.02)	0.1070	0.9407(0.86-1.03)	0.1910	0.9707(0.91-1.04)	0.3990	1.0157(0.90-1.15)	0.8020	1.0112(0.92-1.11)	0.8230
3 días previos	0.9205(0.888-0.954)	0.0000	0.9249(0.84-1.02)	0.1200	0.9520(0.87-1.04)	0.2720	0.9571(0.90-1.02)	0.1950	1.0422(0.93-1.17)	0.4870	1.0439(0.95-1.15)	0.3650
4 días previos	0.9330(0.901-0.966)	0.0000	1.0194(0.93-1.12)	0.6930	0.9427(0.87-1.03)	0.1740	0.9609(0.90-1.03)	0.2280	1.0309(0.92-1.16)	0.6020	1.0378(0.95-1.14)	0.4220
5 días previos	0.9205(0.889-0.953)	0.0000	0.9725(0.89-1.07)	0.5600	0.9114(0.84-0.99)	0.0310	0.9530(0.89-1.02)	0.1390	1.0182(0.91-1.14)	0.7560	1.0433(0.95-1.14)	0.3510
6 días previos	0.9080(0.877-0.940)	0.0000	0.9838(0.90-1.08)	0.7300	0.8652(0.80-0.94)	0.0010	0.9439(0.89-1.00)	0.0710	1.0393(0.93-1.16)	0.5030	0.9869(0.90-1.08)	0.7680

* Significativo p <0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de promedio móvil de O_3

+ La temporada húmeda corresponde a los meses de junio a octubre

7.5.6 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Con este contaminante se encontró el mayor número de asociaciones estadísticamente significativas que no superaron el 1% (p=0.0000) respecto al incremento de hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de cinco años puesto que este contaminante no tiene una asociación directa en la salud de las personas por enfermedades de este tipo.

La asociación significativa que se presentó no supero el 1% las hospitalizaciones por ERB desde el primer día de exposición, con un incremento mayor el mismo día de exposición de 0.41% (RR= 1.0041, IC95% 1.004-1.004, p=0.0000) por cada 10 ppb que se incremente en la atmósfera el monóxido de carbono. Para las ERA y Asma la asociación se presentó únicamente el mismo día de exposición con un incremento de las hospitalizaciones por estas causas de 0.10% (RR= 1.0010, IC95% 1.000-1.002, p=0.0110) y de 0.28% (RR= 1.0028, IC95% 1.002-1.004, p=0.0000), respectivamente **(Tabla 39)**.

En la temporada seca la asociación es mayor que en la temporada húmeda, principalmente con ERA desde el primer día de exposición en todas las zonas de estudio y hasta los seis días previos **(Tabla 40)**.

En la temporada húmeda sólo permanece la asociación en las zonas Centro, Noroeste y Suroeste, siendo en ésta última la que muestra asociación en los seis días previos de exposición entre 1% (RR= 1.0100, IC95% 1.007-1.013, p=0.0000) y 0.57% (RR= 1.0057, IC95% 1.003-1.008, p=0.0000) **(Tabla 41)**.

Tabla 39 Relación de monóxido de carbono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM, 2004-2011

Modelo CO	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	1.0041(1.004-1.004)	0.0000**	1.0029(1.002-1.004)	0.0000**	1.0042(1.003-1.005)	0.0000**	1.0030(1.002-1.004)	0.0000**	1.0012(1.000-1.002)	0.0050*	1.0069(1.006-1.008)	0.0000**
1 día previo	1.0026(1.002-1.003)	0.0000**	1.0021(1.001-1.003)	0.0000**	1.0032(1.003-1.004)	0.0000**	1.0020(1.001-1.003)	0.0000**	1.0004(1.000-1.001)	0.2860	1.0048(1.004-1.006)	0.0000**
2 días previos	1.0024(1.002-1.003)	0.0000**	1.0022(1.002-1.003)	0.0000**	1.0032(1.003-1.004)	0.0000**	1.0016(1.001-1.002)	0.0000**	1.0008(1.000-1.001)	0.0430*	1.0043(1.003-1.005)	0.0000**
3 días previos	1.0023(1.002-1.003)	0.0000**	1.0019(1.001-1.003)	0.0000**	1.0024(1.002-1.003)	0.0000**	1.0014(1.001-1.002)	0.0000**	1.0013(1.001-1.002)	0.0000**	1.0061(1.005-1.007)	0.0000**
4 días previos	1.0024(1.002-1.003)	0.0000**	1.0020(1.001-1.003)	0.0000**	1.0024(1.002-1.003)	0.0000**	1.0011(1.001-1.002)	0.0000**	1.0020(1.001-1.003)	0.0000**	1.0058(1.005-1.007)	0.0000**
5 días previos	1.0021(1.002-1.002)	0.0000**	1.0021(1.001-1.003)	0.0000**	1.0028(1.002-1.003)	0.0000**	1.0008(1.000-1.001)	0.0090*	1.0013(1.001-1.002)	0.0000**	1.0046(1.004-1.006)	0.0000**
6 días previos	1.0023(1.002-1.003)	0.0000**	1.0020(1.001-1.003)	0.0000**	1.0023(1.002-1.003)	0.0000**	1.0011(1.001-1.002)	0.0000**	1.0016(1.001-1.002)	0.0000**	1.0059(1.005-1.007)	0.0000**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	1.0010(1.000-1.002)	0.0110*	0.9986(0.997-1.001)	0.1660	1.0002(0.999-1.002)	0.7920	1.0001(0.998-1.002)	0.9070	1.0022(1.000-1.004)	0.0180*	1.0039(1.001-1.007)	0.0060*
1 día previo	0.9996(0.999-1.000)	0.2200	0.9982(0.996-1.000)	0.0450	0.9999(0.999-1.001)	0.9210	0.9997(0.998-1.001)	0.6560	1.0015(1.000-1.003)	0.0760	1.0005(0.998-1.003)	0.7170
2 días previos	0.9991(0.998-1.000)	0.0070	0.9974(0.996-0.999)	0.0040	1.0004(0.999-1.002)	0.5660	0.9989(0.998-1.000)	0.0800	1.0018(1.000-1.003)	0.0340*	1.0004(0.998-1.003)	0.7660
3 días previos	0.9991(0.998-1.000)	0.0040	0.9978(0.996-1.000)	0.0150	1.0009(1.000-1.002)	0.1890	0.9991(0.998-1.000)	0.1390	1.0005(0.999-1.002)	0.5740	1.0007(0.998-1.003)	0.5810
4 días previos	0.9989(0.998-1.000)	0.0010	0.9980(0.996-1.000)	0.0290	1.0003(0.999-1.002)	0.6450	0.9992(0.998-1.000)	0.1860	1.0006(0.999-1.002)	0.4900	1.0004(0.998-1.003)	0.7590
5 días previos	0.9993(0.999-1.000)	0.0300	0.9992(0.997-1.001)	0.3720	1.0001(0.999-1.001)	0.8880	0.9992(0.998-1.000)	0.1860	1.0021(1.000-1.004)	0.0110*	1.0011(0.999-1.004)	0.4060
6 días previos	0.9997(0.999-1.000)	0.4250	1.0003(0.999-1.002)	0.7650	0.9998(0.998-1.001)	0.7670	1.0000(0.999-1.001)	0.9620	1.0021(1.000-1.004)	0.0140*	1.0037(1.001-1.006)	0.0030*
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	1.0028(1.002-1.004)	0.0000**	1.0024(1.001-1.004)	0.0070*	1.0005(0.999-1.002)	0.5770	1.0029(1.001-1.004)	0.0000**	1.0008(0.998-1.003)	0.5250	1.0024(1.000-1.005)	0.0760
1 día previo	1.0006(1.000-1.001)	0.0570	1.0010(0.999-1.002)	0.2070	0.9992(0.998-1.001)	0.2460	1.0014(1.000-1.003)	0.0220*	1.0000(0.998-1.002)	0.9950	1.0010(0.998-1.003)	0.4470
2 días previos	0.9995(0.999-1.000)	0.1420	1.0005(0.999-1.002)	0.5450	0.9993(0.998-1.001)	0.3280	0.9995(0.998-1.001)	0.3770	0.9997(0.998-1.002)	0.8120	0.9995(0.997-1.002)	0.7040
3 días previos	0.9994(0.999-1.000)	0.0790	1.0004(0.999-1.002)	0.5650	0.9994(0.998-1.001)	0.3620	0.9994(0.998-1.001)	0.3050	0.9995(0.997-1.002)	0.6260	1.0002(0.998-1.003)	0.8930
4 días previos	0.9995(0.999-1.000)	0.1050	1.0001(0.999-1.002)	0.9250	0.9994(0.998-1.001)	0.3670	0.9998(0.999-1.001)	0.7470	0.9994(0.997-1.001)	0.5620	1.0004(0.998-1.003)	0.7330
5 días previos	0.9998(0.999-1.000)	0.4530	1.0001(0.999-1.002)	0.9360	0.9987(0.997-1.000)	0.0680	1.0013(1.000-1.002)	0.0230*	0.9990(0.997-1.001)	0.3540	1.0004(0.998-1.003)	0.7600
6 días previos	1.0002(1.000-1.001)	0.6430	1.0008(0.999-1.002)	0.3110	0.9993(0.998-1.001)	0.3270	1.0014(1.000-1.003)	0.0150*	0.9988(0.997-1.001)	0.2870	1.0026(1.000-1.005)	0.0350*

* Significativo p < 0.05

** Altamente significativo p <0.001

& Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de CO

Tabla 40 Relación de monóxido de carbono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada seca+, 2004-2011

Modelo CO	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	1.0045(1.004-1.005)	0.0000**	1.0031(1.002-1.004)	0.0000**	1.0047(1.004-1.006)	0.0000**	1.0033(1.002-1.004)	0.0000**	1.0023(1.001-1.003)	0.0000**	1.0067(1.005-1.008)	0.0000**
1 día previo	1.0030(1.003-1.003)	0.0000**	1.0020(1.001-1.003)	0.0000**	1.0037(1.003-1.004)	0.0000**	1.0025(1.002-1.003)	0.0000**	1.0013(1.000-1.002)	0.0030*	1.0045(1.003-1.006)	0.0000**
2 días previos	1.0028(1.003-1.003)	0.0000**	1.0023(1.002-1.003)	0.0000**	1.0036(1.003-1.004)	0.0000**	1.0020(1.001-1.003)	0.0000**	1.0018(1.001-1.003)	0.0000**	1.0042(1.003-1.005)	0.0000**
3 días previos	1.0027(1.002-1.003)	0.0000**	1.0020(1.001-1.003)	0.0000**	1.0028(1.002-1.003)	0.0000**	1.0015(1.001-1.002)	0.0000**	1.0023(1.001-1.003)	0.0000**	1.0061(1.005-1.007)	0.0000**
4 días previos	1.0027(1.002-1.003)	0.0000**	1.0023(1.001-1.003)	0.0000**	1.0027(1.002-1.003)	0.0000**	1.0011(1.000-1.002)	0.0010**	1.0027(1.002-1.003)	0.0000**	1.0057(1.004-1.007)	0.0000**
5 días previos	1.0025(1.002-1.003)	0.0000**	1.0024(1.002-1.003)	0.0000**	1.0031(1.002-1.004)	0.0000**	1.0009(1.000-1.002)	0.0080*	1.0022(1.001-1.003)	0.0000**	1.0044(1.003-1.006)	0.0000**
6 días previos	1.0026(1.002-1.003)	0.0000**	1.0024(1.002-1.003)	0.0000**	1.0027(1.002-1.003)	0.0000**	1.0011(1.000-1.002)	0.0010**	1.0025(1.002-1.003)	0.0000**	1.0060(1.005-1.007)	0.0000**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	1.0015(1.001-1.002)	0.0020*	0.9988(0.996-1.001)	0.3270	0.9994(0.998-1.001)	0.5000	1.0000(0.998-1.002)	0.9910	1.0024(1.000-1.005)	0.0450	1.0029(0.999-1.006)	0.1110
1 día previo	1.0002(0.999-1.001)	0.7020	0.9986(0.997-1.001)	0.2060	0.9994(0.998-1.001)	0.4620	0.9999(0.998-1.001)	0.8710	1.0016(0.999-1.004)	0.1490	0.9998(0.997-1.003)	0.9040
2 días previos	0.9999(0.999-1.001)	0.7130	0.9983(0.996-1.000)	0.1130	0.9999(0.998-1.001)	0.9450	0.9990(0.998-1.000)	0.1670	1.0024(1.000-1.004)	0.0250*	0.9993(0.996-1.002)	0.6660
3 días previos	0.9998(0.999-1.001)	0.5580	0.9989(0.997-1.001)	0.2980	1.0002(0.999-1.002)	0.7820	0.9987(0.997-1.000)	0.0770	1.0013(0.999-1.003)	0.2250	1.0002(0.997-1.003)	0.9020
4 días previos	0.9995(0.999-1.000)	0.1920	0.9982(0.996-1.000)	0.1020	0.9997(0.998-1.001)	0.6740	0.9991(0.998-1.001)	0.2000	1.0008(0.999-1.003)	0.4660	0.9991(0.996-1.002)	0.5690
5 días previos	0.9999(0.999-1.001)	0.8760	0.9996(0.998-1.002)	0.7060	0.9999(0.998-1.001)	0.9010	0.9985(0.997-1.000)	0.0390	1.0029(1.001-1.005)	0.0060*	1.0007(0.998-1.004)	0.6670
6 días previos	1.0001(0.999-1.001)	0.8070	0.9998(0.998-1.002)	0.8220	0.9992(0.998-1.001)	0.3020	0.9991(0.998-1.001)	0.2460	1.0022(1.000-1.004)	0.0370*	1.0046(1.002-1.008)	0.0030*
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	1.0038(1.003-1.005)	0.0000**	1.0037(1.002-1.006)	0.0010**	1.0006(0.999-1.002)	0.5520	1.0038(1.002-1.006)	0.0000**	1.0014(0.998-1.004)	0.3610	1.0018(0.998-1.006)	0.3240
1 día previo	1.0014(1.001-1.002)	0.0010**	1.0024(1.001-1.004)	0.0090*	0.9983(0.997-1.000)	0.0420	1.0019(1.000-1.003)	0.0100*	0.9993(0.997-1.002)	0.6450	1.0012(0.998-1.004)	0.4690
2 días previos	1.0003(1.000-1.001)	0.4360	1.0011(0.999-1.003)	0.2080	0.9985(0.997-1.000)	0.0680	1.0001(0.999-1.001)	0.9360	0.9994(0.997-1.002)	0.6650	0.9997(0.997-1.003)	0.8610
3 días previos	1.0005(1.000-1.001)	0.1650	1.0012(0.999-1.003)	0.1660	0.9990(0.997-1.001)	0.2100	0.9999(0.999-1.001)	0.8560	1.0014(0.999-1.004)	0.2930	1.0001(0.997-1.003)	0.9340
4 días previos	1.0005(1.000-1.001)	0.2080	1.0013(1.000-1.003)	0.1570	0.9989(0.997-1.001)	0.1860	0.9999(0.999-1.001)	0.8690	1.0005(0.998-1.003)	0.7240	1.0002(0.997-1.003)	0.9030
5 días previos	1.0007(1.000-1.001)	0.0920	1.0008(0.999-1.003)	0.3560	0.9984(0.997-1.000)	0.0490	1.0014(1.000-1.003)	0.0520	0.9994(0.997-1.002)	0.6810	0.9996(0.997-1.003)	0.8260
6 días previos	1.0012(1.000-1.002)	0.0020*	1.0013(1.000-1.003)	0.1510	0.9989(0.997-1.000)	0.1650	1.0016(1.000-1.003)	0.0220*	1.0008(0.998-1.004)	0.5480	1.0023(0.999-1.005)	0.1410

* Significativo p < 0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de CO

+ La temporada seca corresponde a los meses de enero a mayo, noviembre y diciembre

Tabla 41 Relación de monóxido de carbono y hospitalizaciones de causa respiratoria en menores de 5 años de la ZMVM durante la temporada húmeda+, 2004-2011

Modelo CO	ZMVM		CLASIFICACIÓN POR CADA ZONA DE LA ZMVM									
	GENERAL		CENTRO		NORESTE		NOROESTE		SURESTE		SUROESTE	
	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**	RR*10 (IC 95%) &	p<z *,**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS BAJAS												
Mismo día	1.0031(1.002-1.004)	0.0000**	1.0036(1.001-1.006)	0.0020*	1.0022(1.000-1.005)	0.0850	1.0019(1.000-1.004)	0.0600	0.9971(0.995-0.999)	0.0100	1.0100(1.007-1.013)	0.0000**
1 día previo	1.0013(1.000-1.002)	0.0020*	1.0041(1.002-1.006)	0.0000**	1.0012(0.999-1.003)	0.2860	0.9998(0.998-1.001)	0.8240	0.9968(0.995-0.999)	0.0020	1.0071(1.005-1.010)	0.0000**
2 días previos	1.0004(1.000-1.001)	0.3260	1.0028(1.001-1.005)	0.0070*	1.0008(0.999-1.003)	0.4860	0.9998(0.998-1.001)	0.8390	0.9959(0.994-0.998)	0.0000	1.0055(1.003-1.008)	0.0000**
3 días previos	1.0008(1.000-1.002)	0.0560	1.0017(1.000-1.004)	0.0880	1.0007(0.999-1.003)	0.5040	1.0012(1.000-1.003)	0.1100	0.9971(0.995-0.999)	0.0050	1.0062(1.004-1.009)	0.0000**
4 días previos	1.0009(1.000-1.002)	0.0230*	1.0006(0.999-1.003)	0.5310	1.0007(0.999-1.003)	0.4860	1.0009(0.999-1.002)	0.2350	0.9997(0.998-1.002)	0.7540	1.0064(1.004-1.009)	0.0000**
5 días previos	1.0005(1.000-1.001)	0.2100	1.0014(0.999-1.003)	0.2050	1.0006(0.998-1.003)	0.5720	1.0009(0.999-1.002)	0.2510	0.9976(0.996-1.000)	0.0150	1.0055(1.003-1.008)	0.0000**
6 días previos	1.0010(1.000-1.002)	0.0190*	1.0018(1.000-1.004)	0.1100	1.0003(0.998-1.002)	0.7960	1.0024(1.001-1.004)	0.0020*	0.9981(0.996-1.000)	0.0600	1.0057(1.003-1.008)	0.0000**
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS ALTAS												
Mismo día	1.0000(0.999-1.001)	0.9530	0.9981(0.994-1.002)	0.3270	1.0022(0.999-1.005)	0.1590	1.0005(0.998-1.003)	0.7400	1.0020(0.999-1.005)	0.1930	1.0057(1.001-1.010)	0.0140*
1 día previo	0.9983(0.997-0.999)	0.0050	0.9969(0.993-1.000)	0.0780	1.0012(0.998-1.004)	0.3990	0.9995(0.997-1.002)	0.7020	1.0014(0.999-1.004)	0.3230	1.0015(0.997-1.006)	0.5030
2 días previos	0.9975(0.996-0.999)	0.0000	0.9949(0.991-0.998)	0.0040	1.0017(0.999-1.004)	0.2150	0.9990(0.997-1.001)	0.3450	1.0007(0.998-1.004)	0.6150	1.0021(0.998-1.006)	0.3370
3 días previos	0.9975(0.996-0.999)	0.0000	0.9948(0.991-0.998)	0.0030	1.0028(1.000-1.005)	0.0330*	1.0000(0.998-1.002)	0.9710	0.9989(0.996-1.002)	0.4590	1.0014(0.997-1.006)	0.5180
4 días previos	0.9978(0.997-0.999)	0.0000	0.9973(0.994-1.001)	0.1160	1.0022(1.000-1.005)	0.0940	0.9995(0.997-1.002)	0.6640	1.0002(0.997-1.003)	0.8960	1.0025(0.998-1.007)	0.2360
5 días previos	0.9979(0.997-0.999)	0.0000	0.9980(0.995-1.001)	0.2560	1.0008(0.998-1.003)	0.5620	1.0008(0.999-1.003)	0.4360	1.0009(0.998-1.004)	0.5410	1.0015(0.997-1.006)	0.4930
6 días previos	0.9990(0.998-1.000)	0.0720	1.0016(0.998-1.005)	0.3570	1.0018(0.999-1.004)	0.1720	1.0022(1.000-1.004)	0.0450*	1.0019(0.999-1.005)	0.1930	1.0018(0.998-1.006)	0.4090
ASMA Y ESTADO ASMÁTICO												
Mismo día	1.0015(1.000-1.003)	0.0310*	1.0002(0.997-1.004)	0.9140	1.0025(0.999-1.006)	0.1350	1.0028(1.000-1.006)	0.0520	1.0005(0.997-1.004)	0.7990	1.0040(1.000-1.008)	0.0630
1 día previo	0.9994(0.998-1.001)	0.3390	0.9975(0.994-1.000)	0.1010	1.0036(1.001-1.007)	0.0140*	1.0005(0.998-1.003)	0.6820	1.0020(0.998-1.006)	0.2710	1.0005(0.996-1.005)	0.8070
2 días previos	0.9980(0.997-0.999)	0.0010	0.9989(0.996-1.002)	0.4470	1.0031(1.000-1.006)	0.0290*	0.9982(0.996-1.000)	0.0940	1.0011(0.998-1.005)	0.5290	0.9986(0.995-1.003)	0.5010
3 días previos	0.9971(0.996-0.998)	0.0000	0.9984(0.996-1.001)	0.2780	1.0016(0.999-1.004)	0.2520	0.9986(0.997-1.001)	0.1830	0.9969(0.993-1.000)	0.0850	0.9996(0.996-1.004)	0.8520
4 días previos	0.9974(0.996-0.999)	0.0000	0.9969(0.994-1.000)	0.0410	1.0016(0.999-1.004)	0.2580	0.9999(0.998-1.002)	0.9020	0.9982(0.995-1.002)	0.3140	1.0003(0.996-1.004)	0.8860
5 días previos	0.9980(0.997-0.999)	0.0010	0.9983(0.995-1.001)	0.2530	1.0006(0.998-1.003)	0.6540	1.0016(1.000-1.004)	0.1360	0.9989(0.995-1.002)	0.5310	1.0012(0.997-1.005)	0.5610
6 días previos	0.9981(0.997-0.999)	0.0020	1.0000(0.997-1.003)	0.9910	1.0018(0.999-1.005)	0.2110	1.0014(0.999-1.004)	0.1900	0.9963(0.993-1.000)	0.0430	1.0028(0.999-1.007)	0.1590

* Significativo p <0.05, ** Altamente significativo p <0.001 & Riesgo relativo de hospitalizaciones por cada 10 ppb de CO

+ La temporada húmeda corresponde a los meses de junio a octubre

7.6 DISCUSIÓN

Es bien sabido que la contaminación atmosférica puede afectar la salud de las poblaciones, principalmente la salud de los individuos más susceptibles como niños, mujeres embarazadas y adultos mayores. En el presente estudio se determinó que las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ se encuentran por encima de los límites permisibles la mayor parte del periodo de estudio, esto condiciona una exposición continua de los habitantes de la ZMVM. Este estudio abarco un periodo de ocho años y por la cantidad de información recopilada tanto de egresos hospitalarios como de concentraciones de contaminantes atmosféricos, ofrece mayores posibilidades de detectar una relación entre éstos. Cabe hacer mención y recalcar que se analizaron las atenciones médicas hospitalarias de causa respiratoria por lo que se trató de un problema que ameritó ingreso en unidad hospitalaria sin dejar a un lado otros determinantes que pueden favorecer los ingresos a estas unidades médicas como la susceptibilidad individual de la población en estudio, debido a su edad y a la terminación tardía de la expansión pulmonar hasta la edad escolar. [89] También se consideran las características topográficas donde se ubica la ZMVM ya que por éstas, condiciona un estancamiento de los contaminantes criterio y aunque existe una relación de éstos con las enfermedades respiratorias, los resultados varían de una zona a otra de las cinco que conforman la ZMVM debido además a la velocidad y dirección del viento que en esta zona predomina en una dirección de Noroeste a Sur en la mayor parte del día. [90] En general la zona Centro muestra mayores asociaciones que las zonas localizadas en el Sur. La zona centro de la ZMVM la constituyen las delegaciones del D.F. Cuauhtémoc, Benito Juárez, Venustiano Carranza e Iztacalco; esta zona concentra el 16.1% del total de población de la ZMVM, con una densidad de población de 12,954 habitantes por km^2. Es la zona donde se concentran en mayor número las actividades económicas con 5,647 empleos por km^2 [91], además de contener hospitales con gran capacidad como el Hospital General de México, Hospital Infantil de México Federico Gómez, Hospital General Dr. Gregorio Salas Flores y los Hospitales Pediátricos Iztacalco, Peralvillo y Moctezuma.

Se decidió analizar los datos de acuerdo a la temporada del año dado que durante la temporada seca fría, los problemas vasoespásticos de la mucosa nasal se exacerban con el mayor tiempo que se mantienen las personas en lugares cerrados, mientras que en la temporada seca cálida y húmeda se generan mayores concentraciones de aeroalergenos. El resultado de lo anterior se refleja en los picos observados en el análisis de los ingresos hospitalarios por enfermedades de vías respiratorias altas, uno en invierno y otro en primavera.

Al analizar la relación entre los registros promedio de contaminantes criterio y hospitalizaciones por causa respiratoria se encontró una asociación estadísticamente significativa con PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2 y NO_2, mientras que el O_3 no mostró asociación significativa. Por su parte *Moore et al* (2008) encontraron un incremento del riesgo en hospitalizaciones de 4.6% por cada 10 ppb[***] de incremento en los niveles de ozono, cabe

[***] ppb= partes por billón

mencionar que las concentraciones promedio de este contaminante en California fueron de 87.7 ppb, mientras que para la ZMVM la concentración máxima se reportó durante el 2005 y el 2011 y alcanzó las 31.0 ppb, lo que representa casi 3 veces menos la concentración en esta ciudad estadounidense.

De igual manera, en un estudio realizado en la Ciudad de México, Téllez-Rojo et al. señalaron un aumento de 9.9% (IC 95%, 7.0-12.9) en invierno en las consultas de urgencia por infecciones de las vías respiratorias superiores al aumentar 50 ppb en el nivel máximo de ozono en una hora, y de hasta un incremento de 30% de consultas si se toma en cuenta el promedio de cinco días. Aunque en nuestro estudio se manifiesta que las concentraciones de ozono están fuera de norma, el análisis de datos no arrojó asociación con hospitalizaciones en menores de 5 años, lo anterior probablemente es debido a se tomó el promedio diario de ozono y el promedio móvil de 8 horas y no el máximo horario, o bien porque las concentraciones de ozono que se tomaron en 1997 eran mayores y fueron disminuyendo paulatinamente conforme los años próximos. Otra posible explicación pudiera deberse a una falta de ajuste en el modelo por la temperatura, pues es evidente que la temperatura juega un papel muy importante en las infecciones respiratorias, sobre todo en el caso del efecto protector no plausible mostrado entre la exposición a ozono y enfermedades respiratorias.

En nuestro estudio se relacionó las PM_{10} y $PM_{2.5}$ con mayor riesgo de presentar enfermedades respiratorias bajas (ERB) y altas (ERA) durante la temporada seca que abarca los meses de noviembre a mayo; como también lo reportan *Tramuto et al* con mayor número de consultas durante esta temporada. Resultado similar muestran los estudios de *Stieb et al* en Canadá donde determinó un incremento de hasta 6.2% las visitas a urgencias por asma y EPOC por 18.4ppb. Para nuestro estudio el incremento en las hospitalizaciones por asma en menores de 5 años es hasta de 24% el mismo día de la exposición a $PM_{2.5}$ por cada 10 $\mu g/m^3$ de incremento en este contaminante en temporada húmeda.

Se encontró un incremento de hospitalizaciones a causa de enfermedad respiratoria baja de 7.23% por cada 10 $\mu g/m^3$ de PM_{10} desde el mismo día de exposición el cual disminuye al aumentar los días de retraso de atención hospitalaria; también se halló un incremento de 9.97% en las hospitalizaciones por enfermedad respiratoria alta y de 11.27% para hospitalizaciones debido a asma en menores de cinco años. Los hallazgos de *Vigotti et al* fueron muy similares a los nuestros con un incremento del 10% de los ingresos hospitalarios de causa respiratoria por cada 10 $\mu g/m^3$ de incremento en PM_{10} con un retraso de 1 día.

Aunque se han realizado varios estudios sobre contaminantes atmosféricos con hospitalizaciones de causa respiratoria con resultados significativos, existen otros con resultados que difieren. En el estudio de *Restrepo et al* realizado en cuatro ciudades de Nueva York se encontró asociación estadísticamente significativa de hospitalizaciones por asma con SO_2, NO_2 y CO principalmente, menos con O_3 y un incremento de 9.3% para $PM_{2.5}$ en menores de 5 años. En nuestro estudio se incrementan las hospitalizaciones por asma debido a NO_2 en un 7.2% y debido a SO_2 en 5.1% por cada 10 ppb que aumenten

estos contaminantes. Asimismo hubo mayor asociación de hospitalizaciones por asma con $PM_{2.5}$ en temporada húmeda desde el primer día de exposición en la zona Noroeste del Valle de México y de CO en temporada seca y húmeda en la misma zona aunque este último contaminante no contribuye directamente en las patologías respiratorias estudiadas. Estudio similar fue el estudio EVA (Emission Vehicular and Asthma study) en la Ciudad de México que inicio en 2003 y que, al enfocarse en el análisis de niños asmáticos en un hospital de la ciudad y su efecto al exponerse a contaminantes relacionados con el tráfico vehicular se encontró una asociación de hasta 11% en sintomatología asmática por cambio en el rango intercuartílico de $PM_{2.5}$, sin embargo en este estudio de *Escamilla-Núñez et al* no hubo interacción significante de los contaminantes con la temporada del año a diferencia del nuestro donde se observa mayor incremento porcentual de hospitalizaciones por asma hasta del 25% el primer día de exposición durante la temporada húmeda por cada 15 ppm correspondiente a nuestro rango intercuartílico.

Consideramos hacer el estudio por temporada del año, ya que tanto la concentración como la composición de las partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros varían de una temporada a otra. En el mismo estudio de *Restrepo et al* enfatiza que en Nueva York en los meses cálidos, el PM_{10} está compuesto mayormente por sulfuros mientras que en meses fríos los nitratos son más importantes en su composición y al realizar su modelo por zona donde se incluyeron todos los grupos de edad encontró mayor asociación en meses fríos de noviembre a marzo, pero no en los meses cálidos (de mayo a septiembre) lo que en la presente investigación la asociación se presentó en la temporada húmeda que incluye los meses de junio a octubre.

Únicamente un valor fue significativo en la zona Noroeste de la Zona Metropolitana del Valle de México con dos días previos de exposición a ozono con enfermedad respiratoria, éste valor se mantuvo en temporada seca, no así en la húmeda. En el estudio realizado por el Grupo Colaborativo de Trabajo en Contaminación Atmosférica, Pobreza y Salud en la ciudad de Ho Chi Minh en Vietnam tampoco se encontró asociación de enfermedad respiratoria baja con ozono, aunque si para PM_{10}, NO_2 y SO_2 durante la temporada seca (noviembre-abril) pero no en la temporada húmeda (mayo-octubre), lo que en nuestro estudio, sin importar la temporada del año se encontró asociación significativa con PM_{10}. Lo cual difiere con el estudio de *Moura et al* en Rio de Janeiro donde se halló una relación estadísticamente significativa de ozono con un incremento de las hospitalizaciones de causa respiratoria de 1.4% (p= 0.05) y de 2.65% (p=0.007) de hospitalizaciones por enfermedades de vías respiratorias bajas el mismo día de la exposición; o el estudio de *Hernández Cadena et al* en Ciudad Juárez, Chihuahua donde por cada incremento de 20 ppb de ozono se incrementan en 3% las consultas a urgencias por causa respiratoria.

Como es bien sabido, los contaminantes no se encuentran aislados en el ambiente, y por ende, muchos de los efectos en la salud pudieran ser resultado de la exposición a una mezcla de contaminantes. Para soportar ésta idea en esta investigación se evalúo el efecto de las $PM_{2.5}$ en conjunto con la exposición a ozono, con ello se observó que en días en los cuales las concentraciones de ozono estuvieron por arriba de 0.05 ppm y de 0.08 ppm en promedio de 8 horas, el efecto por la exposición a $PM_{2.5}$ sobre el incremento en el número de ingresos por cualquier tipo de enfermedad respiratorias, tanto altas como bajas y asma

fue mayor, que para días con concentraciones bajas de ozono, como se muestra en la **tabla 23**. La decisión de evaluar estos puntos de corte para ozono fue basada en los valores de referencia que se tienen para la OMS y en base a concentraciones aún más bajas de la norma y sobre las cuales fluctúan la mayoría de los días, es posible que los efectos observables sean altos.

Si bien existe evidencia de asociación de hospitalizaciones por exposición a contaminantes atmosféricos **(Cuadro 3),** esto sólo refleja una parte del problema, ya que se estima que un bajo porcentaje de los casos de enfermedad respiratoria principalmente de vías respiratorias altas amerita hospitalización, lo que significa que el problema de la contaminación atmosférica y su relación con efectos adversos a la salud es más evidente en atenciones de consulta externa. Es posible que los ingresos por causa respiratoria puedan no ser el mejor indicador para estimar la asociación entre contaminantes y eventos de salud secundarios pero los resultados de éste análisis nos dan un panorama del impacto de la contaminación atmosférica como un problema de Salud Pública no sólo local sino mundial.

7.7 LIMITACIONES

Una de las limitaciones de los estudios ecológicos es la falacia ecológica, pues se trabajó con información agregada de promedio de contaminantes atmosféricos y de hospitalizaciones por cada una de las cinco zonas de la ZMVM, y aunque se ha encontrado asociación significativa, este tipo de estudio no permite hacer inferencia sobre las causas de riesgo a nivel individual ni señalar qué personas están sometidas al riesgo de ser hospitalizadas, ya que se caería en una falacia ecológica además que no se pueden controlar las variables confusoras. Al tratarse de un estudio ecológico tampoco se cuenta con información individual como la distancia de la vivienda del paciente con el monitor atmosférico, o el patrón de actividades durante el día, principalmente la actividad física, lo que hubiera permitido una caracterización precisa del nivel de exposición. Se subestima el riesgo al hecho de asignarle a un paciente la zona de estudio de acuerdo al hospital donde fue atendido sin considerar la ubicación de su domicilio infiriendo que dicho paciente corresponde a la zona donde se halla el hospital. Si bien el SAEH[†††] registra la zona de residencia de cada paciente que egresa, esta información no está disponible en la página de la DGIS. No fue posible realizar esta referenciación por zona de acuerdo domicilio debido a que las bases de datos se encontraban incompletas, cayendo en un posible error de medición.

Otro ejemplo de lo anterior es que al ser equipos de monitoreo atmosférico automáticos se encontraron registros faltantes debido a fallas en los estaciones de monitoreo de la calidad del aire. Considerar además que en 2007 se inició el proyecto Rediseño del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México pero fue hasta 2011 que se hicieron modificaciones en las estaciones de monitoreo por no cumplir con representatividad por las características del entorno, además de falta de consistencia y de

[†††] Subsistema Automatizado de Egresos Hospitalarios

asociación, suspendiéndolas, reubicándolas, reforzándolas con equipo adicional o bien instalando nuevos equipos. Al analizar los registros de los egresos hospitalarios se encontró que de los años estudiados, en cada año hubo modificaciones en el formato de registro de los egresos hospitalarios haciendo éste más extenso lo que puede limitar el llenado completo de todos los campos que se solicitan de acuerdo a las características de cada paciente.

Una limitación más fue la hallada en la ausencia de control sobre el diagnóstico establecido en base a la clasificación internacional de enfermedades CIE-10 y registrado en los reportes del SAEH como sospecha diagnóstica, sin embargo este Sistema carece de seguimiento de los pacientes para confirmación o descarte.

Al tratarse de un estudio que evaluó los ingresos hospitalarios, sabemos de antemano que hay más consultas de las reportadas en estas unidades de salud, aquéllas que son tratadas en unidades médicas del primer nivel de atención como centros de salud o bien de forma particular que se reportan en el Subsistema de Prestación de Servicios (SIS) y en el Subsistema Automatizado de Urgencias Médicas (SAUM), y también reconocemos como limitante que muchas personas no acuden a un servicio médico para su atención sino que se atienden en casa, con medicamentos que consiguen sin receta médica, con remedios caseros o con medicamentos de rescate, como en el caso de pacientes asmáticos, por lo que sólo llegan a los hospitales una fracción de los pacientes que presentan los efectos respiratorios de las altas concentraciones de contaminantes atmosféricos. Finalmente otra limitación de este estudio es que asume que los niños tienen patrones similares de exposición lo que permite suponer que en los días en que se encuentren niveles altos de contaminantes se presentan también exposiciones altas.

Las limitaciones observadas en este estudio provienen de errores en la medición principalmente, y no consideramos que sean errores sistemáticos, sino más bien aleatorios, lo que pudiera ocasionar una subestimación del efecto más que una sobreestimación.

7.8 APORTACIONES Y VENTAJAS

Desde la puesta en marcha de las estaciones automáticas para el monitoreo atmosférico, éstas han detectado en su mayor parte y constantemente los registros diarios de contaminantes atmosféricos, que con las tecnologías de la información y con el esfuerzo humano nos permite tener acceso a la información validada por las instancias encargadas de este monitoreo. Al abarcar un periodo de estudio de ocho años, del 2004 al 2011, se analizó el patrón que ha seguido cada contaminante monitoreado por la RAMA a lo largo de los últimos ocho años y tomando los límites máximos permisibles tanto de la Norma Oficial Mexicana como de las Guías de Calidad del Aire de la OMS se obtuvo información de cuáles contaminantes superan los límites máximos permisibles y la concentración promedio de cada contaminante por variables de interés, como año, día de la semana y temporada del año.

Asimismo este estudio permitió aportar conocimiento sobre la demanda de la población infantil por grupo de edad y sexo que requiere hospitalización por causa respiratoria así

como también la demanda por cada clasificación de patología respiratoria y el comportamiento de éstas a lo largo del periodo de estudio.

Una ventaja de tener la información en bases de datos disponibles es que hace sencillo su análisis y permite generar evidencia para futuras modificaciones a las normas oficiales vigentes o servir de base para la formulación de políticas públicas referentes a medio ambiente.

7.9 CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

En este estudio se presenta información sobre el impacto de los contaminantes atmosféricos monitoreados diariamente por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico en cada una de las zonas en que se divide la Zona Metropolitana del Valle de México y las admisiones hospitalarias de causa respiratoria en población infantil menor de cinco años durante un periodo de estudio de 8 años (2004-2011). Se reconoce que a pesar de que los contaminantes han descendido paulatinamente sus concentraciones como en el caso del dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, y ozono, aún estos contaminantes muestran cifras por encima de la norma y ocasionan un daño a la salud.

Una mención aparte reciben los niveles de PM_{10} y $PM_{2.5}$ que se mantienen por encima de la norma la mayor parte del año. Al conocer que existe una alta concentración de contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de México nos permite poder analizar esta información de acuerdo a la temporada del año, encontrando que hay mayor concentración diaria promedio durante la temporada seca de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y monóxido de carbono, mientras que en la temporada húmeda no se observa una concentración promedio superior, o bien se analiza la información por concentración por día de la semana, hallándose que el viernes hay mayores concentraciones PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2 y CO, el jueves hay mayor concentración de SO_2, mientras que el O_3 incrementa sus concentraciones el día domingo.

Al analizar las bases de datos de egresos hospitalarios de la cual se obtuvo la fecha de ingreso, se encontró que los niños entre 1 y 5 años, comparado con los menores de 1 año, presentan el mayor porcentaje de ingresos, siendo el sexo masculino quien mayormente demanda atención. En ambos grupos las hospitalizaciones se debieron en gran proporción por enfermedades respiratorias clasificadas como bajas hasta en un 86%. Al clasificar la ZMVM por zonas, la Noroeste seguida de la Noreste presentan mayor número de ingresos por hospitalizaciones de causa respiratoria.

Finalmente al analizar los efectos adversos a la salud de causa respiratoria que tienen los contaminantes monitoreados en la población menor de cinco años se encontró relación estadísticamente significativa de enfermedades respiratorias bajas (ERB) con $PM_{2.5}$ en la zona Centro, Noreste, Sureste y Suroeste, encontrando un incremento de hasta 8% desde el primer día de exposición por cada 10 $\mu g/m^3$ que se incrementen las concentraciones de $PM_{2.5}$ y un incremento de 7% por cada 10 $\mu g/m^3$ de aumento en PM_{10} en las cinco zonas de estudio. El dióxido de azufre se atribuye a un incremento de 11.4% de hospitalizaciones por ERB por cada 10 ppb, el dióxido de nitrógeno de 4.75% por cada 10 ppb.

Las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias altas (ERA) se incrementan en 6.12% por cada 10 μg/m^3 de $PM_{2.5}$, 9.97% por cada 10 μg/m^3 de PM10 y 17.33% por cada ppb de SO_2 desde el primer día de exposición. Tanto el NO_2 como el O_3 no muestran relación con este incremento en las hospitalizaciones en población susceptible.

Las hospitalizaciones debido a Asma en menores de 5 años se incrementan en 7.91% por cada 10 μg/m^3 de PM2.5, 11.27% por cada 10 μg/m^3 de PM_{10}, 5.1% por cada 10 ppb de SO_2 y 7.22% por cada 10 ppb de NO_2 desde el primer día de exposición. El ozono fue el único contaminante que no mostró relación con el incremento en las hospitalizaciones de causa respiratoria en nuestra población de estudio.

Aunque los resultados de los contaminantes atmosféricos fueron similares a otros estudios tanto en México como en otros países, el ozono sí mostró diferencias, inclusive en un estudio previo realizado en la Ciudad de México (Téllez, 1997), que de la misma manera que esta investigación, tomó como variable el máximo promedio horario.

A pesar de los esfuerzos para reducir los niveles de emisión de contaminantes a lo largo de las últimas décadas en la ZMVM, las concentraciones de los contaminantes encontradas durante el periodo de estudio muestran que ha tenido repercusión en la morbilidad de niños menores de cinco años. Como médico hago hincapié en la concientización del personal de salud ante casos de enfermedades respiratorias, que si bien éstas son comunes en menores de cinco años con tres a ocho episodios al año, la recurrencia aumenta cuando los niños permanecen en guarderías, jardines de niños o son expuestos al humo de tabaco y a otros contaminantes. Las enfermedades respiratorias se incrementan en temporada invernal y es durante diciembre y enero que hay mayor número de inversiones térmicas de superficie que favorecen la acumulación gradual de los contaminantes en la atmósfera. Con la evidencia recabada y la obtenida en esta investigación de la relación entre contaminantes atmosféricos y consultas médicas e ingresos hospitalarios es de suma importancia hacer de su conocimiento a los médicos de primer contacto de las instituciones de salud este factor de riesgo para enfermedades respiratorias y empezar a indagar sobre los hábitos de exposición de los infantes como la duración de las actividades al aire libre al momento del interrogatorio médico.

Como especialista en Salud Pública y tomador de decisiones en base a evidencia, a pesar de que los niveles de concentración de monóxido de carbono y de dióxido de nitrógeno se mantienen por debajo de las normas oficiales respectivas, se ha demostrado que afectan la salud de la población infantil de la ZMVM. Sugiero intensificar los esfuerzos en materia de calidad del aire con el fin de disminuir los efectos adversos de exposición a contaminantes en ésta zona con gran concentración poblacional y de creciente participación industrial y automotriz, vigilando los niveles atmosféricos de contaminantes criterio; continuar reforzando las estaciones de monitoreo de la Red Manual del SIMAT, además de analizar el resto de las redes de monitoreo del SINAICA. Se hace necesaria la puesta en marcha de políticas públicas encaminadas a reducir las emisiones de contaminantes en el ambiente, principalmente las de los vehículos a motor que son los que mayormente contribuyen al problema; a continuar con las ya existentes, realizar evaluaciones en éstas para evitar que empeore la situación en nuestra población más

susceptible y lograr una reducción anual en las concentraciones de los contaminantes atmosféricos, que ocasionaría una disminución a los ingresos hospitalarios con una disminución consiguiente de los costos al sistema de salud. Además apoyar programas de prevención sobre el hábito tabáquico en niños y adolescentes e investigar a la población expuesta a los más altos índices de concentración de los contaminantes, sugiriendo realizar el estudio en base al lugar de residencia del paciente, que puede diferir al lugar donde se atiende.

Por ello se sugiere que los resultados aquí obtenidos sirvan de referencia para futuras investigaciones, publicaciones y modificaciones a la Normativa Oficial Mexicana vigente para el máximo beneficio de la población y la adecuación de las mismas a los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud en el año 2005. Como se ha señalado, las normas se encuentran desactualizadas, pues tienen vigencia por cinco años de acuerdo a la Ley Federal de Metrología y Normalización a partir de su publicación. En el caso de la normativa para monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno (NOM-021-SSA1-1993 y NOM-023-SSA1-1993) éstas no se han modificado desde su puesta en marcha en diciembre de 1994, únicamente la NOM-022-SSA1-201 para dióxido de azufre se modificó recientemente.

Como individuos de una sociedad hay que recordar que se necesita el aire para vivir, que cada mexicano tiene derecho a un ambiente saludable pero también adquiere responsabilidad de la calidad del aire que respira, por lo que los resultados de las decisiones que se tomen en el presente repercutirán en un futuro a favor o no del ambiente y de la salud de las futuras generaciones.

VII. GLOSARIO

Afección principal: Situación diagnosticada al final del proceso de atención de la salud, como la causante primaria de la necesidad de tratamiento o investigación que tuvo el paciente. Si hay más de una afección con esta característica, debe seleccionarse la que se considere causante del mayor uso de recursos. Si no se hizo ningún diagnóstico, debe seleccionarse como afección principal el síntoma, hallazgo anormal o problema más importante.

Ambiente: Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Atención hospitalaria.- Se presta a pacientes hospitalizados para recibir atención médica o paramédica, sin importar el tiempo de estancia en la Unidad.

Cama censable: Aquella que genera un Egreso Hospitalario; ésta se encuentra en el servicio instalado en el área de hospitalización.

Cama no censable: Aquella que no genera un Egreso Hospitalario; es la cama que se destina a la atención transitoria o provisional, para observación del paciente, iniciar un tratamiento o intensificar la aplicación de procedimientos médico-quirúrgicos.

Clave Única de Establecimientos de Salud: Identificador único, consecutivo e intransferible que asigna la Secretaría de Salud a través de la Dirección General de Información en Salud de manera obligatoria a cada establecimiento de salud que exista en el territorio nacional, sea público, privado o social, y con la cual se identifica toda la información reportada por el mismo a cada uno de los componentes del Sistema Nacional de Información en Salud.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua.

DGIS: Dirección General de Información en Salud.

Egreso hospitalario: Evento de salida del paciente del servicio de hospitalización que implica la desocupación de una cama censable. Incluye altas por curación, mejoría, traslado a otra unidad hospitalaria, defunción, alta voluntaria o fuga. Excluye movimientos entre diferentes servicios dentro del mismo hospital.

INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Inversión térmica: Fenómeno natural en el que aumenta la temperatura al aumentar la altitud, peligrosa cuando, en la capa atmosférica en la que se encuentra inmersa, existen altas concentraciones de contaminantes que no pueden dispersarse. Las capas que se encuentran en contacto con la superficie del suelo son más frías y por lo tanto son más densas y pesadas que las capas superiores.

Lluvia ácida: Se forma cuando la humedad en el aire se combina con los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre generando ácido sulfúrico y ácidos nítricos; estas sustancias químicas con un pH menor a 5 caen a la tierra acompañando a las precipitaciones.

Microgramo por metro cúbico ($\mu g/m^3$): Es la unidad de masa del Sistema Internacional que equivale a la millonésima parte de un gramo contenida en un volumen de un cubo que mide un metro en todos sus lados (1000 litros).

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de Salud.

Partes por millón (ppm): Es la unidad empleada usualmente para valorar la presencia de elementos en pequeñas cantidades (traza) en una mezcla. Generalmente suele referirse a porcentajes en peso en el caso de sólidos y en volumen en el caso de gases.

Rango intercuartílico: Diferencia entre el cuartil tercero y el cuartil primero. El cuartil tercero corresponde al percentil 75 y el cuartil primero, al percentil 25. En ese rango se encuentra el 50% de las observaciones.

SAEH: Subsistema Automatizado de Egresos Hospitalarios.

Sesgo de agregación: El que ocurre porque una asociación observada entre variables en un nivel agregado, no necesariamente representa la asociación que existe en el ámbito individual.

SIEM: Sistema de Información Empresarial Mexicano.

SIMAT: Sistema de Monitoreo Atmosférico.

SINAICA: Sistema Nacional de Información sobre Calidad del Aire.

SINAIS: Sistema Nacional de Información en Salud.

SMN: Servicio Meteorológico Nacional.

SSA: Secretaría de Salud.

Zona metropolitana: Conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica.

ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México.

VIII. MATERIAL COMPLEMENTARIO

Anexo 1. Oficio para obtener información meteorológica de la ZMVM

México, DF a 11 de septiembre de 2012

Mtro en Ciencias Felipe Adrián Vázquez Galvez

Coordinador General del Servicio Meteorológico Nacional

Asunto: Solicitud de Bases de datos históricas

Por medio del presente oficio solicito acceso a la información correspondiente a los registro diarios durante el 2004 al 2011 de las variables meteorológicas temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial de la Zona Metropolitana del Valle de México y del Distrito Federal con el fin de recabar información para el desarrollo de mi tesis: Relación entre contaminación atmosférica y efectos respiratorios en menores de 5 años de la Zona Metropolitana del Valle de México.

De antemano muchas gracias, quedo de Usted.

Dra. Mónica Lili Rivera Palacios

R3 Especialidad de Salud Pública y Medicina Preventiva

Instituto Nacional de Salud Pública

RECIBIDO
SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL
11 SEP 2012

Anexo 2 Oficio de respuesta del ITAIPEM referente a nombre y ubicación de unidades médicas

ITAIPEM

SECRETARIA DE SALUD

Toluca, México a 04 de Octubre de 2012

Nombre del solicitante: MONICA RIVERA PALACIOS

Folio de la solicitud: 00092/SSALUD/IP/2012

En respuesta a la información solicitada a esta Secretaría de Salud del Estado de México a través del Sistema de Acceso a la Información Mexiquense (SAIMEX) con número de folio 00092/SSALUD/IP/2012, donde solicita "...nombres de las unidades hospitalarias del estado de Mexico con las siguientes CLUES: MCSSA001122 MCSSA002785 MCSSA003811 MCSSA008571 asi como los municipios donde se encuentran", Al respecto le informo que las unidades médicas on la Clave Unica de Establecimientos de Salud (CLUES) a la que hace usted referencia, son unidades médicas que han cambiado su ubicación (dirección), nivel de atención u otra circunstacia por la cual han sido dadas de baja, pero en su lugar hay otra unidad médica con igual o diferente nivel de atención, a continuación le informo sobre cada una de las claves CLUES solicitadas:

MCSSA001122: Hospital General Atlacomulco ubicado en el municipio de Atlacomulco y el cual cambio su dirección y actualmente tiene la clave CLUES: MCSSA010123

MCSSA002785: Centro de Salud de Ixtapan de la Sal ubicado en el municipio del mismo nombre y actualmete tiene la clave CLUES: MCSSA010082

MCSSA003811: Centro de Salud Malinalco ubicado en el municipio del mismo nombre, el cual dejo de funcionar derivado de la puesta en marcha del Hospital Malinalco con clave CLUES: MCSSA015262

MCSSA008571: Centro de Salud Zacualpan ubicado en el municipio del mismo nombre, el cual dejo de funcionar derivado de la puesta en marcha del Hospital Zacualpan con clave CLUES: MCSSA010263.

Sin otro particular, por el momento, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

ING. RAUL MARTINEZ CORRES

Responsable de la Unidad de Informacion

SECRETARIA DE SALUD

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Seinfeld, JH. Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution. Pasadena, California 1986. John Wiley & Sons. p. 738

2 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 4to. Disponible en http://www.constitucion.gob.mx/

3 Yassi A, Kjellström T, Kok T, Guidotti T. Salud Ambiental Básica.
Primera edición. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Oficina Regional para América Latina y El Caribe. Organización Mundial de la Salud; 2002: p. 22.

4 Bishop LP. Pollution Prevention: Fundamentals and Practice. McGraw Hill, U.S.A., 2000. En: Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Secretaría del Medio Ambiente. [Fecha de acceso 4 de octubre de 2012]. Disponible en http://portal2.edomex.gob.mx/rama/contaminacion_atmosferica/contaminacion_del_aire/index.htm

5 Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Contaminantes criterio. En: Calidad del aire en México. [Fecha de acceso 3 de marzo 2013]. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/calaire-indicadores/523-calaire-cont-criterio

6 Zuk M, Tzintzun MG, Rojas L. Tercer almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en nueve ciudades mexicanas. México(D.F.); 2007: 19.

7 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Fuentes de contaminación del aire. [Internet] [Fecha de acceso 1 de abril de 2013] Disponible en: http://www.ine.gob.mx/calaire-informacion-basica/537-calaire-fuentes

8 Air quality guidelines for Europe. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 1987 (WHO Regional Publications, European Series, No. 23).

9 Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (WHO Regional Publications, European Series, No. 91).

10 Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. [Fecha de acceso: 12 de Mayo de 2012] Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

11 Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Normas Oficiales Mexicanas. [Fecha de acceso 5 de marzo de 2013] http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/NormasPorTema/Calidad-de-aire.aspx

12 Redes de Monitoreo de la Calidad del Aire. Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire. [Fecha de actualización 31 de mayo de 2010; acceso 15 de julio de 2012] Disponible en: http://sinaica.ine.gob.mx/informa_redes.html

13 Sistema de Monitoreo Atmosférico. Subsistemas (Fecha de acceso 1 de Septiembre de 2012). Disponible en: http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/

14 Frumkin H. Salud ambiental: de lo global a lo local. Primera edición. Organización Panamericana de la Salud. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.; 2010: 363-366.

15 Secretaría del Medio Ambiente. Informe de la Calidad del Aire en la Ciudad de México, 2011: 19.

16 Particulate Matter: Basic Information. En: United States Environmental Protection Agency. (Fecha de actualización 15 de junio de 2012; acceso 5 de Octubre de 2012). Disponible en: http://www.epa.gov/air/particlepollution/fastfacts.html

17 Organización mundial de la Salud. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado,
el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005: 10-11. [Internet] [Fecha de acceso 3 de febrero de 2013]Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

18 Bell ML, Ebisu K, Peng RD, Samet JM, Dominici F. Hospital Admissions and Chemical Composition of Fine Particle Air Pollution. Am J Respir Crit Care Med 2009 [Internet]; 179: 1115–1120. Disponible en: www.atsjournals.org DOI: 10.1164/rccm.200808-1240OC.

19 Sacks JD, Stanek LW, Luben TJ, Johns DO, Buckley BJ, Brown JS, Ross M. Particulate Matter–Induced Health Effects: Who Is Susceptible?. Environ Health Perspect 2011 april [Internet] 119(11):446–454. [Fecha de acceso 18 de Mayo de 2012]. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20961824

20 Laumbach R. Outdoor Air Pollutants and Patient Health. American Family Physician 2010 [Internet]; 81(2): 176-180 [Fecha de acceso 18 de Mayo de 2012] Disponible en: www.aafp.org/afp

21 Frumkin H. Salud ambiental: de lo global a lo local. Primera edición. Organización Panamericana de la Salud. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.; 2010: 375-7.

22 Rage E, Siroux V, Nino Künzli, Pin I, Kauffmann F. Air pollution and asthma severity in adults. Occup Environ Med 2009 March [Internet]; 66(3): 182–188. Disponible en: www.ncbi.nlm.nig.gov/pmc/articles/PMC2663354;doi:10.1136/oem.2007.038349.

23 Ramírez-Rembao M, Rojas RI, García-Cueto R. Influencia de los Contaminantes Atmosféricos en las Infecciones Respiratorias Agudas en Mexicali-Baja California, México. Inf Tecnol 2009 [Internet], 20(3): 89-100 [Fecha de acceso 15 de junio de 2012] doi:10.1612/inf.tecnol.4060it.08

24 Monóxido de carbono en interiores. En: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (Fecha de actualización 3 de mayo de 2012; acceso 5 de Octubre de 2012). Disponible en: http://www.epa.gov/espanol/saludhispana/monoxido.html

25 Nitrogen Dioxide. En: United States Envronmental Protection Agency. (Fecha de actualización 22 de Marzo de 2012; acceso 6 de Octubre de 2012). Disponible en: http://www.epa.gov/airquality/nitrogenoxides/basic.html

26 Frumkin H. Salud ambiental: de lo global a lo local Primera edición. Organización Panamericana de la Salud. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.; 2010: 374-5.

27 Sulfur dioxide En: United States Envronmental Protection Agency. (Fecha de actualización 12 de Julio de 2012; acceso 6 de Octubre de 2012). Disponible en: http://www.epa.gov/airquality/sulfurdioxide/health.html

28 Frumkin H. Salud ambiental: de lo global a lo local. Ibid, pp: 373-4.

29 Hernández-Cadena L, Téllez-Rojo MM, Sanín-Aguirre LH, Lacasaña-Navarro M, Campos A, Romieu I. Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. Salud Publica Mex 2000 [Internet]; 42:288-297 [Fecha de acceso 18 de Junio de 2012]. Disponible en: www.scielosp.org/pdf/spm/v42n4/2876.pdf

30 Ramírez-Sánchez HU, Andrade-García MD, González-Castañeda ME, Celis-De la Rosa AJ. Contaminantes atmosféricos y su correlación con infecciones agudas de las vías respiratorias en niños de Guadalajara, Jalisco Salud Publica Mex 2006 [Internet]; 48: 385-394. [Fecha de acceso 24 de Junio de 2012]. Disponible en: redalyc.uaemex.mx/pdf/106/10648505.pdf

31 Moura M, Leite W, Azevedo G, Mendonça S, Ponce de Leon A. Air quality and emergency pediatric care for symptoms of bronchial obstruction categorized by age bracket in Rio de Janeiro, Brazi. Cad. Saúde Pública 2009 March [Internet]; 25(3):635-644 [Fecha de acceso 20 de Junio de 2012]. Disponible en: www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2009000300018&lng=en&nrm=iso

32 Alem N, Luján M, Bascopé D. Impacto de la Contaminación del Aire en Enfermedades Respiratorias Atendidas en el Centro Pediátrico Albina Patiño. Departamento de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad Católica Boliviana. Cochabamba, Bolivia. ACTA NOVA 2005 junio [Internet]; 3(1):75. [Fecha de acceso: 23 de Junio de 2009] Disponible en: www.ucbcba.edu.bo/Publicaciones/revistas/actanova/documentos/v3n1/v3.n1.alem.pdf

33 Ize I, Zuk M. La identificación del peligro al evaluar un riesgo para la salud humana. En: Introducción al análisis de riesgos ambientales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología Segunda edición. México (D.F.); 2010: 37.

34 Etzal RA, Balakrishnan K. Chapter 10: Air, in Children's health and the environment - A Global Perspective: A Resource Manual for the Health Sector, J. P. d. Garbino, Editor. 2004, WHO: Geneva. p. 107-132.

[35] Patel MM, Miller RL. Air pollution and childhood asthma: recent advances and future directions. Curr Opin Pediatr. 2009 April [internet]; 21(2): 235–242. [Fecha de acceso 4 de julio de 2012] Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1966304;1doi:10.1097/MOP.0b013e3283267726.

36 Zanobetti A, Schwartz J. Air pollution and emergency admissions in Boston. J Epidemiol Community Health 2006 [Internet]; 60:890–895. [Fecha de acceso 4 de Julio de 2012] Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2566060;doi:10.1136/jech.2005.039834

37 Guo Y, Tong S, Li S, Barnett AG, Yu W, Zhang Y, Pan X. Gaseous air pollution and emergency hospital visits for hypertension in Beijing, China: a timestratified case-crossover study. Environmental Health 2010 [Internet], 9:57 [Fecha de acceso 18 de mayo de 2012]. Disponible en: http://www.ehjournal.net/content/9/1/57

38 Castro P, Vera J, Cifuentes L, Wellenius G, Verdejo H, Sepúlveda L, Vokasovic JL. Polución por material particulado fino ($PM_{2.5}$) incrementa las hospitalizaciones por insuficiencia cardiaca. Rev Chil Cardiol 2010 [Internet]; 29(3): 306-314 [Fecha de acceso 7 de Julio de 2012]. Disponible en: www.scielo.cl/pdf/rchcardio/v29n3/art04.pdf

39 Liao D, Shaffer ML, He F, Rodríguez S, Wu R, Whitsel EA, Bixler EO, Cascio WE. Fine particulate air pollution is associated with higher Vulnerability to atrial fibrillation—the APACR study. J Toxicol Environ Health A. 2011 [Internet]; 74(11):693–705. [Fecha de acceso: 6 de Julio de 2012] Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3082849.

40 López-Abente G, García-Pérez J, Fernández-Navarro P, Boldo E, Ramis R. Colorectal cancer mortality and industrial pollution in Spain. BMC Public Health. 2012 August [Internet]1;12(1):589. [Fecha de acceso 10 de Octubre de 2012]. Disponible en, www.biomedcentral.com/1471-2458/12/589 doi:10.1186/1471-2458-12-589

41 Li H, Da Li Q, Wang MS, Li FJ, Li QH, Ma XJ, Wang DN. Smoking and air pollution exposure and lung cancer mortality in Zhaoyuan County. Int J Hyg Environ Health. 2012 July [Internet]. [Epub ahead of print] [Fecha de acceso 9 de Octubre de 2012]. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22841879

42 Freire C, Ramos R, Puertas R, Lopez-Espinosa MJ, Julvez J, Aguilera I, Cruz F, Fernandez MF, Sunyer J, Olea N. Association of traffic-related air pollution with cognitive development in children. J Epidemiol Community Health. 2010 March [Internet]; 64(3):223-8. [Fecha de acceso 10 de Octubre de 2012]. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19679705

43 Dix-Cooper L, Eskenazi B, Romero C, Balmes J, Smith KR. Neurodevelopmental performance among school age children in rural Guatemala is associated with prenatal and postnatal exposure to carbon monoxide, a marker for exposure to woodsmoke. Neurotoxicology. 2012 March [Internet]; 33(2):246-54. [Fecha de acceso 10 de Octubre de 2012]. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21963523

44 Araban M, Kariman N, Tavafian SS, Motesaddi S, Alavimajd H, Shokravi FA. Air pollution and low birth weight: a historical cohort study from Tehran. East Mediterr Health J. 2012 June [Internet]; 18(6):556-60. [Fecha de acceso 17 de Octubre de 2012]. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22888610

45 Olsson D, Ekström M, Forsberg B. Temporal variation in air pollution concentrations and preterm birth-a population based epidemiological study. Int J Environ Res Public Health. 2012 January [Internet]; 9(1):272-85. [Fecha de acceso 17 de Octubre de 2012]. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22470291

46 Currie J. Neidell M, Schmieder J. Air pollution and infant health: lessons from New Jersey. Health Econ. 2009 May [Internet]; 28(3): 688–703. [Fecha de acceso 18 de Mayo de 2012]. Disponible en: www.nber.org/papers/w14196 doi:10.1016/j.jhealeco.2009.02.001.

47 American Thoracic Society Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly. Health effects of outdoor air pollution. Am J Respir Crit Care Med 1996 [Internet]; 153(1): 3-50 [Fecha de acceso 21 de Junio de 2012]. Disponible en: ajrccm.atsjournals.org/content/153/1/3.abstract

48 Frumkin H. Salud ambiental: de lo global a lo local. Primera edición. Organización Panamericana de la Salud. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.; 2010: 363-6.

49 Stieb D, Szyszkowicz M, Rowe B, Leech J. Air pollution and emergency department visits for cardiac and respiratory conditions: a multi-city time-series analysis. Environmental Health 2009 [Internet]; 8:25 [Fecha de acceso 22 de Junio de 2012]. Disponible en: http://www.ehjournal.net/content/8/1/25; doi:10.1186/1476-069X-8-25.

50 Tramuto F, Cusimano R, Cerame G, Vultaggio M, Calamusa G, Maida C, Vitale F. Urban air pollution and emergency room admissions for respiratory symptoms: a case crossover study in Palermo, Italy. Environmental Health 2011 [Internet]; 10:31. Disponible en: http://www.ehjournal.net/content/10/1/31

51 Rosa AM, Ignotti E, Hacon SS, Castro HA. Analysis of hospitalizations for respiratory diseases in Tangará da Serra, Brazil. J Bras Pneumol. 2008 [Internet]; 34(8):575-582. [Fecha de acceso 22 de Junio de 2012]. Disponible en: www.scielosp.org/scielo.php

52 Riojas H, Hurtado M, Brito A, Texcalac JL. Efecto de la temperatura y su interacción con el ozono sobre las admisiones hospitalarias en la Ciudad de México de 1998 al 2007: grupos poblacionales vulnerables. Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México (CVCCCM), Universidad Nacional Autónoma de México y Gobierno del Distrito Federal, 2009 [Internet]. [Fecha de acceso 2 de Agosto de 2012] Disponible en: www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/documents/investigaciones/pdf/Aire_Riojas_Reporte_Final.pdf

53 HEI Collaborative Working Group on Air Pollution, Poverty and Health in Ho Chi Minh City, Le TG, Ngo L, Mehta S, do DV, Thach TQ, Vu XD, Nguyen DT, Cohen A. Effects of short-term exposure to air pollution on hospital admissions of young children for acute lower respiratory infections in Ho Chin Minh City, Vietnam. Res Rep Health Eff Inst 2012 Jun [Internet] (169):5-72. [Fecha de acceso 20 de enero de 2013]. Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22849236

54 Vigotti MA,Chiaverini F, Biagiola P, Rossi G. Urban air pollution and emergency visits for respiratory complaints in Pisa, Italy. J Toxicol Environ Health A. 2007 Feb [Internet]; 70(3-4):266-269. [Fecha de acceso 10 de noviembre de 2012] Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17365588

55 Herrera AM, Echeverri CA, Maya GJ, Ordóñez JE. Patologías respiratorias en niños preescolares y su relación con la concentración de contaminantes en el aire en la ciudad de Medellín (Colombia). Rev Ing Univ Medellin 2011 [Internet]; 10(19): 21-31. [Fecha de acceso 20 de enero de 2013]. Disponible en www.scielo.org.co/pdf/rium/v10n19/v10n19a03.pdf

56 Arciénegas A, Rodríguez C, Pachón J, Sarmiento H, Hernández L. Relación entre enfermedad respiratoria aguda en niños menores a cinco años y contaminación atmosférica en Bogotá. Investig segur soc salud 2006 [Internet]; 8(8):121-135. [Fecha de acceso 12 de noviembre de 2012]. Disponible en http://bases.direme.br Id 601222

57 Jasinski R, Pereira LA, Braga AL. Air pollution and pediatric hospital admissions due to respiratory diseases in Cubatão, São Paulo State, Brazil, from 1997 to 2004. Cad Saude Publica. 2011 Nov[Internet]; 27(11):2242-2252. [Fecha de acceso 20 de enero de 2013]. Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22124501

58 Farhat SCL, Paulo RLP, Shimoda TM, Conceição GMS, Lin CA, Braga ALF, Warth MPN, Saldiva PHN. Effect of air pollution on pediatric respiratory emergency room visits and hospital admissions. Braz J Med Biol Res 2005 [Internet]; 38(2):227-235. [Fecha de acceso 20 de enero de 2013] Disponible en www.scielo.br/pdf/bjmbr/v38n2/5200.pdf

59 Cipriano-Bakonyi SM, Danni-oliveira IM, Conseição-Martind L, Ferrera-Braga AL. Air pollution and respiratory diseases among children in Brazil. Rev Saúde Pública 2004 [Internet]; 38(5): 1-5. [Fecha de acceso 13 de noviembre de 2012]. Disponible en www.scielo.br/pdf/rsp/v38n5/en_21758.pdf

60 Romero-Pláceres M, Más-Bermejo P, Lacasaña-Navarro M, Téllez-rojo MM, Aguilar-Valdés J, Romieu I. Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad de la Habana. Salud Pública Mex 2004 [Internet]; 46(3): 222-223. [Fecha de acceso 27 de noviembre de 2012]. Disponible en http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000066

61 Restrepo CE, Simonoff Js, Thurston GD, Zimmerman R. Asthma Hospital Admissions and Ambient Air Pollutant Concentrations in New York City. Journal of Environmental Protection 2012 [Internet]; 3: 1102-1116. [Fecha de acceso 3 de enero de 2013]. Disponible en http://www.SciRP.org/journal/jep doi:10.4236/jep.2012.329129

62 Ostro B, Roth L, Malig B, Marty M. The effects of fine particle components on respiratory hospital admissions in children. Environ Health Perspect. 2009 Mar [Internet]; 117(3):475-480. [Fecha de acceso 15 de agosto de 2012]. Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19337525

63 Moore K, Neugebauer R, Lurmann F, Hall J, Brajer V, Alcorn S, Tager I. Ambient Ozone Concentrations Cause Increased Hospitalizations for Asthma in Children: An 18-Year Study in Southern California. Environmental Health Perspectives 2008 [Internet] 116 (8): 1063-1070. [Fecha de acceso 5 de Septiembre de 2012].

64 Ulirsch GV, Ball LM, Kaye W, Shy Cm, Lee CV, Crawford-brown D, Symons S, Holloway T. Effect of particulate matter air pollution on hospital admissions and medical visits for lung and heart disease in two southeast Idaho cities. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2007 Aug [Internet]; 17(5):478-487. [Fecha de acceso 3 de diciembre de 2012]. Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17299531

65 Escamilla-Nuñez MC, Barraza-Villarreal A, Hernández-Cadena L, Moreno-Macías H, Ramírez-Aguilar M, Sienra-monge JJ, Caortez-Jugo M, TexcalacJL, del Río-Navarro B, Romieu I. Traffic-relatedair polution and respiratory symptoms among asthmatic children, resident in Mexico City: the EVA cohort study. Respir res. 2008; [Internet]; 9(1): 74. Disponible en www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2613139

66 Ramírez-Sánchez HU, Andrade-García MD, González-Castañeda ME, Celis-de la Rosa AJ. Contaminantes atmosféricos y su correlación con infecciones agudas de las vías respiratorias en niños de Guadalajara, Jalisco. Salud Publica Mex 2006 Oct [Internet]; 48(5):385-394. [Fecha de acceso 21 de enero de 2013]. Disponible en www.artemisaenlinea.org.mx/acervop/pdf/salud_publica_mexico/5contaminantes.pdf

67 Tellez-Rojo MM, Romieu I, Polo-Peña M, Ruiz-Velasco S, Meneses-González F, Hernández-Ávila M. Efecto de la contaminación ambiental sobre las consultas por infecciones respiratorias en niños de la Ciudad de México. Salud Publica Mex 1997 [Internet]; 39(6):513-522. [Fecha de acceso 15 de diciembre de 2012]. Disponible en http://bvs.insp.mx/rsp/_files/File/1997/v39n6/efecto_396-3.pdf

68 Delfino RJ. Who Are the Children with Asthma Most Susceptible to Air Pollution? Am J Respir Crit Care Med 2006 May [Internet] 173 (10): 1054-1055. [Fecha de acceso 5 de Agosto de 2012]. Disponible en: ajrccm.atsjournals.org/content/173/10/1054; doi: 10.1164/rccm.2603001

69 World Health Organization. Environmental Health Criteria 237: Principles for Evaluating Health Risks in Children Associated with Exposure to Chemicals EHC 2006 [Internet]: 105-106. [Fecha de acceso 15 de Octubre de 2012]. Disponible en http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc237.pdf

70 Gavidia T, Pronckzuc J, Sly P. Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños. Carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente. Rev Chil Enf Respir 2009 [Internet]; 25: 99-108. [Fecha de acceso 7 de Agosto de 2012]

71 Secretaría del Medio Ambiente. Aspectos generales de la ZMVM, p.20. [Fecha de acceso 21 de noviembre de 2012] Disponible http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/inv_emi_cont_criterio/06agrals0623oct08.pdf

72 Ibid, p. 21.
73 El clima. En: Calidad del Aire en la Ciudad de México, Informe 2011. Secretaría del Medio Ambiente; 2012: 63.
74 Inventario de Emisiones Zona Metropolitana del Valle de México 2006. Gases de Efecto Invernadero. Secretaría del Medio Ambiente Gobierno de Distrito Federal. Primera edición 2008; p. 13. [Fecha de acceso 19 de Agosto de 2012]. Disponible en: http://www.paot.org.mx/centro/ceidoc/archivos/pdf/IEgei06_pw23oct08.pdf
75 Martínez AP, Romieu I. Introducción al Monitoreo Atmosférico, OPS, GTZ y DDF, México, 1997
76 REDMA. Secretaría del Medio Ambiente [Internet] Disponible en; http://www.calidadaire.df.gob.mx/calidadaire/index.php?opcion=4&opcionrecursostecnicos=5
77 Romero-Pláceres M, Diego-Olite F, Álvarez-Toste M. La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. Rev Cubana Hig Epidemiol Mayo-Ago. 2006; [Internet] 44 (2): 1-5 [Fecha de acceso 12 de octubre de 2012]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v44n2/hie08206.pdf
78 México en cifras. Censo Nacional de Población y Vivienda. 2010. [Fecha de acceso 3 de septiembre de 2012] Disponible en: www.inegi.gob.mx
79 Inventario de Emisiones Zona Metropolitana del Valle de México 2006. Gases de Efecto Invernadero. Secretaría del Medio Ambiente Gobierno de Distrito Federal. Primera edición 2008; p15. [Fecha de acceso 19 de Agosto de 2012]. Disponible en: http://www.paot.org.mx/centro/ceidoc/archivos/pdf/IEgei06_pw23oct08.pdf
80 Alvarado M. Ontología para: "Prevención y remediación de problemas debido al cambio climático provocado por la emisión de contaminantes en el Valle de México" CINVESTAV; Ago 2007 [Internet] [Fecha de acceso 4 de febrero de 2013]
81 World Health Organization. Centro de prensa. Calidad del aire y salud; Nota descriptiva N°313. 2011 Septiembre [Fecha de acceso 28 de Abril de 2012]. Disponible en http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html
82 Clark NA, Demers PA, Karr CJ, Koehoorn M, Lencar C, Tamburic L, Brauer M. Effect of Early Life Exposure to Air Pollution on Development of Childhood Asthma. Environ Health Perspect 2010 February [Internet]; 118(2):284-290. [Fecha de acceso 20 de Mayo de 2012] Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20123607
83 World Health Organization. Environmental Health Criteria 237: Principles for Evaluating Health Risks in Children Associated with Exposure to Chemicals EHC 2006 [Internet]: 105-106. [Fecha de acceso 18 de Octubre de 2012]. Disponible en http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc237.pdf
84 Dirección General de Epidemiología. Veinte principales causas de enfermedad en Distrito Federal por grupo de edad según registro semanal de casos probables 2010 [Internet]: Anuarios de Morbilidad. [México]: Secretaría de Salud. [Fecha de acceso 1 de Julio de 2012] Disponible en http://www.dgepi.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html
85 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020
86 Organización Mundial de la Salud. Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud. Décima revisión. Washington, DC: OPS; Publicación Científica, No. 554; 1995 [Internet]:491-521. [Fecha de acceso 20 de Julio de 2012]. Disponible en: ais.paho.org/classifications(Chapters/pdf/Volume3
87 Dirección General de Información en Salud (DGIS). Base de datos de egresos hospitalarios por morbilidad en Instituciones Públicas, 2004-2011. [Base de datos en Internet]: Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS). [México]: Secretaría de Salud. [Fecha de acceso 1 de Septiembre de 2012]. Disponible en http://www.sinais.salud.gob.mx
88 Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud [Fecha de acceso 7 de Agosto de 2012]. Disponible en: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html
89 Rojas R, Pérez R, Olaiz G, Mendoza L, Moreno H, Fortoul T, Romieu I. Lung function growth in children with long-term exposure to air pollutants in Mexico City. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2007 agosto [Internet]; 176 (4): 377-384.
90 Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Calidad del aire en la Ciudad de México, Informe 2011; p. 33, 63.
91 Sánchez Trujillo Vania. Impacto de los subcentros de empleo sobre la densidad de población en la Zona Metropolitana del Valle de México. Barcelona, 2012, 35h. Trabajo de grado (Economía aplicada). Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de economía aplicada. Disponible en http://dep-economia-aplicada.uab.cat/secretaria/trebrecerca/VSanchez.pdf