

# Instituto Nacional de Salud Pública

**ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO  
MAESTRIA EN SALUD PÚBLICA  
ÁREA DE CONCENTRACIÓN EN EPIDEMIOLOGÍA  
SEDE TLALPAN**

**PROYECTO TERMINAL:**

**“PROPUESTA DE CONSERVACIÓN E INCREMENTO DE ÁREAS VERDES AL SUR DEL  
DISTRITO FEDERAL 2015, PARA DISMINUIR LAS ENFERMEDADES DE VÍAS RESPIRATORIAS  
SUPERIORES RELACIONADAS A OZONO”**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN SALUD PÚBLICA**

**Presenta:**

Juan Alejandro Torres Domínguez.

Matricula: 2013220204

Correo electrónico: and\_jkkh@hotmail.com; jatd8252@gmail.com

Tel.: 57-40-01-57

Cel.: 044-55-27-54-13-18

**Generación:** 2013 – 2015.

**Comité Asesor del Proyecto Terminal:**

**Directora:** Dra. Leticia Hernández Cadena.

**Asesora:** M. en C. María Consuelo Escamilla Núñez.

**Lector:** Dr. Arturo Gavilán García

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi comité, por su apoyo y valiosas aportaciones.

Dra. Leticia Hernández Cadena

M. en C. Consuelo Escamilla Núñez

Al Dr. Víctor Hugo Páramo Figueroa, por tan amablemente haber aceptado ser el lector de este proyecto.

Al Dr. Arturo Gavilán García, por su atenta cooperación para este proyecto.

Un agradecimiento especial a mi tutor, el Dr. Noé Guarneros Soto, por haberme acompañado durante el transcurso de la Maestría.

## INDICE GENERAL

2.	ANTECEDENTES .....	8
2.1	Contaminación en México. ....	8
2.3	Ozono en la Ciudad de México. ....	10
2.4	Efectos a la salud.....	11
2.5	Evidencia. ....	13
2.6	Panorama epidemiológico .....	14
2.7	Monitoreo atmosférico y normatividad.....	15
2.8	Planes para reducir las emisiones.....	15
3.	MARCO TEÓRICO.....	17
4.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
4.1	Pregunta de investigación .....	20
5.	JUSTIFICACIÓN .....	21
6.	OBJETIVOS .....	23
	General:.....	23
	Específicos:.....	23
7.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	24
7.1	Tipo y diseño general del estudio.....	24
7.2	Universo de estudio.....	24
7.3	Selección y tamaño de la muestra.....	25
7.4	Unidad de análisis y observación.....	25
	7.4.1 Criterios de Inclusión.....	25
	7.4.2 Criterios de Eliminación.....	25
7.5	Definición operacional de las variables .....	26
7.6	Intervención propuesta.....	27
7.7	Bases de datos de salud.....	27
7.8	Calidad del aire.....	28
7.9	Áreas verdes (A.V.). ....	29
8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ....	30
9.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	31
10.	RESULTADOS.....	33
10.1	Población.....	33
10.2	Salud.....	35
10.3	Áreas Verdes.....	43
10.4	Contaminantes .....	50
	10.4.1Ozono .....	50

10.4.1 Contaminantes criterio .....	54
10.5 Variables meteorológicas .....	55
10.6 Análisis Bivariado.....	56
10.6.1 Contaminantes.....	57
10.6.2 Variables meteorológicas .....	58
10.6.3 Variables demográficas.....	59
10.6.4 Variables Geográficas.....	60
10.7 Regresión Poisson.....	61
11. DISCUSIÓN .....	71
12. PROPUESTA .....	75
Corto plazo.....	75
Mediano Plazo.....	77
Largo Plazo.....	78
15. LIMITACIONES.....	84
16. BIBLIOGRAFÍA .....	85
16. GLOSARIO .....	91
17. ANEXOS.....	93

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. FORMACIÓN DE OZONO.....	9
TABLA 2. PRINCIPALES EFECTOS PRODUCIDOS POR LA EXPOSICIÓN A OZONO .....	13
TABLA 3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	26
TABLA 4. POBLACIÓN POR ZONA EN RELACIÓN AL AREA DE COBERTURA DE LOS CENTROS DE SALUD, (PROYECCIONES 2015) .....	34
TABLA 5. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN MENOR DE 5 AÑOS POR TIPO DE PADECIMIENTO. ...	35
TABLA 6. TOTAL DE MENORES DE CINCO AÑOS DIAGNOSTICADOS CON IRAS O ASMA, DESGLOSADO POR GRUPO DE EDAD Y SEXO, POR AÑO.....	36
TABLA 9. SUPERFICIE DE ÁREA VERDE POR DELEGACIÓN POR CATEGORÍA (M <sup>2</sup> ) .....	45
TABLA 10. SUPERFICIE DE ÁREA VERDE POR DELEGACIÓN POR TIPO, 2010.....	46
TABLA 11. CENTROS DE SALUD POR DELEGACIÓN, Y ZONA Y ASIGNACIÓN DE MONITORES .....	47
TABLA 13. ÁREA VERDE POR ZONA DEL CENTRO DE SALUD.....	48
TABLA 14. PROMEDIO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS, DEL PERIODO 2011-2014 EN LA CIUDAD DE MÉXICO.....	56
TABLA 15. RELACIÓN BIVARIADA ENTRE CONSULTAS TOTALES POR IRAS Y ASMA EN MENORES DE CINCO AÑOS Y CONTAMINANTES.....	57
TABLA 16. RELACIÓN BIVARIADA ENTRE CONSULTAS TOTALES POR IRAS Y ASMA EN MENORES DE CINCO AÑOS Y VARIABLES METEOROLÓGICAS .....	58
TABLA 17. RELACIÓN BIVARIADA ENTRE CONSULTAS TOTALES POR IRAS Y ASMA EN MENORES DE CINCO AÑOS CON VARIABLES DEMOGRÁFICAS.....	59
TABLA 18. RELACIÓN BIVARIADA ENTRE CONSULTAS TOTALES POR IRAS Y ASMA EN MENORES DE CINCO AÑOS CON VARIABLES GEOGRÁFICAS.....	60
TABLA 19. RANGO DE KILÓMETROS CUADRADOS POR CENTRO DE SALUD POR CUARTIL.....	61

TABLA 20. MODELO 1. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN MEDIA DE OZONO DE 24 HORAS Y MENORES DE 5 AÑOS CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DEL D.F., 2011-2014 .....	62
TABLA 21. MODELO 2. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN MEDIA MÓVIL DE OZONO DE 8 HORAS Y MENORES DE 5 AÑOS CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DEL D.F., 2011-2014 .....	63
TABLA 22. MODELO 3. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN MÁXIMO MÓVIL DE OZONO DE 8 HORAS Y MENORES DE 5 AÑOS CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DEL D.F., 2011-2014 .....	64
TABLA 23. MODELO 4. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN MEDIA MÓVIL DE OZONO DE 8 HORAS Y MENORES DE 5 AÑOS CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DEL D.F., 2011-2014, AJUSTANDO POR PM10 .....	65
TABLA 24. ANÁLISIS DE INTERACCIONES MEDIA MÓVIL DE 8 HORAS DE OZONO Y ÁREAS VERDES(LINCOM).....	66
TABLA 25. MODELO 5. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA MÓVIL DE OZONO DE 8 HORAS Y MENORES DE 5 AÑOS CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DEL D.F., 2011-2014, AJUSTANDO POR PM10 .....	67
TABLA 26. ANÁLISIS DE INTERACCIONES ENTRE EL MÁXIMO MÓVIL DE 8 HORAS DE OZONO Y ÁREAS VERDES(LINCOM).....	67
TABLA 27. MODELOS 6. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN MEDIA MÓVIL DE OZONO DE 8 HORAS Y MENORES DE 5 AÑOS CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DEL D.F., POR ZONA, 2011-2014, .....	69
TABLA 28. ANÁLISIS DE INTERACCIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN MEDIA MÓVIL DE OZONO DE 8 HORAS Y ÁREA VERDE POR ZONA PARA IRAS.....	69
TABLA 29. MODELOS 7. RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA MÓVIL DE OZONO DE 8 HORAS Y MENORES DE 5 AÑOS CON ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DEL D.F., POR ZONA, 2011-2014. ....	70
TABLA 30. ANÁLISIS DE INTERACCIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN MÁXIMA MÓVIL DE OZONO DE 8 HORAS Y ÁREA VERDE POR ZONA PARA IRAS.....	70
TABLA 31. LISTA DE ESPECIES DE ÁRBOLES RECOMENDADOS POR SU MAYOR RESISTENCIA A LA CONTAMINACIÓN.....	80
TABLA 32. ESPECIES RECOMENDADAS PARA INTERIORES, COMO PURIFICADORAS DE AIRE. ....	80

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ADAPTACIÓN DE ESQUEMA: “FORMACIÓN DEL ESMOG FOTOQUÍMICO” .....	10
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CONCENTRACIONES DE OZONO EN LA A) 2002, B) 2008 Y C) 2010. ....	11
FIGURA 4. TOTAL (A) Y PROMEDIO (B) DE CONSULTAS POR IRAS EN MENORES DE 5 AÑOS DURANTE EL PERIODO DE 2011 A 2014 POR DELEGACIÓN (1:3).....	39
FIGURA 8. TOTAL DE ÁREAS VERDES (KM <sup>2</sup> ) POR DELEGACIÓN (ESCALA 1:4). ....	44
FIGURA 9. TOTAL DE ÁREAS VERDES (KM <sup>2</sup> ) ASIGNADAS EN RELACIÓN A LAS ZONAS DE COBERTURA DE LOS CENTROS DE SALUD, (ESCALA 1:4). ....	44
FIGURA 10. SUPERFICIE (KM <sup>2</sup> ) POR DELEGACIÓN (ESCALA 1:3), 2010. ....	48
FIGURA 12. TOTAL DE HABITANTES POR DELEGACIÓN, 2010 (ESCALA 1:3). ....	48
FIGURA 11. AREA URBANA (KM <sup>2</sup> ) POR DELEGACIÓN, 2010. (ESCALA 1:3).....	49
FIGURA 14. ÁREA VERDE URBANA POR HABITANTE (M <sup>2</sup> /HAB), POR DELEGACIÓN, 2010. (1:3).....	49
FIGURA 13. ÁREA VERDE URBANA POR DELEGACIÓN (KM <sup>2</sup> ), 2010 (ESCALA 1:3). ....	49
FIGURA 15. ÁREA VERDE BAJO MANEJO POR HABITANTE, POR DELEGACIÓN (M <sup>2</sup> ), 2010 (ESCALA 1:4). ....	49
FIGURA 16. PROMEDIO DE OZONO DE 24 HORAS (MÁXIMO) 2001-2014 (PPM). (1:3). ....	53
FIGURA 17. MEDIA MÓVIL DE OZONO DE OCHO HORAS (MÁXIMO) 2011-2014 (PPM). (1:3). ....	53

## INDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. POBLACIÓN MENOR DE CINCO AÑOS CON DIAGNOSTICO DE IRAS, POR GRUPO DE EDAD, SEXO Y AÑO.....	37
GRÁFICA 2. POBLACIÓN MENOR DE CINCO AÑOS CON DIGANOSTICO DE ASMA O ESTADO ASMÁTICO, POR GRUPO DE EDAD, SEXO Y AÑO.....	38
GRÁFICA 3. EVALUACIÓN DEL NÚMERO DE CASOS DIAGNOSTICADOS DE MENORES DE CINCO AÑOS CON IRAS EN CADA UNO DE LOS 62 CENTROS DE SALUD INCLUIDOS EN EL ESTUDIO POR AÑO: A) 2011, B) 2012, C) 2013, D) 2014.....	38
GRÁFICA 4. PROMEDIO SEMANAL DE CONSULTAS POR INFECCIONES RESPIRATORIAS, DESGLOSADO POR ZONA, 2011-2014. ....	40
GRÁFICA 5. NÚMERO DE MENORES DE CINCO AÑOS DIAGNOSTICADOS CON IRAS, DESGLOSADOS POR GRUPO DE EDAD Y SEXO, POR ZONA. ....	41
GRÁFICA 6. NÚMERO DE MENORES DE CONCO AÑOS DIAGNOSTICADOS CON ASMA O ESTADO ASMÁTICO POR GRUPO DE EDAD Y SZO, POR ZONA. ....	41
GRÁFICA 7. NÚMERO DE CONSULTAS POR IRAS EN MENORES DE 5 AÑOS POR ZONA, 2011-2014. ....	42
GRÁFICA 8. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO DURANTE 24 HORAS EN EL DISTRITO FEDERA, 2011-2014. ....	50
GRÁFICA 9. TENDENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO DURANTE 8 HORAS EN EL DISTRITO FEDERAL, 2011-2014.....	51
GRÁFICA 10. CONCENTRACIONES ANUALES DE OZONO EN EL DISTRITO FEDERAL, 2011-2014.....	51
GRÁFICA 11. CONCENTRACIÓN DE OZONO DEL PERIODO 2011-2014, POR ZONA. ....	52
GRÁFICA 12. TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO DE 24 HORAS POR ZONA, 2011-2014. ..	52
GRÁFICA 13. TENDENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE OZONO DE 8 HORAS POR ZONA, 2011-2014.....	53
GRÁFICA 14. CONCENTRACIÓN DE NOX DEL PERIODO 2011-2014, POR ZONA.....	54
GRÁFICA 15. CONTRACCIONES DEL MATERIAL PARTICULADO DEL PERIODO 2011-2014, POR ZONA. .	55
GRÁFICA 16. ESPECIES PRINCIPALES DE ARBOLES EN LA CIUDAD DE MÉXICO.....	79

## 1. INTRODUCCIÓN

El Distrito Federal(DF) durante las últimas décadas se ha visto aquejado por las altas concentraciones de contaminantes ambientales que afectan la calidad del aire, siendo el ozono el problema principal de la ciudad por el impacto que tiene sobre la salud de la población, y aunque se han instaurado programas para el mejoramiento de la calidad del aire, muy poco han podido hacer para contrarrestar los altos niveles de ozono en la urbe; y no obstante se contempla la relevancia de las áreas verdes urbanas, hasta la fecha es muy somera su consideración para reducir las altas concentraciones de ozono.

Algunos estudios han documentado que las concentraciones de  $O_3$  en el DF difieren por zona, esto por las características geográficas, orográficas y meteorológicas de la metrópoli, siendo la zona sur la más afectada por este gas y los menores de cinco años la población más vulnerable dado que sus sistemas se encuentran en desarrollo. De hecho la principal causa de enfermedad transmisible en este grupo de edad en el D.F. durante 2012 fueron las infecciones respiratorias agudas.

Por otro lado, es conocido que las áreas verdes tienen un beneficio sobre la calidad de vida y que estas pueden contrarrestar la contaminación ambiental, sin embargo son muy pocas las investigaciones que interrelacionan tres factores ambientales de suma importancia; concentraciones de ozono, áreas verdes y características geográficas de la zona de estudio. Por lo que el presente proyecto pretende investigar la relación entre las concentraciones de ozono, las áreas verdes en zonas específicas del DF con respecto a las consultas de menores de cinco años por enfermedades respiratorias, para a partir de ello generar una propuesta para conservar e incrementar las áreas verdes urbanas de la ciudad obteniendo con ello beneficios ambientales y sobre todo, de salud para la población involucrada.

Este documento inicia con la revisión de la contaminación por ozono en la Ciudad de México y sus efectos. Abarca una visión general de la situación de salud actual de la ciudad así como de los programas de monitoreo atmosférico; posteriormente se presentan la evidencia existente sobre los beneficios de las áreas verdes urbanas, seguida del planteamiento y justificación del problema. Los objetivos, así como los métodos que se pretenden llevar a cabo para responder la pregunta de investigación, la descripción del análisis estadístico. Las consideraciones éticas a las que se apegó este proyecto y los resultados se muestran de manera individual abordando los factores ambientales y la parte de daño a la salud y de manera conjunta. En la discusión contrastamos nuestros resultados con los resultados de otras investigaciones. La propuesta de intervención que surgió a partir de los resultados del estudio y finalmente presentamos las conclusiones a las que se llegó.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Contaminación en México.

En las últimas décadas los avances científicos, tecnológicos e industriales así como el uso desmedido de combustibles fósiles durante el siglo XX han contribuido a la contaminación del aire presente en la actualidad. Las grandes urbes han sido las más afectadas por la gran cantidad de población que alberga, por los servicios que la población requiere y por la necesidad de movilidad a través de medios de transporte (1).

Una de las ciudades más afectadas por la contaminación es la Ciudad de México, esto por su ubicación geográfica y orografía en la que se encuentra, propiciando acumulación de gases y contaminantes criterio y por ende daños a la salud; en primer lugar la ciudad se ubica a 2,240 metros sobre el nivel del mar (msnm) con lo que la cantidad de oxígeno disponible es 23% menor en comparación con localidades a nivel del mar, dando como resultado la combustión incompleta de los comburentes principalmente hidrocarburos (2) e incrementando la generación de contaminantes. La orografía de la ciudad también contribuye a retener la contaminación, al situarse la zona metropolitana en una cuenca cerrada rodeada de montañas establece una barrera natural que limita la circulación del aire (2). La ubicación geográfica del Distrito Federal (latitud: 19° 15'N; longitud: 99°10'O (3)) recibe altas cantidades de radiación solar lo que aunado a una atmósfera fotoquímica favorece la formación de ozono ( $O_3$ ) y otros oxidantes (2).

Asociado a lo anterior, la densidad poblacional en la ciudad de México ha venido creciendo mucho más en los últimos años, INEGI ha registrado que desde 1992 a la fecha se ha dado un incremento de población de 25%, lo que ocasiona un crecimiento desmedido y sin orden de la ciudad hacia zonas conurbadas, incrementándose las actividades industriales y de servicio, así como la flota vehicular, lo que demanda mayor uso de energía (4). Por lo que en 2005 el 78% de los contaminantes fueron emitidos por fuentes antropogénicas, siendo el 61% atribuible a los vehículos automotores que emiten principalmente monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno ( $NO_2$ ) y compuestos orgánicos volátiles (COV), estos tres gases son los precursores del ozono (5).

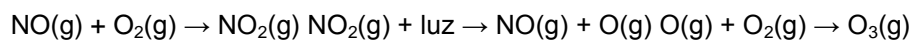
### 2.2 Ozono.

Respecto a las características del ozono ( $O_3$ ), sabemos que éste es un gas incoloro, muy irritante, conformado por tres moléculas de oxígeno, se origina por reacciones fotoquímicas (al exponerse a la luz solar) con óxido nítrico o monóxido de carbono; este gas es necesario en una de las capas de la atmósfera; (en la estratosfera) a 25 km sobre el nivel del mar, a esta altura protege de los rayos ultravioleta, sin embargo cuando este gas permanece en la capa más baja de la atmósfera, (la



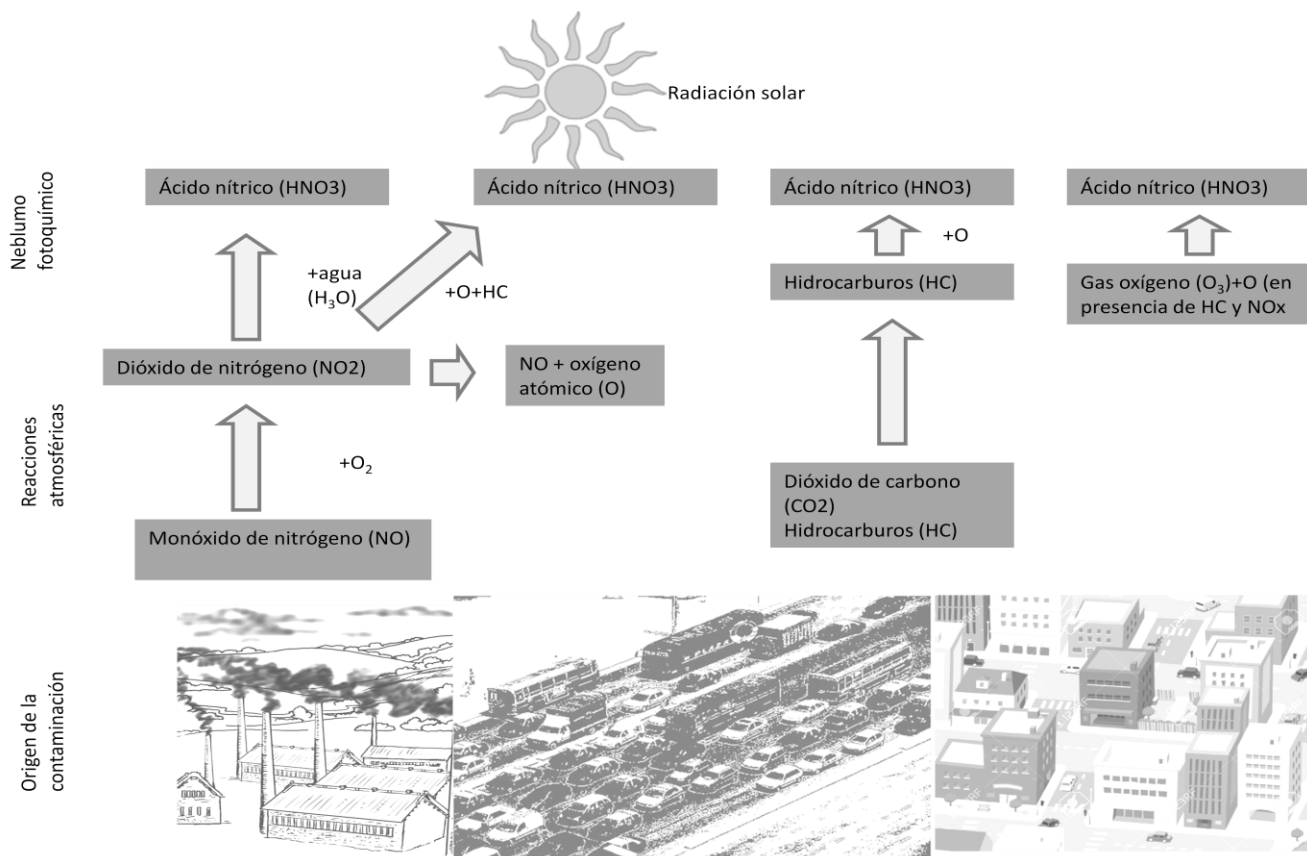
troposfera) es perjudicial para la salud y para el medio ambiente, produciendo lo que se conoce como “esmog fotoquímico”(Tabla 1) (6).

**Tabla 1. Formación de ozono.**



Otra manera en la que se forma el ozono es a través de una serie de reacciones complejas con la participación de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y oxígeno, en este proceso se genera el nitrato de peroxiacetilo (PAN), el cual es poderoso lacrimógeno que causa también dificultad para respirar (7).

**Figura 1. Adaptación de esquema: “Formación del smog fotoquímico”**



Fuente: Colegio Marista de Ciencias de León España, 2014. (8)

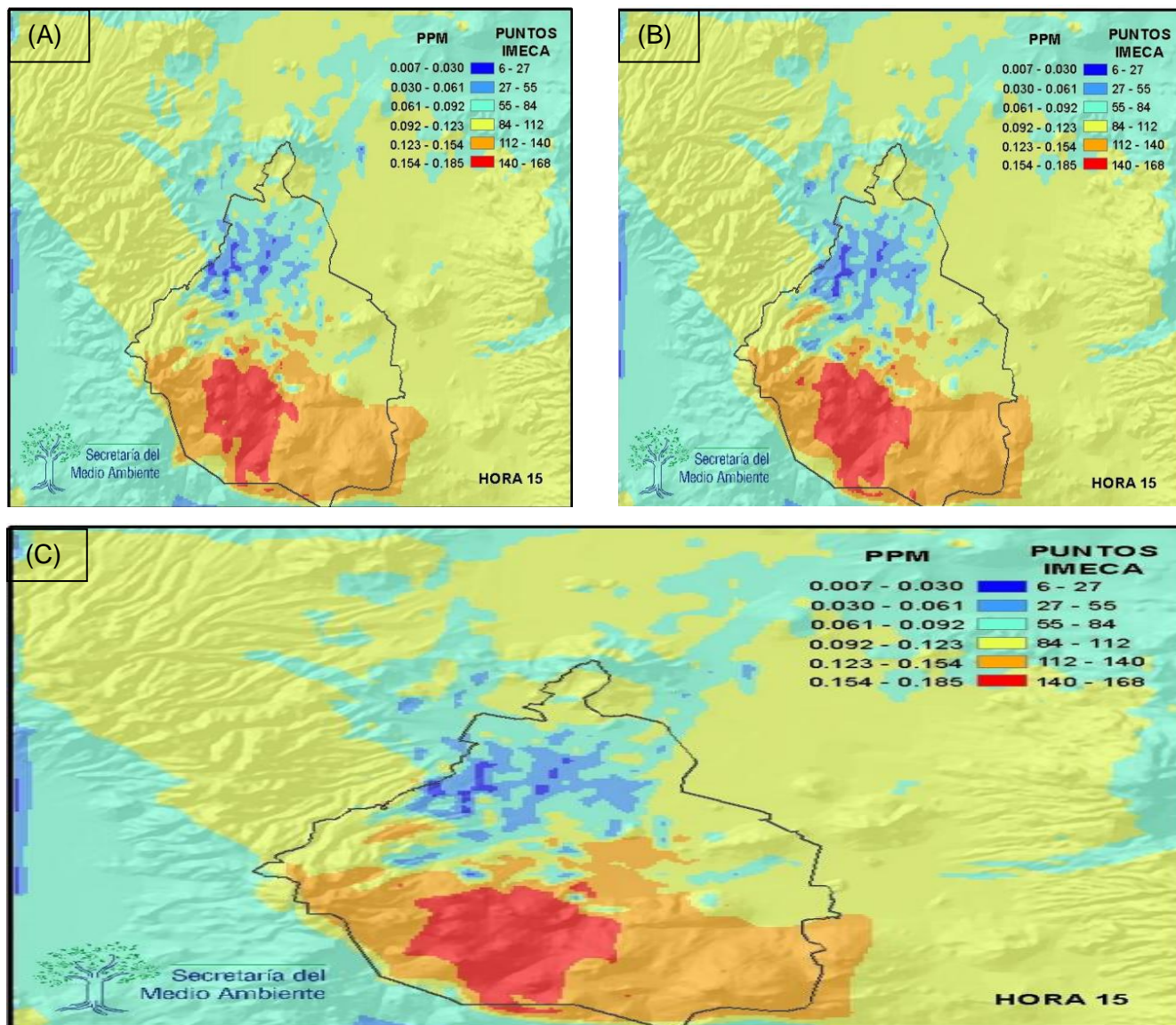
### 2.3 Ozono en la Ciudad de México.

La relevancia del ozono recae en dos factores principales, en primer lugar se considera un contaminante “sin umbral”, es decir aun en bajas concentraciones puede causar daño a la salud (6); y en segundo lugar es el principal problema de la zona metropolitana del valle de México; sobre todo al sur de la ciudad, tan solo en el año 2000 los niveles de ozono rebasaron lo especificado en la norma 323 días y, aunque se han reducido los niveles de este contaminante desde 2001 a la actualidad aun no es suficiente; simplemente, en 2011 se volvió a rebasar los límites que establece la norma registrada hasta ese año en 154 días, lo que equivale a más del 40% del año (5).

En el Distrito Federal (D.F.) seis millones de personas viven en áreas en las cuales el O<sub>3</sub> excede más de 100 horas el valor máximo establecido (100 partes por billón (ppb) en 2011) (9).

Según datos de la Secretaria del Medio Ambiente, durante 2011 las Delegaciones con los niveles más altos de ozono se ubican en las zonas del sur de la ciudad; en el suroeste(SO) Magdalena Contreras y Cuajimalpa, en el sureste(SE) Milpa Alta y Xochimilco seguidas por Tlalpan e Iztapalapa.

Figura 2. Distribución espacial de concentraciones de ozono en la A) 2002, B) 2008 y C) 2010.



Fuente: Proaire 2002-2010. (10)

## 2.4 Efectos a la salud

Los efectos negativos ocasionados por el ozono, han sido objeto de estudio de diversos trabajos, se sabe que éste tiene efectos en las personas, animales y plantas; “abarcando alteraciones morfológicas, funcionales, inmunitarias y bioquímicas” (11). Sin embargo, distintos estudios muestran resultados contradictorios, sobre el efecto, ya sea de riesgo o protector del ozono, contra las infecciones respiratorias y el asma, en este estudio se intentara determinar cual es su efecto en los menores de cinco años en la Ciudad de México.

Dadas las características físico químicas del ozono, como es su limitada hidrosolubilidad éste al inhalarse penetra en su totalidad a las vías respiratorias altas, llegando a lo más profundo del tracto

respiratorio y afectando principalmente a las células epiteliales que recubren este sistema. El gas pasa en mayor medida cuando se inhala al estar realizando ejercicio o actividades vigorosas (12) (11).

Se tiene evidencia por estudios en poblaciones donde la contaminación es alta que los efectos que provoca el ozono sobre la salud recaen principalmente sobre la función pulmonar y el sistema respiratorio; con lo que aumenta la incidencia de enfermedades y síntomas respiratorios; provoca mayor susceptibilidad hacia las infecciones respiratorias; así mismo provoca síntomas transitorios como son tos e irritación de vías aéreas y exacerba las enfermedades pulmonares crónicas (13) (14).

Aunque muchos efectos son de corto plazo dado que concluyen cuando se deja de estar expuesto al gas, se ha llegado a pensar que el daño a corto plazo puede repercutir en el estado de los pulmones de forma persistente. (14)

El nivel en que el ozono afecta la salud se ve influenciado por diversos factores como son: la concentración del gas, tiempo de exposición al mismo, el clima así como de determinantes individuales y sociales (14).

Diversos estudios en Europa, América y Asia, han mostrado que la mortalidad diaria aumenta en promedio 0.3% cuando se presenta un incremento en la concentración de ozono de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; así mismo la mortalidad por cardiopatía se incrementa 0.4% (15).

Los ataques de asma se han relacionado con un aumento en las concentraciones de ozono, de la misma manera los síntomas se agravan y los enfermos muestran mayor sensibilidad, motivo por el cual se incrementan de los ingresos hospitalarios y visitas a urgencias por causas respiratorias.

En México se evaluó la exposición a ozono durante una hora en menores asmáticos, determinando que a una concentración de 0.050 ppm los síntomas respiratorios como tos, flemas y dificultad para respirar se exacerban, y el flujo espiratorio máximo decrece (16).

Se ha descrito que los grupos más susceptibles son los niños y las personas que por motivos de trabajo permanecen mayor tiempo en el exterior, así como los individuos con enfermedades respiratorias (asma) (13).

**Tabla 2. Principales efectos producidos por la exposición a ozono .**

Deterioro de la función pulmonar
Envejecimiento prematuro de los pulmones
Mayor incidencia de ataque asmáticos
Malestar en vías respiratorias y tos
Irritación ocular, de nariz y garganta
Cefaleas
Nauseas
Aumento en el nivel de acetilcolina, metilcolina e histamina en las vías respiratorias
Exacerbación de las enfermedades respiratorias pre-existentes
Reducción de la capacidad del sistema inmunológico frente a infecciones bacterianas en el sistema respiratorio
Daños permanentes en los pulmones
En niños la exposición repetida puede llevar a menoscabar la función pulmonar en la edad adulta

Fuente: Elaboración propia, modificado de COFEPRIS, 2014. (14)

## 2.5 Evidencia.

Darrow et al., (2014). Refieren que las infecciones respiratorias superiores en menores de cinco años pueden ser exacerbadas por la contaminación del aire, siendo el ozono el gas donde encontraron una asociación más fuerte, y con el cual se observa un aumento de 4% en las consultas hospitalarias por infecciones respiratorias de vías superiores y 8% de las visitas al médico por neumonía cuando aumentaban las concentraciones del contaminante (17).

Jasinki et al., (2011), describieron asociaciones significativas entre el ozono y los ingresos hospitalarios pediátricos, encontrando que un aumento de  $46.7\mu\text{g}/\text{m}^3$  con un retraso de cinco días da como resultado un incremento de 2.4% de hospitalizaciones por algún padecimiento respiratorio (18).

En el estudio realizado por Cipriano y colaboradores en Brasil encontraron que el aumento de  $63.71\mu\text{g}/\text{m}^3$  de ozono, incrementa 4.7% la incidencia de enfermedades respiratorias en niños (19).

Escamilla-Nuñez et al., (2008), en su estudio sobre niños asmáticos identificaron un incremento de 10% en las sibilancias cuando los niveles de ozono se incrementaban 48 ppb (rango intercuartil) (20).

Rojas et al., (2007) desarrollaron un estudio de cohorte con estudiantes de primaria de la ciudad de México, en el periodo de 1996 a 2002 con el objetivo de evaluar la asociación de la exposición a largo de los contaminantes y la función pulmonar, en este identificaron que el déficit en el volumen espiratorio forzado (VEF1) y la capacidad vital forzada (CVF) se asociaban significativamente con la exposición a  $\text{O}_3$ ; y concluyeron que la exposición a largo plazo a ozono se asocia con un déficit tanto en la CVF como en el VEF1, en los menores que viven en el D.F. (21).

En la investigación de Romieu et al., (2003) observaron relaciones relevantes entre las consultas a urgencias de los menores de cinco años por afecciones en vías respiratorias tanto superiores como inferiores y las concentraciones ambientales de ozono; estableciendo que el aumento de 20 ppb en el promedio móvil máximo de ocho horas antes de la consulta médica producía un aumento de 12.7% en el riesgo de infecciones de vías respiratorias inferiores y con un incremento similar (en un máximo diario de una hora) durante cinco días antes de la consulta incrementaba el riesgo de infección en 15% (22).

Estudios epidemiológicos realizados en la zona metropolitana del valle de México en 2000 y 2002, identificaron indicios de que el ozono se asocia con incremento en las tasas de mortalidad, en las consultas de urgencia por asma y por infecciones respiratorias así como con el incremento de síntomas de padecimientos de vías respiratorias altas y complicaciones respiratorias en menores asmáticos (23).

Hernández-Avila y colaboradores (1997) estimaron que un incremento de 50 ppb en el promedio horario de ozono tendría como resultado el aumento del 9.9% en las consultas de urgencias por infecciones respiratorias al día siguiente del incremento del contaminante; y si la concentración de ozono aumentara por cinco días consecutivos, las consultas llegarían hasta un 30% más de lo habitual (24).

## **2.6 Panorama epidemiológico**

Para 2012 la principal causa de enfermedad transmisible en México en población general eran las infecciones respiratorias agudas (IRAS), las cuales afectaron a 26, 707,461 habitantes; Desde el año 2000 los casos anuales en el país han sido superiores a 25, 000,000. De la misma manera fueron el principal padecimiento en el Distrito Federal afectando a más de dos millones de pobladores (25).

La principal población que padece este tipo de infecciones son los menores de 10 años, en 2013 en el Distrito Federal se registraron 688,987 casos de IRAS en los niños de 0 a 9 años, siendo más del 65% de los casos menores de cinco años, existe una ligera diferencia padeciendo mayormente la enfermedad niños que niñas (26).

El clima está íntimamente relacionado con las infecciones respiratorias, los canales endémicos muestran un aumento de casos nuevos desde septiembre hasta marzo (25).

El asma y el estado asmático fueron en 2012 la quinta causa de enfermedad no transmisible en el país, sufriendo dicho mal 328, 703 personas; en la Ciudad de México padecieron asma o estado asmático más de 21 mil sujetos, siendo de igual manera la quinta causa de enfermedad no transmisible en la entidad (25).

Este padecimiento afecta principalmente a los menores de 15 años; y durante la última década se han presentado más de 250 mil casos nuevos al año.

El comportamiento de la enfermedad es similar que las infecciones respiratorias incrementándose el número de casos nuevos en otoño e invierno.

En 2013 la cuarta causa de consulta externa en las unidades de la Secretaría de Salud del Distrito Federal fueron las Infecciones y otras enfermedades de las vías respiratorias, siendo el 8.63% de consultas totales otorgadas; esta causa fue la primera en los hospitales pediátricos (20.17%) (27).

## **2.7 Monitoreo atmosférico y normatividad.**

La zona metropolitana del valle de México a través de la dirección de monitoreo atmosférico realiza de forma constante la revisión de los niveles de ozono presentes en la ciudad con una red de más de 40 estaciones de monitoreo; siguiendo lo establecido en la NOM-020-SSA1-2014, (Salud ambiental, Valor limite permisible para la concentración de ozono ( $O_3$ ) en el aire ambiente y criterios para su evaluación), para determinar y reportar los niveles de ozono en la urbe; dicha norma establece que el promedio horario del contaminante debe ser menor o igual a 0.110 ppm y una concentración menor o igual a 0.080 ppm en el promedio de ocho horas, (28) el Sistema Metropolitano de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) para cuestiones del monitoreo determina los limites para el promedio diario máximo en 0.095 ppm y 0.070 ppm para el máximo anual del promedio móvil de ocho horas (29). Estos valores difieren de lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual especifica que la concentración promedio de ocho horas debe ser menor o igual a 0.050 ppm (14).

## **2.8 Planes para reducir las emisiones**

Desde hace mas de dos décadas la Ciudad de México ha promovido medidas para disminuir la contaminación del aire y los problemas de salud relacionados. En 1990 puso en marcha el Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica (PICCA), donde la estrategia se enfocaba a los “causantes” de la contaminación atmosférica como la industria petrolera, transporte, termoeléctricas; teniendo el compromiso de reforestar y restaurar las áreas de influencia ecológicas aunado al establecimiento del Programa de Contingencias Ambientales (30). Sin tener el impacto deseado para 1995 se estableció el Programa para mejorar la calidad del aire en el Valle de México, (1995-2000), el cual se enfocaba en proteger la salud de los habitantes de la ciudad con estrategias similares al PICCA enfocados a industria, vehículos, transporte público y recuperación ecológica “abatimiento de la erosión” (31). De 2002 a 2010 se aplico el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona metropolitana del Valle de México que junto con otras estrategias amplió la visión de reforestación intentando hacerlo a través de “especies adecuadas” con un cronograma de recuperación de áreas

verdes así como la recuperación, restauración, conservación y ampliación de las áreas verdes urbanas; sin embargo en lo que respecta a las concentraciones de ozono no se tuvo una mejora significativa (10). Actualmente están en marcha los Programas de Gestión para mejorar la calidad del aire (2011-2020) conocidos de forma genérica como ProAire, los cuales tiene como propósito principal reducir las emisiones de las principales fuentes de contaminación, programa conducido por la Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal, este programa es mas integral que los anteriores e incorpora la participación ciudadana como un punto relevante en la lucha contra la contaminación ambiental; promueve el ordenamiento ecológico, reforestación urbana, así como la incentivación fiscal para instalar azoteas verdes (23).



### 3. MARCO TEÓRICO

La Organización Mundial de la Salud calcula que 24% de la carga mundial de morbilidad y 23% de la mortalidad son atribuibles a factores medioambientales (32). La American lung association ha reportado que anualmente 3,700 muertes prematuras se pueden atribuir al aumento de 10 ppb de ozono.

El medio ambiente es el conjunto de elementos naturales y artificiales que propician la existencia y desarrollo humano, junto con los organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo específico (33).

Las áreas verdes son el conjunto de parques, bosques, jardines y demás zonas verdes que rodean o forman parte de una ciudad, se sugiere que estas áreas proveen un beneficio social y eco sistémico dado que estas pueden aminorar la contaminación ambiental debido a que árboles y plantas absorben los contaminantes como parte de los procesos fotosintéticos y respiratorios que realizan. El mecanismo por el cual la vegetación urbana elimina los contaminantes es por deposición seca; proceso mediante el cual las sustancias químicas en este caso los contaminantes son transferidos de la atmosfera a la superficie de la tierra en ausencia de lluvia (34).

Diversos autores han especificado que si las áreas verdes se localizan en el centro de una ciudad donde el humano toma por completo el control del tipo, cantidad y distribución de arboles, plantas y arbustos estos se denominan “bosques urbanos”, y su función principal se ha considerado en ser funcionales a la población de las ciudades, removiendo la contaminación del aire, interceptando el agua de lluvia y dando sombra (35).

Los servicios al ecosistema que deben proveer estos bosques solo cumplen su función si benefician la vida humana, Escobedo (2011), (35). define los servicios de los bosques urbanos como los que directamente toma, consume o usa el área verde para otorgar un beneficio medible a la población (35).

Sahn Yin et al., (2011), determinaron que la contaminación ambiental se contrarresta con parques urbanos, en estos espacios las concentraciones de dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas suspendidas llega a ser hasta 20% menos dentro del área verde; de igual manera hallaron que la distancia a la que se encuentran las áreas verdes y el volumen o densidad de las mismas influyen en su capacidad para remover los contaminantes, aunado a factores meteorológicos, química atmosférica local, tipo y condición de la vegetación urbana y los flujos de tráfico vehicular (36).

En el proyecto realizado por Paoletti et al., (2011) confirman la relevancia de las áreas verdes urbanas para el control de la contaminación ambiental, estableciendo que entre mayor sea la densidad de la

vegetación mayor cantidad de polución contrarrestaran; identificando que las especies más efectivas para combatir el ozono son *pinus pinea*, *aesculus hippocastanum* y *populus alba* y que un parque con 110 árboles puede remover 2.69 toneladas por año de contaminación (37).

El estudio de Nowak et al., (2006), demuestra por modelaje que los árboles y arbustos en las grandes ciudades pueden ayudar a mejorar la calidad del aire, reducir la temperatura ambiental y llegar a influir en la salud, así mismo, entre mayor superficie de bosque urbano mayor será la mejora en la calidad del aire; además de establecer el valor económico en \$6,752.00 USD por tonelada de ozono reducida. Otros modelajes indican que la colocación de pinos en grandes ciudades podría remover el 8% del ozono troposférico y reducir las concentraciones de esta gas hasta en 49% (38).

Yang y su equipo (2008) se centraron en estudiar el beneficio de las azoteas verdes, describiendo que estas son funcionales en las grandes ciudades por la limitación del espacio y de igual manera pueden mermar la contaminación ambiental; 19.8 hectáreas de este tipo de áreas verdes pueden remover más del 50% del total de ozono en la zona donde se localicen. (39)

En lo que respecta al aporte de las áreas verdes y la salud se ha estudiado principalmente su beneficio psicológico, como disminuyen los niveles de estrés, mejoran la percepción del estado de salud y la calidad de vida (40). Así mismo se ha comprobado que vivir cerca de zonas verdes mejora la salud mental. Resultados preliminares del estudio “PHENOTYPE”, indican que vivir cerca de zonas verdes aumenta la esperanza de vida, reduce la obesidad y el riesgo de sufrir problemas cardiovasculares e influye positivamente en hábitos de sueño (41).

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La emisión de gases contaminantes en la Ciudad de México aunado a la geografía y orografía de la metrópoli ha acarreado un grave problema de contaminación atmosférica desde hace varias décadas.

Uno de los principales contaminantes que afecta la calidad del aire de la ciudad es el ozono, el cual ha sido considerado el contaminante que más afecta la salud humana; en la Zona Metropolitana del Valle de México este gas, por las barreras naturales y escaso movimiento de masas de aire, así como la dirección de los vientos que son predominantes de norte a sur, se concentra al sur de la capital.

Este gas perjudica el sistema respiratorio principalmente las vías respiratorias altas, aun en pequeñas concentraciones o en tiempos de exposición cortos; así mismo los niños y las niñas son el grupo más susceptible a los efectos del O<sub>3</sub>.

En el D.F. la primera causa de consulta en hospitales pediátricos son las infecciones y otras enfermedades de las vías respiratorias.

Aunque el Programa ProAire ha contribuido a la disminución de la contaminación del aire muy poco ha logrado en lo que respecta al ozono, no obstante que existe un plan de azoteas verdes y reforestación urbana este es poco conocido y deja de lado la participación ciudadana.

En varias megalópolis se han implementado planes para aumentar el número de áreas verdes urbanas como estrategia para la reducción de ozono pero en muy pocos casos se demuestra fehacientemente el benéfico de dichas estrategias.

En la mayoría de las evidencias el beneficio se mide en la reducción de la concentración del ozono basados en modelos por computadora que determinan qué cantidad de ozono podrá remover cierta zona arbolada, sin embargo esto pocas veces se traduce en el beneficio a la salud que se obtiene.

No obstante que se conoce que las áreas verdes favorecen la salud de la población y los factores que propician dicho beneficio, existen escasos estudios sobre su impacto para reducir las enfermedades de vías respiratorias relacionada a ozono, sobre todo en una ciudad que tiene poca planeación urbana y altos índices de fuentes de exposición.

Este proyecto se desprende de la premisa de que las áreas verdes otorgan protección a la salud de la población, con la idea de generar evidencia para conocer si los menores de cinco años que viven en zonas con escaso número de áreas verdes padecen mas enfermedades respiratorias, comparado con aquellos que viven en zonas en donde las áreas verdes se ven favorecidas, esto tomando como referencia el numero de las consultas en los centros de salud nivel T-III y las áreas verdes cercanas a la zona de cobertura; para así dar sustento y orientación a una propuesta para incrementar el número

de áreas verdes urbanas y conservar las ya existentes; Convirtiendo inversión en medio ambiente y mejoramiento humano en una inversión en salud.

#### **4.1 Pregunta de investigación**

¿Hay un mayor número de menores de cinco años con padecimientos respiratorios de vías superiores ocasionadas por la exposición a ozono en zonas con menor cantidad de áreas verdes urbanas en comparación de zonas con mayores espacios verdes?

## 5. JUSTIFICACIÓN

El Distrito Federal con una superficie de 1,485 km<sup>2</sup>, (0.1% del territorio nacional) y una población de 8,851,080 habitantes, (7.9% del total de habitantes del país) (42), solo tiene 5.3 m<sup>2</sup> de área verde por persona, sin embargo, para mantener una buena calidad de vida los estándares internacionales recomiendan un mínimo de 9m<sup>2</sup> (43).

El enfocar el presente proyecto en una población infantil se sustenta en que más del 22% de la población del Distrito Federal son menores de 15 años y es una población de las más vulnerables a los impactos de la contaminación atmosférica, debido a que en esta etapa los órganos de los niños y niñas se encuentran en desarrollo y consumen proporcionalmente más aire (4) (44).

En México desde 1990 el Estado se comprometió a garantizar dentro de los derechos de niños y niñas el derecho al descanso, al esparcimiento, al juego, a las actividades recreativas y a la participación libre en la vida cultural en las artes; sin embargo cuando se presentan situaciones de precotigencia o contingencia ambiental dichos derechos se ven coartados, siendo esto más notorio en el Valle de México donde en las últimas décadas más de 200 días al año la calidad del aire ha sido de mala calidad (45).

No obstante la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su Artículo 4° el derecho a la protección de la salud y a un medio ambiente sano y, la Convención sobre los Derechos de los Niños reconoce en su artículo 24 que los menores deben disfrutar el más alto nivel posible de salud. Al realizarse actividades físicas al aire libre en la Ciudad de México cuando las concentraciones de los contaminantes rebasan los límites permisibles los menores están expuestos a riesgos perjudiciales para su salud respiratoria con consecuencias a corto, mediano y largo plazo (46) (45).

Como se ha mencionado anteriormente se ha estudiado de forma independiente el efecto de la contaminación del aire en los niños y el impacto de las áreas verdes en la mejora de la salud de las personas, sin embargo no se han estudiado conjuntamente estos factores que son cruciales en la salud. Es necesario enfocarse en el Valle de México al ser durante varios años la ciudad con mayores concentraciones de ozono en el mundo, además de ser el O<sub>3</sub> el contaminante que más afecta la salud. Por lo cual resulta pertinente conocer la relación entre la presencia de áreas verdes en un área específica y la cantidad de menores de cinco años que presentan enfermedades en vías respiratorias superiores o asma; conociendo de antemano las concentraciones de ozono en dicha zona, así como los diferentes factores involucrados. (47)

Esta información proporcionara evidencia a los tomadores de decisiones para desarrollar políticas públicas que fortalezcan la gestión de la calidad del aire y favorezcan la modificación y actualización de los niveles normados de este contaminante; así mismo orientara la colocación de nuevas áreas verdes urbanas teniendo en cuenta la pertinencia y beneficio que estas proporcionarán si las especies son las adecuadas y están correctamente ubicadas.

De manera similar los resultados servirán a otros investigadores para profundizar en el tema de la relación entre el número de áreas verdes urbanas para reducción de concentración de ozono y de esta manera disminuir la prevalencia de enfermedades respiratorias en vías superiores o asma relacionadas a ozono en población infantil; así mismo se podría aumentar el número de muertes evitables por año a más de 500 y se podrían evitar más de 2,000 hospitalizaciones anuales debidas a causas respiratorias. (23)

Nuestros resultados ayudarían a sustentar proyectos que tengan como propósito incrementar y conservar las áreas verdes en la ciudad de México para contrarrestar la contaminación tanto por ozono como por otros contaminantes, donde los beneficiados no solo son los menores de 5 años sino todos los habitantes de las zonas del D.F.

## **6. OBJETIVOS**

### **General:**

Desarrollar una propuesta para el incremento y preservación de áreas verdes al sur del Distrito Federal para disminuir el número de consultas en menores de 5 años por enfermedades de vías respiratorias superiores y asma ocasionados por la exposición a ozono.

### **Específicos:**

1. Identificar geográficamente la relación área verde, zona de vivienda de los menores (zona de cobertura) y centro de salud.
2. Determinar la relación entre la concentración de ozono registrada en la zona de estudio y la incidencia de enfermedades de vías respiratorias altas y asma en menores de cinco años.
3. Estratificar con base en las áreas verdes el número de menores de 5 años con enfermedades respiratorias relacionadas a ozono con el total de menores en la zona de cobertura del Centro de Salud.
4. Generar, a partir de la evidencia del daño a la salud relacionado a la exposición por ozono por el escaso número de áreas verdes, una propuesta para incrementar dichas zonas.

## **7. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **7.1 Tipo y diseño general del estudio.**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo con diseño ecológico mixto (series de tiempo-grupos múltiples) con un análisis geográfico espacial.

Se relacionaron las concentraciones de ozono diarias reportadas por el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) durante los años 2011, 2012, 2013 y 2014 en las estaciones de monitoreo atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de México más cercanas a los centros de salud con los reportes de consultas otorgadas a menores de cinco años por enfermedades de vías respiratorias superiores o asma durante 2011, 2012, 2013 y 2014 en cada uno de los Centros de Salud T-III (C.S. T-III) (n=62) de los Servicios de Salud Pública del Distrito Federal (SSPDF). Así mismo se identificaron las zonas de vivienda de los menores y las áreas verdes cercanas a ésta en base a las zonas de cobertura de cada C.S. T-III.

### **7.2 Universo de estudio.**

El universo de estudio fueron los menores de cinco años de edad que habitan en las zonas de cobertura de los C.S. T-III; determinados por el número de niños menores de 5 años de edad que habitaron en los AGEB's (Área Geoestadística Básica) de las zonas de cobertura durante los años 2011, 2012, 2013 y 2014, establecidos por la información publicada por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

La población de estudio se conformó por los menores de cinco años que asistieron a consulta y con diagnóstico y reporte por alguna enfermedad de vías respiratorias superiores o asma durante 2011, 2012, 2013 y 2014 en algún C.S. T-III.



### **7.3 Selección y tamaño de la muestra.**

Dado que se considero la totalidad de menores de cinco años reportados por los Centros de Salud T-III en las bases de datos secundarias; así como todos los registros de ozono, contaminantes criterio y variables meteorológicas de las estaciones de monitoreo del SIMAT no fue necesario obtener un tamaño de muestra; considerando que los datos a incluir para el proyecto son los generados durante el periodo del 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2014.

### **7.4 Unidad de análisis y observación.**

La unidad de observación serán los menores de cinco años que asistieron a consulta y fueron diagnosticados con enfermedad de vías respiratorias superiores o asma en alguno de los C.S. T-III durante el periodo del 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2014; la unidad de análisis serán los días en que los mismos menores de cinco años acuden a la consulta, comprendidos en el periodo de estudio por la zona de cobertura del centro de salud.

#### **7.4.1 Criterios de Inclusión**

Registros generados a través del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) por cada Jurisdicción sanitaria del Distrito Federal, de menores de cinco años con diagnóstico CIE-10 clasificado como enfermedad respiratoria o asma (H65-H68, J00-J06, J45-J46), del periodo comprendido del 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2014.

Registros del contaminante atmosférico ozono, contaminantes criterios y variables meteorológicas del Sistema Metropolitano de la Calidad del aire de cada estación de monitoreo de la ZMVM, del 1 de enero de 2011 al 31 de diciembre de 2014, que cumplan con los criterios de suficiencia.

Sistema de consulta para la información censal (SINCE) versión 05/2012, del INEGI, del Distrito Federal.

#### **7.4.2 Criterios de Eliminación.**

Registros incompletos

Registros con datos erróneos en edad o diagnóstico por alguna enfermedad de vías respiratorias superiores o asma.

## 7.5 Definición operacional de las variables

**Tabla 3. Operacionalización de variables**

<b>Id</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Tipo de variable</b>
1	Fecha	Semana epidemiológica en la que se notifico la consulta otorgada al menor	1 de Enero de 2011 al 31 de diciembre de 2014	Semana 1 a 52 de cada año	Cualitativa
2	Centro de salud T-III	Unidad médica donde se realizo la consulta	1 a 62 (Total de Centros de Salud T-III en el D.F)		Cualitativa
3	Edad	Grupo de edad	Menores de 1 año De 1 a 4 años	Años	Cuantitativa
4	Sexo	Características que constituyen a una persona como masculino o femenina	1. Masculino o 1. Femenino		Cualitativa
5	Área de vivienda	Ubicación geográfica de la zona de cobertura del centro de salud.	Delegación, AGEB.		Cuantitativa
6	Consulta por enfermedad de vía respiratoria superior	Registro por consulta debida a enfermedad de vía respiratoria*	Si o No		Cualitativa
7	Consulta por asma o estado asmático	Registro por consulta debida a asma (J45) o estado asmático (J46)	Si o No		Cualitativa
8	Concentración promedio diaria de ozono	Concentración reportada por el SIMAT de la concentración de ozono en las unidades de monitoreo.	0-200	Partes por billón (ppb)	Cuantitativa
9	Humedad relativa diaria promedio	Cantidad de humedad en el aire	0 a 100	Porcentaje (%)	Cuantitativa
10	Temperatura diaria promedio	Magnitud de calor o frio determinada por un termómetro	0 a 100	Grados Celsius °C	Cuantitativa
11	Área verde Delegacional	Espacio en conjunto de parques, bosques, jardines y demás zonas verdes en la delegación	0 a 40Km <sup>2</sup>	Metros cuadrados o kilómetros cuadrados	Cuantitativa
12	Área verde urbana por habitante	Cantidad de área verde por habitante por delegación	1 a 40m <sup>2</sup> /hab	Metros cuadrados ( )	Cuantitativa
13	Área verde asignada por centro de salud	Áreas verdes más cercanas al centro de salud (Radio de 2.8Km <sup>2</sup> )	0 a 40Km <sup>2</sup>	Metros cuadrados (m <sup>2</sup> ) o Kilómetros cuadrados (Km <sup>2</sup> )	Cuantitativa

\*Se considerará enfermedad respiratoria de vías altas cuando en el expediente se encuentre registrado alguno de los siguientes padecimientos (Clasificación CIE-10) (48) (49):

- (H65) Otitis media no-supurativa
- (H66) Otitis media supurativa y otitis media sin especificar
- (H67) Otitis media en enfermedad clasificada 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
- (J45) Asma
- (J46) Estado asmático

## **7.6 Intervención propuesta**

Este proyecto es el primer paso para proponer al gobierno del Distrito Federal un plan integral para incrementar y mejorar las áreas verdes urbanas, justificando su beneficio al medio ambiente y a la salud de la población, para que aunado a los programas existentes se realice una estrategia conjunta gobierno-ciudadanía para cuidar las zonas verdes y aumentar las azoteas verdes y jardines verticales en la ciudad.

## **7.7 Bases de datos de salud.**

Los registros de los Centros de Salud T-III del Distrito Federal se solicitaron a través del Instituto Nacional de Transparencia de Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) en las plataformas del Sistema INFOMEX del Gobierno Federal y del Sistema de Solicitudes del Distrito Federal, en este caso con fundamento en lo establecido en los artículos 40, 42, 43 y 44 de la Ley Nacional de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental y al artículo 11 de la Ley de transparencia y acceso a la Información Pública del Distrito Federal, no fue necesario justificar el motivo por el que se requiere la información ni el uso que se le daría, dado que es información pública y se tiene el derecho de obtenerla por medios electrónicos de parte de los entes obligados.

En base a lo anterior no fue necesario emitir cartas de solicitud de información firmadas por la directora del proyecto ni por el alumno; la solicitud se realizó a través de las plataformas INFOMEX de las cuales se obtiene un acuse de recibo de solicitud de información pública y posteriormente se obtuvo un oficio de parte del ente obligado junto con la información solicitada.

Las bases de datos obtenidas fueron los registros del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de la Dirección General de Epidemiología de las enfermedades de vías respiratorias superiores.

Esta información se encuentra desgregada por centro de salud, reportada semanalmente, en relación a la semana epidemiológica; de esta manera el periodo de estudio comprendió 4 años, iniciando el 2 de enero de 2011 y concluyendo el 3 de enero de 2015, siendo en total 209 semanas..

Las variables están separadas por diagnósticos, para el estudio se creó una variable de presencia de enfermedades respiratorias en la cual se incluyeron todos los diagnósticos por infecciones respiratorias agudas, así como faringitis y amigdalitis estreptocócicas, categorizadas como IRAS y otra variable que incluyó el diagnóstico de asma y estado asmático.

Debido al bajo reporte de menores de cinco años con otitis media aguda, este padecimiento no se consideró.

En relación a la edad, se manejaron dos grupos: menores de 1 año y de 1 a 4 años, ambos separados por sexo. Se mantuvo como referencia el total de hombres y mujeres de cualquier edad diagnosticados con alguno de los padecimientos de interés para el estudio.

La información obtenida fue analizada en el paquete estadístico STATA SE 13.

Link: <https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/home.action>

Link: <http://www.infomexdf.org.mx/InfomexDF/Default.aspx>

## **7.8 Calidad del aire.**

Se obtuvieron las bases de datos generadas por el SIMAT de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de México; lo reportado para concentraciones de ozono, contaminantes criterio (NOX, PM10 y PM2.5) y variables meteorológicas: humedad relativa, temperatura presión atmosférica, dirección y velocidad del viento.

La información reportada por SIMAT es la concentración por cada hora, para utilizar la información en primer lugar se comprobó que cumplieran con el criterio de suficiencia (se consideró que una estación de monitoreo será representativa para caracterizar cualquier fenómeno si cuenta al menos con el 75% de datos de 24 horas).

Se asignó el monitor más cercano al centro de salud T-III.

Para utilizar la información se calcularon los promedios, mínimos y máximos de 8 y 24 horas y posteriormente con esta información se calculó el promedio semanal y de esta manera se manejó en

la base de datos en el Programa Excel 2007 y se conjunto con la base de datos de los expedientes para ser analizados en el programa estadístico Stata SE 13.

Link: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=%27aqBhnmQ=%27>

### **7.9 Áreas verdes (A.V.).**

Se solicito el inventario a la Secretaria del Medio ambiente del D.F. a través del INAI de áreas verde más actual (2010) de la Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal.

Estos datos se encuentran desagregados por delegación, para tener mayor exactitud, se asignaron areas verdes a cada C.S. T-III, esto con el apoyo de las plataformas (Herramientas digitales) de google maps, google street view y google earth (versión 7.1.4.1529), a cada centro de salud se le establecieron de 1 a 4 áreas verdes, según la cercanía en un radio promedio de 2.8 Km<sup>2</sup>, a dichos espacios se les determino el área y la distancia al centro de salud, para la asignación se consideró la zona de cobertura de los T-III, la cual se solicito a los Servicios de Salud Pública del Distrito Federal.

Para la creación de mapas temáticos y visualización por AGEB se utilizó el mapa digital de México de INEGI (versión 6.0.1); apoyándonos en la base de datos del Sistema de consulta para la información censal (SINCE) versión 05/2012, del INEGI, del Distrito Federal, generada con los datos del censo de población y vivienda 2010; así como con las proyecciones de CONAPO del años 2013.

Se conformó una base de datos con la información obtenida de dichas plataformas y se conjuntó en Stata SE 13 para su análisis con los datos de los expediente y de calidad del aire.

En base a los “Términos de libre uso de la información del INEGI” se utilizaron los recursos publicados por esta institución, apegándonos a sus términos, así como a la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía; y otorgando los créditos correspondientes.

En lo que respecta al uso de las plataformas google, se tuvo apego a las “Condiciones de servicio” establecidas.

Link: <http://www.inegi.org.mx/est/scince/scince2010.aspx>

## 8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Inicialmente se realizó un análisis exploratorio univariado de las variables involucradas en el estudio; información sociodemográfica y de salud obtenida de los C.S. T-III y las ambientales como las concentraciones promedio de ozono así como de otros contaminantes criterio, y variables meteorológicas durante el periodo de interés en relación al número de áreas verdes. De acuerdo al tipo de variable y a su distribución se seleccionó la mejor estadística o grafico que representará a los datos en cuestión.

Se realizaron gráficos del número de consultas por día y nivel de ozono; así como la comparación de los niveles de ozono registrados en las unidades de monitoreo incluidas en este estudio.

Con el apoyo del mapa digital de INEGI se identificó la zona de cobertura (vivienda de los menores) y se calculó el número de áreas verdes cercanas a ésta.

Se realizó un análisis bivariado entre las bases de datos de salud, la concentración de ozono y datos meteorológicos así como con la información de las áreas verdes urbanas.

Para estimar número de casos de enfermedades respiratorias que se incrementan o decrecientan cada vez que el  $O_3$  aumenta en 1ppb, se usó un modelo de regresión poisson ajustado por sexo, ubicación, y padecimiento diferencial así como variables meteorológicas como temperatura y humedad; para evaluar su asociación con áreas verdes se manejaron dos estrategias, una ajustando por total de áreas verdes cercanas a la zona de vivienda del menor al C.S. T-III (zona de cobertura) y evaluando las interacciones de ozono y estratificando por zona geográfica. Este tipo de modelos registra los conteos diarios de casos de enfermedades respiratorias obtenidas de los expedientes.

Con un análisis grafico-estadístico se conjuntaron los resultados obtenidos.

Posterior a la captura de la información en Excel 2007 esta se conjuntó en una base de datos para su análisis estadístico con el programa Stata SE 13.

## 9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Con apego a la “Declaración de Helsinki” y a la Ley General de Salud, Título Quinto Investigación para la Salud, Capítulo Único, Artículo 96. La investigación para la salud comprende el desarrollo de acciones que contribuyan: III. A la prevención y control de los problemas de salud que se consideren prioritarios para la población y IV. Al conocimiento y control de los efectos nocivos del ambiente en la salud.

Se garantizó que el presente estudio se lleve a cabo de plena conformidad con los principios de la “Declaración de Helsinki” y con la Ley General de Salud y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, en su Título segundo de los aspectos Éticos de la Investigación en Setes Humanos, Capítulo I Disposiciones Comunes, Artículo 17, fracción I, en el que se considera la presente Como una Investigación sin riesgo dado que no se incluyó la participación de sujetos humanos, es una investigación documental y retrospectiva, contemplando solo la revisión de bases de datos con información epidemiológica.

Los datos han sido y serán conservados por el estudiante responsable del proyecto en un lugar seguro y se destruirán cuando legalmente sea pertinente hacerlo.

En relación al acceso a información pública de índole federal la Ley Nacional de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, en su Capítulo III, Del procesamiento de acceso ante la dependencia o entidad, Artículos 40, 42, 43 y 44 establece que cualquier persona puede presentar ante la unidad de enlace una solicitud de acceso a la información, que las dependencia y entidades solo estarán obligadas a entregar documentos que se encuentren en sus archivos y se entregara la información al solicitante de la manera que este la solicite (medios electrónicos) siempre y cuando la información ya se encuentre en este formato y la obligación del acceso a la información se dará por cumplida cuando se ponga a disposición del solicitante los documentos solicitados.

En lo que respecta a la Información pública del Distrito Federal, La Ley de Transparencia y acceso a la Información Pública del Distrito Federal, en su Capítulo I, Disposiciones generales, Artículo 11, establece que: “Quienes generen, administren, manejen, archiven o custodien información pública, serán responsables de la misma en los términos de esta Ley. Toda la información en poder de los entes públicos estará a disposición de las personas, salvo aquella que se considere como información de acceso restringido en sus distintas modalidades. Quienes soliciten información pública tienen derecho, a su elección, a que ésta les sea proporcionada de manera verbal o por escrito y a obtener por medio electrónico o cualquier otro, la reproducción de los documentos en que se contenga, sólo cuando se encuentre digitalizada y sin que ello implique procesamiento de la misma. En caso de no estar disponible en el medio solicitado, la información se proporcionará en el estado en que se

encuentre en los archivos del Ente Público. El servidor público responsable de la pérdida, destrucción, modificación, alteración u ocultamiento de los documentos, archivos, registros o datos en que se contenga información pública, será sancionado en los términos de la Ley de la materia.”



## **10. RESULTADOS**

En esta sección se presentan los resultados del análisis de cada uno de los tres rubros que se consideraron en el presente trabajo; áreas verdes, concentraciones de ozono y variables meteorológicas y número de consultas otorgadas a menores de cinco años de manera independiente y conjunta.

### **10.1 Población**

Se incluyó en el estudio un total de 450,764 niños y niñas menores de cinco años, que habitan en la zona de cobertura de los 62 centros de salud T-III del Distrito Federal, tomando como referencia la población de la zona de cobertura de dichos centros de salud, se presenta el total como la desglosada por grupo de edad, así como el total de asegurados reportados para el años 2015 en cada unidad médica (Tabla 4) .

En relación a las zonas de cobertura consideradas, estas abarcan 65% del total de AGEB's en el Distrito Federal. Según las proyecciones de los Servicios de Salud Pública del D.F., se calcula que para 2015 existan mas de cuatro millones de asegurados por los 62 T-III considerados para el estudio.

Según cifras del INEGI en el D.F. el 6.98% son menores de cinco años, en las zonas consideradas para el estudio 4.32% (450,764) son menores de cinco años de los cuales 2.06% se encuentran en edades de 0 a 2 años y 2.26% en el grupo de 3 a 5 años, y por sexo los porcentajes son muy parecidos, hombres (2.20%) y mujeres (2.12%) (Tabla 4).

**Tabla 4. Población por zona en relación al área de cobertura de los centros de salud, (proyecciones 2015)**

Zona	Población total (Proyección 2015)	Asegurados (Proyección 2015) (N,%)	Grupo de edad de 0 a 2 años			Grupo de edad de 3 a 5 años			Total menores de 5 años (N,%)
			Total (N,%)	Hombres (N,%)	Mujeres (N,%)	Total (N,%)	Hombres (N,%)	Mujeres (N,%)	
<b>Centro</b>	1582669	586933	37162	18875	18282	40610	20617	19989	77772
		37.09	2.35	1.19	1.16	2.57	1.30	1.26	4.91
<b>Noreste</b>	1066698	478064	18678	9403	9270	20111	10250	9861	38789
		44.82	1.75	0.88	0.87	1.89	0.96	0.92	3.64
<b>Noroeste</b>	1411720	448443	28217	14328	13882	30360	15450	14909	58577
		31.77	2.00	1.01	0.98	2.15	1.09	1.06	4.15
<b>Sureste</b>	2725309	1357797	55697	28685	27010	61376	31295	30079	117073
		49.82	2.04	1.05	0.99	2.25	1.15	1.10	4.30
<b>Suroeste</b>	3650895	1436748	75007	38205	36787	83547	42508	41029	158554
		39.35	2.05	1.05	1.01	2.29	1.16	1.12	4.34
<b>Total</b>	10437291	4307985	214761	109496	105231	236004	120119	115867	450764
	10437291	41.27	2.06	1.05	1.01	2.26	1.15	1.11	4.32

Fuente: Elaboración propia con datos de SSPDF e INEGI, 2010.

## 10.2 Salud

El padecimiento que se presentó principalmente fueron las Infecciones respiratorias agudas y en un número mucho más reducido fue el asma y el estado asmático. En el padecimiento de Infecciones respiratorias agudas, la diferencia entre sexo es mínima, 51% en hombres y 49% en mujeres, en relación a la edad esta se presenta en mayor proporción en el grupo de 1 a 4 años, aproximadamente 73%, lo que respecta a asma lo padecen principalmente los hombres (58.36%) y presente en 89.44% de las ocasiones en el grupo de 1 a 4 años (Tabla 5).

<b>Tabla 5. Caracterización de la población menor de 5 años por tipo de padecimiento.</b>				
		Padecimiento		
<b>Sexo</b>	<b>Grupo de edad</b>	<b>Enfermedad respiratoria de vías altas (IRAS) (N, %)</b>	<b>Asma y estado asmático (N,%)</b>	<b>Total (N)</b>
<b>Masculino</b>	Menores de 1 año	27058.00	23.00	27081.00
		14.20	6.74	
	De 1 a 4 años	69953.00	176.00	70129.00
		36.71	51.61	
	Total	97011.00	199.00	97210.00
		50.90	58.36	
<b>Femenino</b>	Menores de 1 año	24996.00	13.00	25009.00
		13.12	3.81	
	De 1 a 4 años	68566.00	129.00	68695.00
		35.98	37.83	
	Total	93562.00	142.00	93704.00
		49.10	41.64	
<b>Total general</b>		190573.00	341.00	190914.00
		100.00	100.00	

Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

En promedio semanalmente se presentan 49 casos de IRAS de los cuales 15 casos son menores de 5 años, los casos de asma son menos de uno a la semana en población general y en menores de 5 años se presenta un caso cada tres semanas (0.03 casos por semana) (datos no mostrados).

Al desglosar los datos por año, 2011 fue cuando se presentaron más casos tanto de IRAS como de asma en la población menor de cinco años con 55,701 niños y niñas diagnosticadas, representando el 32% de población dictaminada con dichas enfermedades, 2014 fue el año con el menor registro de

casos con 41,500 menores que padecieron IRAS o asma, siendo estos el 29% del total de personas enfermas ese año (Tabla 6).

<b>Tabla 6. Total de menores de cinco años diagnosticados con IRAS o asma, desglosado por grupo de edad y sexo, por año.</b>					
		<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Sexo</b>	<b>Grupo de edad</b>	<b>Total (N)</b>	<b>Total (N)</b>	<b>Total (N)</b>	<b>Total (N)</b>
<b>Masculino</b>	<b>Menores de 1 años</b>	7740	6957	6295	6089
	<b>De 1 a 4 años</b>	20734	18351	15837	15207
	Total	28474	25308	22132	21296
<b>Femenino</b>	<b>Menores de 1 año</b>	7247	6492	5818	5452
	<b>De 1 a 4 años</b>	19980	18272	15691	14752
	Total	27227	24764	21509	20204
<b>Total general</b>		55701	50072	43641	41500

Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

Como se menciona en relación a IRAS, se presenta indistintamente en hombre o mujeres en números iguales, y en cada año se mantiene la tendencia de afectar principalmente al grupo de edad de uno a cuatro años (Gráfica 1).

El asma y estado asmático se presenta de igual manera en edades de 1 a 4 años, pero este padecimiento afecta más a hombres incrementándose el porcentaje de niños enfermos en 2013 y 2014 a más del 50 casos cada año (Gráfica 2).

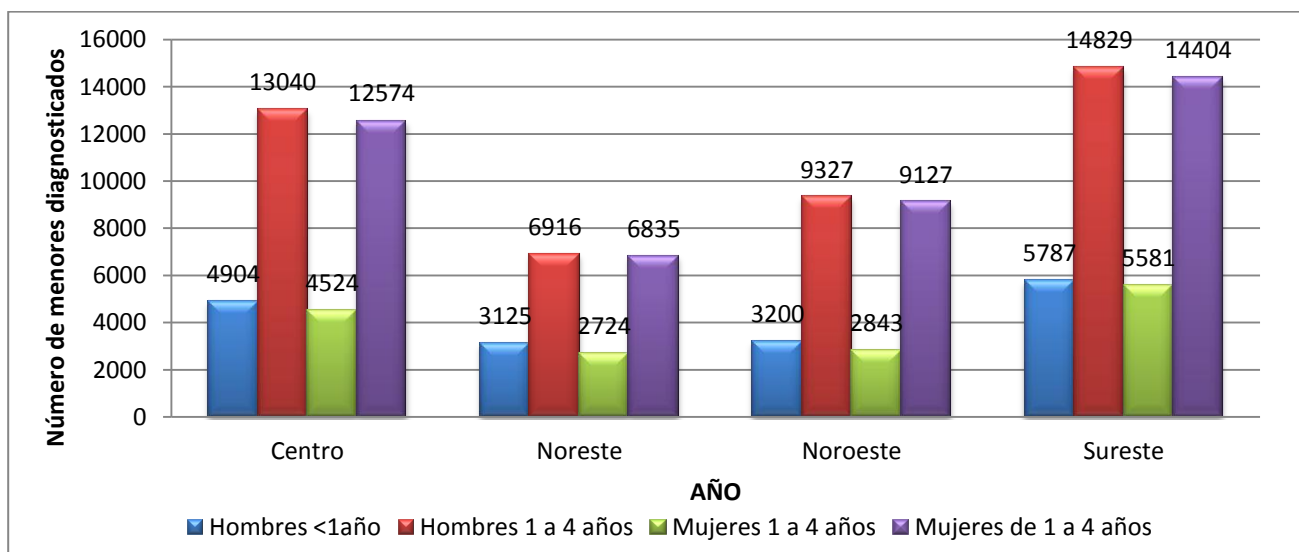
De manera semanal para 2011 nunca se rebasaron los 90 casos, en 2012 el máximo llegó a 78 casos semanales, para 2013 se presenta una situación similar a los años anteriores, sin embargo en la semana 151 en un centro de salud se presentaron 115 casos de IRAS, 2014 fue el año con el menor promedio de casos por semana, llegando el máximo a 52 menores diagnosticados con IRAS (Gráfica 3).

Para 2011 se presentaron en promedio 55 casos semanales de IRAS, de estos 17 eran diagnosticados en menores de cinco años, cada tres semanas se presentaba un caso de asma en

algún menor de cinco años, para 2012 el promedio de IRAS aumento a 52 casos semanales, con 15 en menores de 5 años, y los casos de asma fueron 0.02 por semana; en 2013 el promedio semanal de IRAS disminuyo a 44 casos de los cuales 13 eran menores de cinco años, los casos de asma se mantuvieron menores de un por semana; 2014 presenta el promedio más bajo del periodo, de 43 casos por semana solo 12 eran menores de cinco años, en relación a los diagnósticos de asma y estado asmático el promedio se mantiene por debajo de un caso semanal (Gráfica 3)

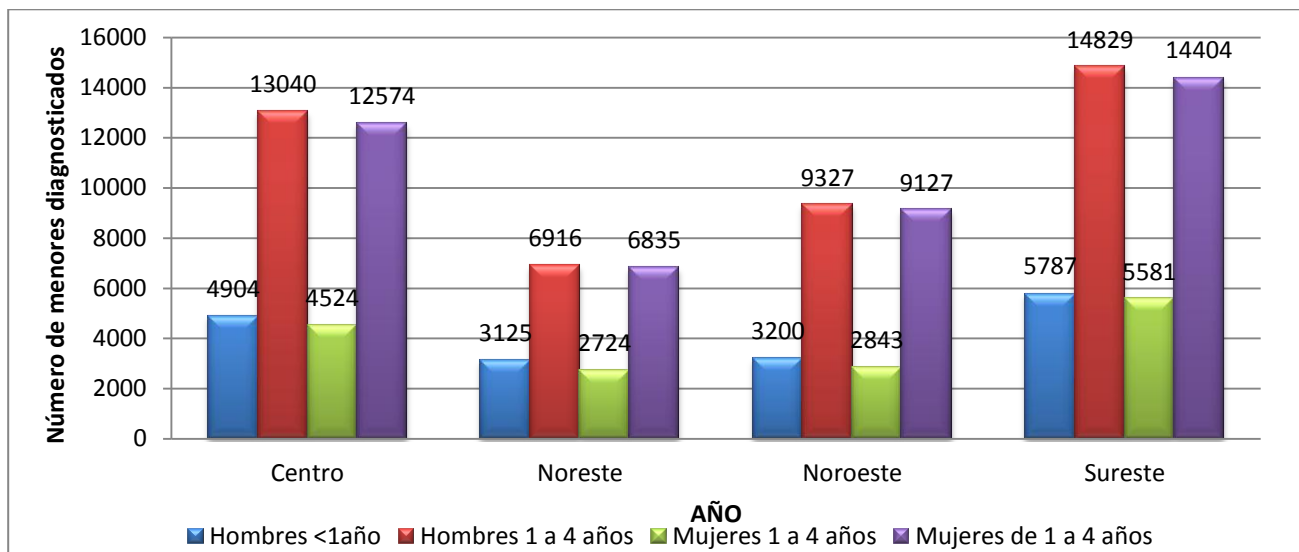
Como se puede observar en la grafica 3 (A-D), el número de menores con enfermedades respiratorias se elevan en los meses de enero a abril posteriormente en primavera y verano disminuyen los casos, y a continuación de septiembre hasta diciembre los casos van en aumento, esto ocurre durante cada año que se incluyo en la investigación (2011 – 2014).

**Gráfica 1. Población menor de cinco años con diagnostico de IRAS, por grupo de edad, sexo y año.**



Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

**Gráfica 2. Población menor de cinco años con diagnóstico de asma o estado asmático, por grupo de edad, sexo y año.**



Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

**Gráfica 3. Evaluación del número de casos diagnosticados de menores de cinco años con IRAS en cada uno de los 62 Centros de Salud incluidos en el estudio por año: A) 2011, B) 2012, C) 2013, D) 2014.**

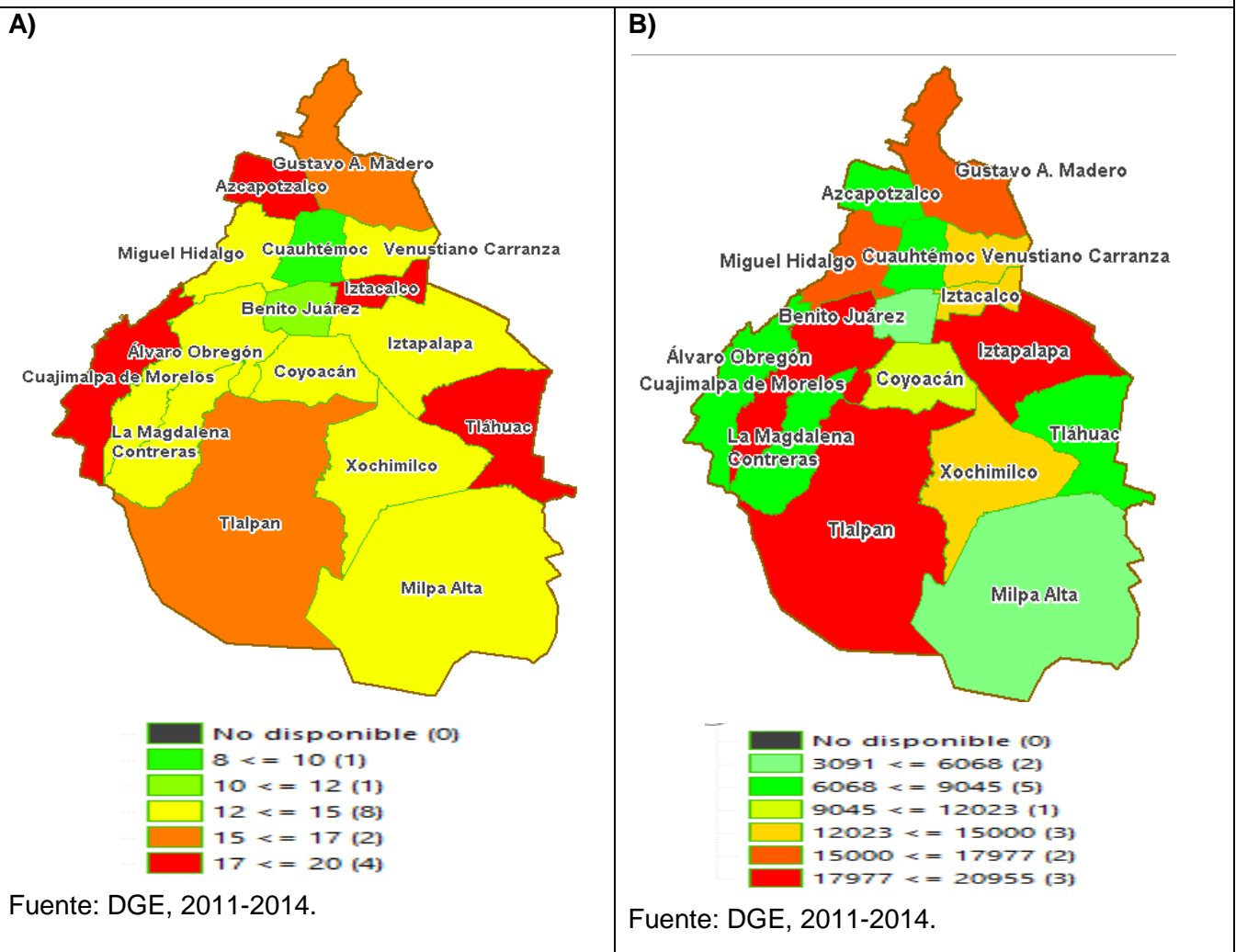


Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

Al desglosar por zona, el sur de la ciudad es donde se presenta el mayor número de casos por IRAS en menores de cinco años, siendo preponderante el suroeste; sin embargo esto se puede deber a que la mayoría de los centros de salud T-III se localizan en esta zona, al calcular el promedio de consultas semanales por zona, en el noreste y sureste se presentan los promedios semanales más altos por consultas por IRAS en menores de cinco años, 16 y 15 casos respectivamente y en el centro se presentó el menor número con un promedio de 14 consultas semanales (Figura 4: A y B, Gráfica 4).

En todas las zonas se distribuyen casi de igual manera las consultas; 14% a hombres menores de un año, 13% a mujeres menores de un año, y de la población de 1 a 4 años, 37% las consultas son a hombres y 36% a mujeres (Gáfica 5).

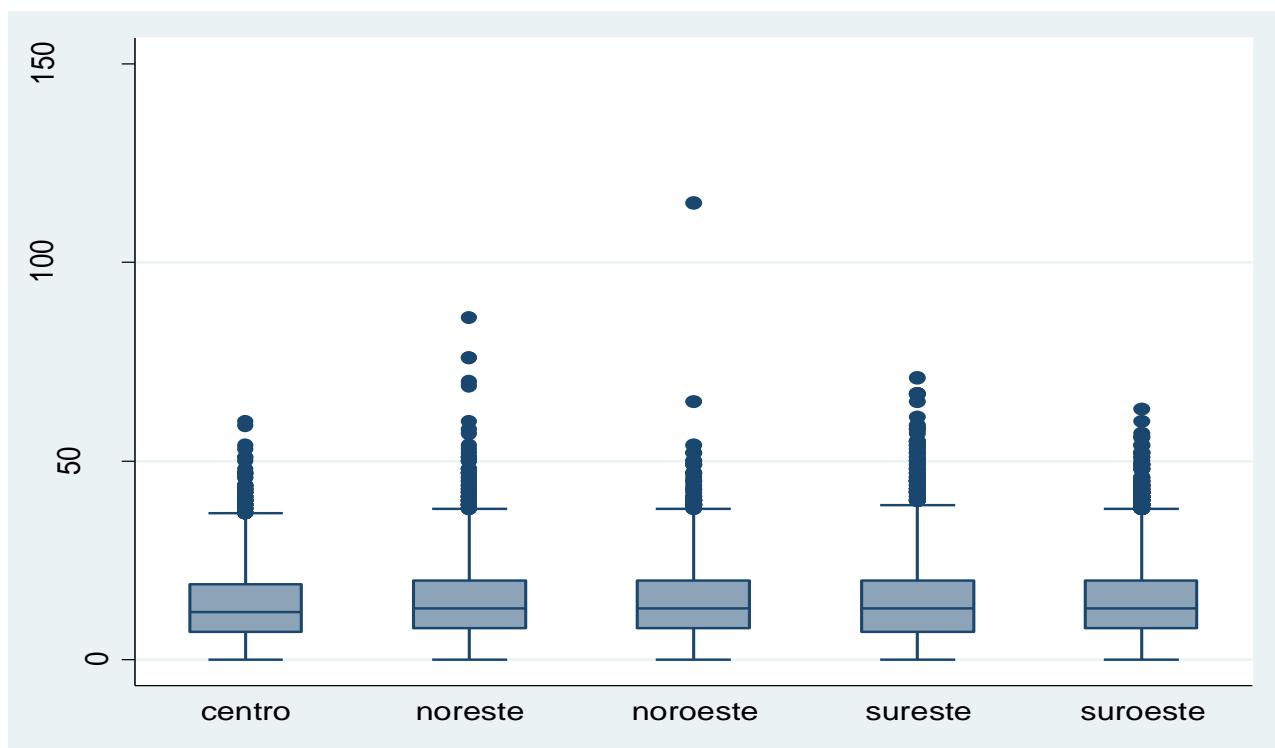
**Figura 3. Total (A) y Promedio (B) de consultas por IRAS en menores de 5 años durante el periodo de 2011 a 2014 por Delegación (1:3).**



En lo respectivo a asma el suroeste es el lugar donde se presenta el mayor número de casos (155), superando hasta por cuatro veces lo que se presenta en otras zonas como en el noreste donde solo se realizaron 29 consultas en los cuatro años que se incluyeron en el estudio. En ninguna zona se registró más de una consulta en promedio por semana a menores de cinco años por asma o estado asmático (Gráfica 6).

En relación a la distribución por sexo y grupo de edad es similar en todas las zonas, los hombres de uno a cuatro años representan el 51.90% de los niños que asistieron a consulta por asma, seguidos de las mujeres de uno a cuatro años (37.70%), los menores de un año solo representan el 11.42% de menores que padecieron asma, con porcentajes similares tanto hombres (5.42%), como mujeres (6.00%) (Gráfica 6).

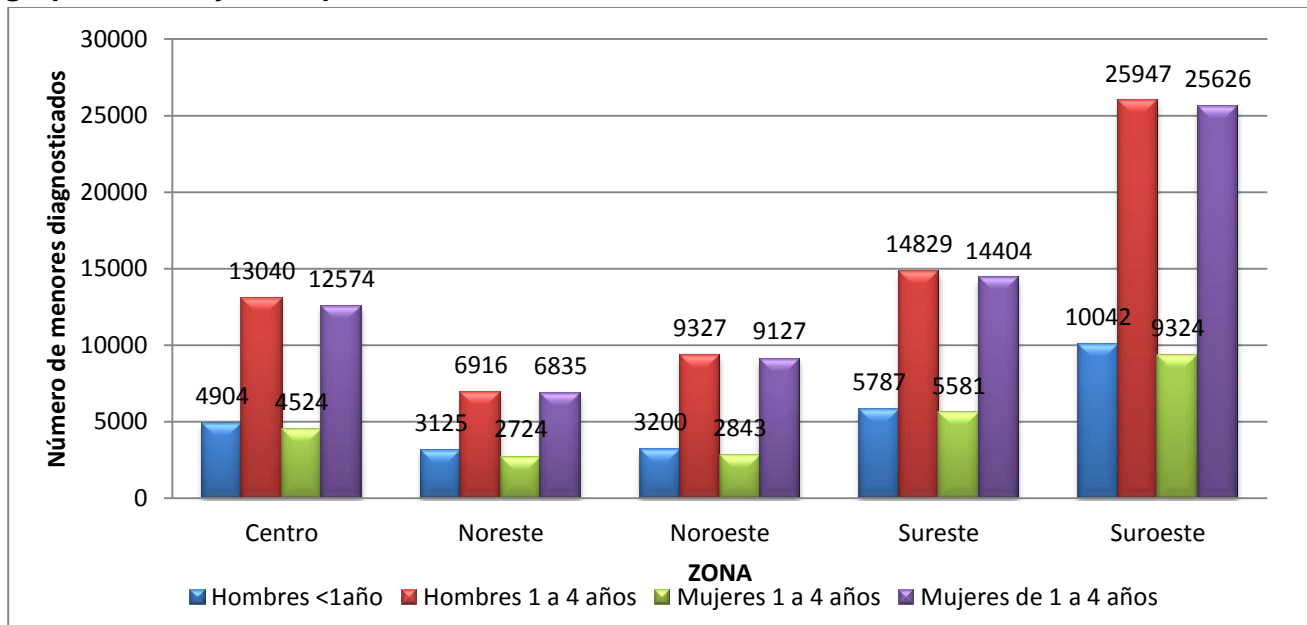
**Gráfica 4. Promedio semanal de consultas por Infecciones respiratorias, desglosado por zona, 2011-2014.**



Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

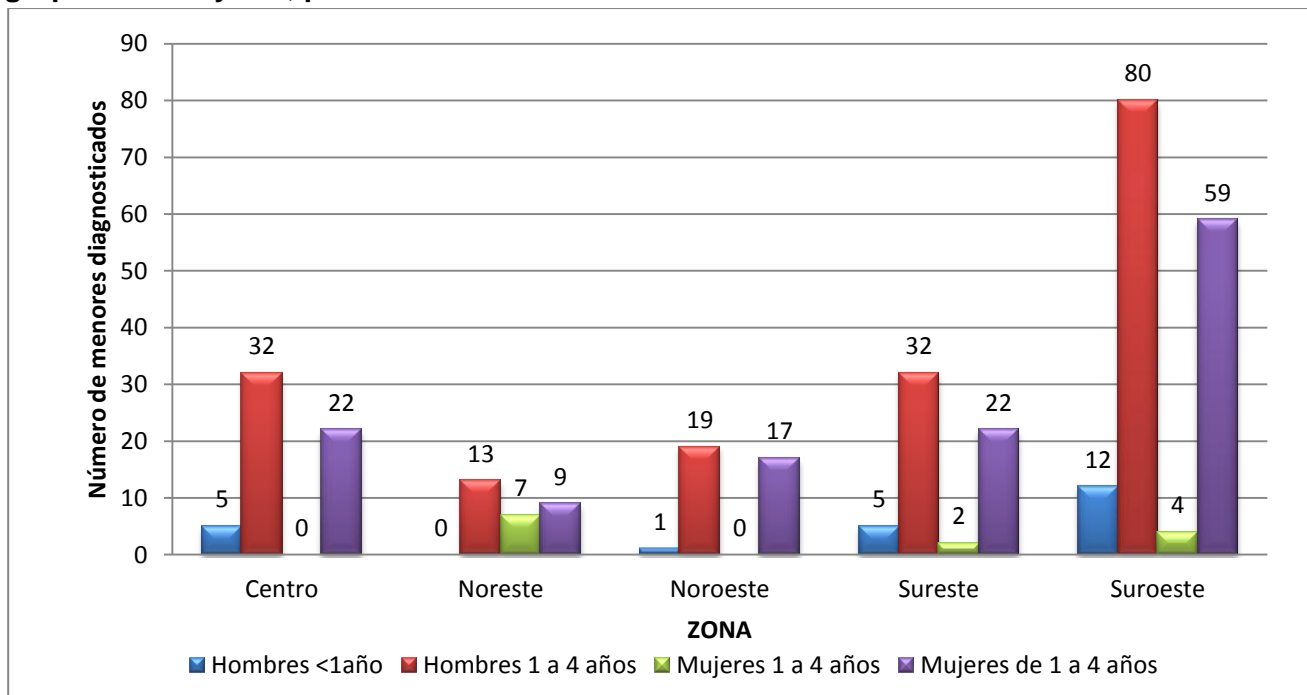


**Gráfica 5. Número de menores de cinco años diagnosticados con IRAS, desglosados por grupo de edad y sexo, por zona.**



Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

**Gráfica 6. Número de menores de cinco años diagnosticados con asma o estado asmático por grupo de edad y sexo, por zona.**

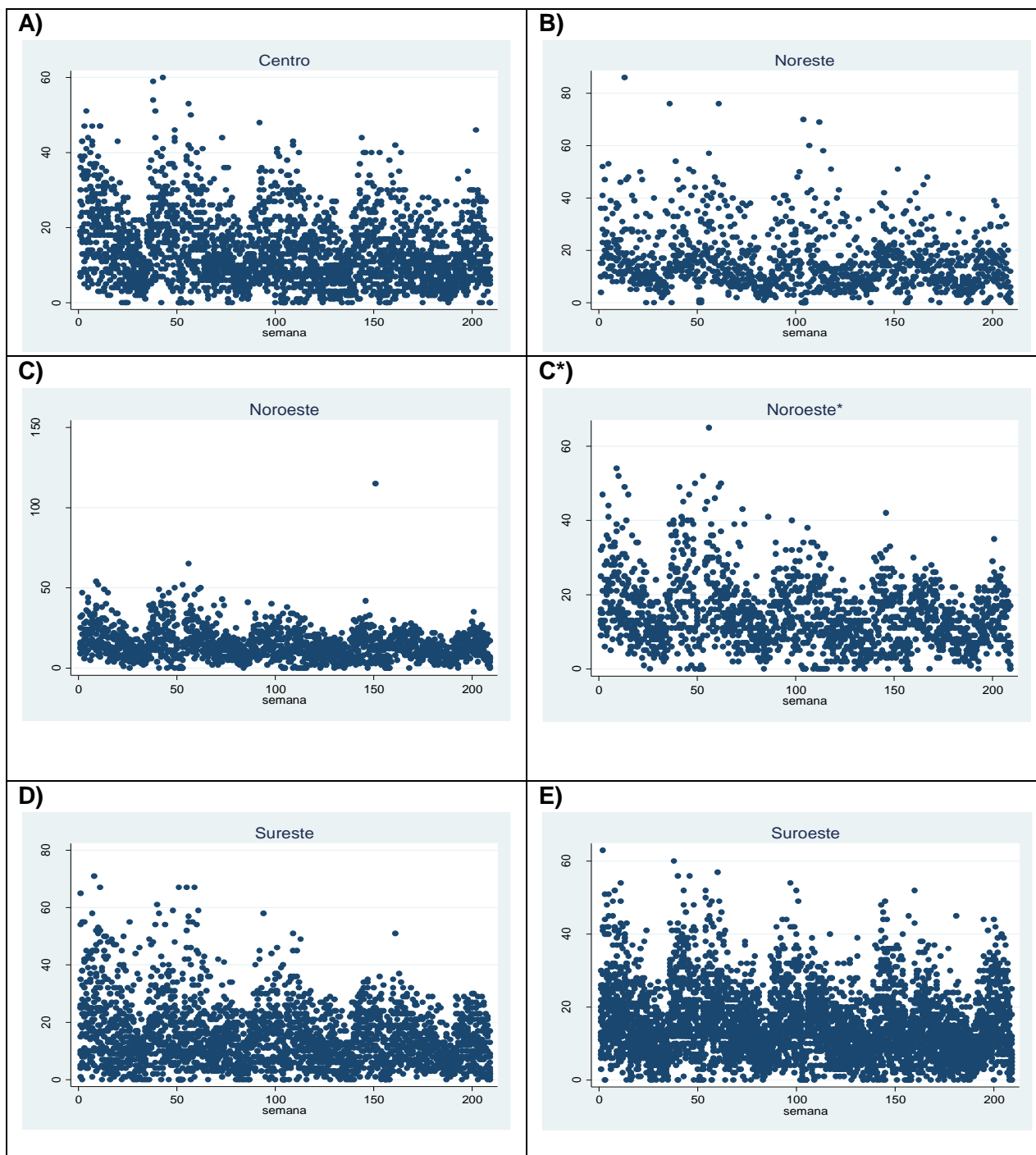


Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

En las gráficas siguientes se presenta el número de consultas por infecciones respiratorias de vías superiores por cada una de las 209 semanales del periodo de estudio (Gráfica 7: A-E).

**Gráfica 7. Número de consultas por IRAS en Menores de 5 años por zona, 2011-2014.**

**A) Centro, B) Noreste, C) Noroeste, C\*) Noroeste\*, D) Sureste, E) Suroeste.**



C\*) Noroeste\*: La grafica se presenta sin el dato de la semana 151 con 115 para observar de mejor manera la serie de tiempo en la zona Noroeste.

Fuente: Base de datos de elaboración propia con información de la DGE 2011-2014.

### 10.3 Áreas Verdes

En la tabla 9 se muestran los datos correspondientes a las áreas verdes en cada una de las delegaciones del Distrito Federal por categoría (Ver Figura 8: visualización del total de área verde por delegación).

Con base en la tabla 9 se puede comentar que el mayor número de áreas verdes se ubica en escuelas o dependencias, parques y vialidades; así mismo en la Ciudad de México según los datos del Inventario de áreas verdes del 2010 solo cuenta con un vivero localizado en la Delegación Álvaro Obregón.

En la tabla 10 se presentan las cifras totales en relación a toda la superficie de cada delegación, la cantidad de área destinada a espacios urbanos, el número de áreas verdes urbanas dentro de estos, así como el total general de áreas verdes y la relación de área verde por habitante. En relación a ello, se puede observar que la delegación con mayor superficie es Tlalpan, Iztapalapa es la delegación con mayor número de habitantes y por lo tanto con mayor área urbana, Álvaro Obregón cuenta con el mayor número de áreas verdes urbanas y Xochimilco con la mayor extensión de áreas verdes totales; en lo que respecta a la relación de áreas verdes por habitante, Miguel Hidalgo presenta el mejor índice.

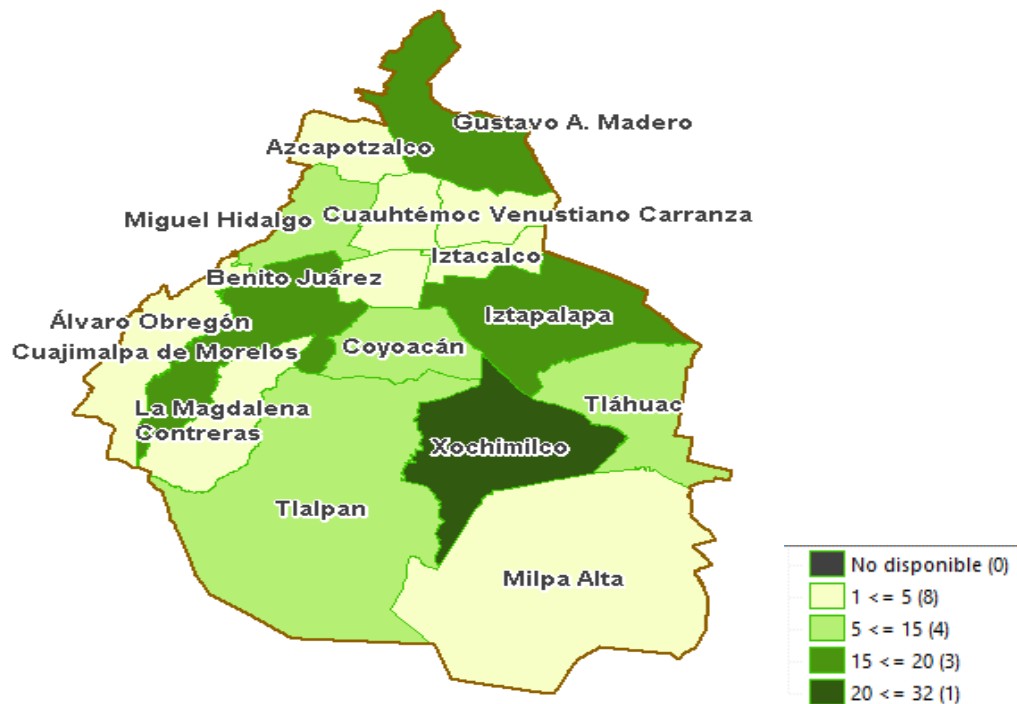
Los datos globales del Distrito Federal solapan la realidad de la ciudad, ya que en promedio el D.F cuenta con 15 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, sin embargo esto no se encuentra distribuido equitativamente en relación a la densidad poblacional de cada delegación; pudiendo observar que delegaciones altamente pobladas ubicadas al centro y sur de la ciudad ni siquiera se acercan a la cifra recomendada por la OMS de 10 m<sup>2</sup> de área verde por habitante.

Debido a la falta de información, actualización y desglose de datos en este rubro se realizó una asignación arbitraria de áreas verdes para cada uno de los 62 centros de salud T-III incluidos en la investigación, esto con el apoyo de las plataformas Google maps, street view, google earth y Mapa digital de INEGI; de esta manera a cada centro de salud se le asignó de 1 a 4 áreas verdes en relación a la cercanía (radio promedio 2.8km) y tamaño de estas (de 0.00452 a 37.61km<sup>2</sup>) (Figura 9).

Debido a la cantidad de centros de salud la información se presentara agrupada por delegación o por zona (según se determino mas conveniente) (Tabla 11).

En promedio cada centro de salud se localiza cerca de 2.2 km<sup>2</sup> de áreas verdes, y estas se encuentran a una distancia aproximada de 2.8 kilómetros, la menor área verde considerada consta de 4520 m<sup>2</sup> y la mayor de 37.6km<sup>2</sup>; así mismo la distancia oscila de 80m hasta 7.4 km.

Figura 4. Total de áreas verdes (km<sup>2</sup>) por Delegación (Escala 1:4).



Fuente: Inventario del Sistema de Información Geográfica de las áreas verdes, 2010

Figura 5. Total de áreas verdes (km<sup>2</sup>) asignadas en relación a las zonas de cobertura de los centros de salud, (Escala 1:4).



Fuente: Elaboración propia en base a visualizaciones de mapas digitales (INEGI, Google, 2015).

**Tabla 7. Superficie de área verde por delegación por categoría (m<sup>2</sup>)**

Delegación	Alameda	Área Natural Protegida	Área de Valor Ambiental	Barranca	Bosque	Escuela/dependencia	Otro	Panteón	Parque	UH	Vialidad	Vivero	Total áreas verdes (m <sup>2</sup> )
Álvaro obregón	405,165.2	25,629.8	2,957,089.8	7,124,159.0		66897.1	961,497.3	861,848.7	3,035,064.1	367,018.6	759,328.0	41,147.0	16,604,844.6
Azcapotzalco	161,974.3					412,733.5	161,843.73	397,807.3	1,741,424.9	676,166.7	1,091,425.9		4,481,532.6
Benito Juárez	15,793.2					13,789.0	12,538.3	36,261.7	523,521.1		510,426.9		1,112,330.2
Coyoacán	116,366.2	4,115,661.4	326,172.0			2,803,195.9	330,590.2	82,155.8	2,975,905.9	168,121.2	1,771,915.5		12,690,083.9
Cuajimalpa de Morelos			316,136.0	1,816,712.0	43,718.3		1,504,771.8	31,947.9	209,123.2	12,157.9	275,191.9		4,209,759.0
Cuauhtémoc	115,382.6					41,919.5	8,711.8	88,887.9	847,837.7	45,250.5	761,742.5		1,909,732.4
Gustavo a. Madero		8,277,893.6	1,597,889.8			3,054,715.7	313,620.9	146,945.5	2,634,983.1	301,994.4	3,039,968.9		19,368,011.7
Iztacalco			1,500,270.8			116,950.3		42,427.0	363,223.1	153,960.6	794,081.4		2,970,913.2
Iztapalapa		6,656,587.8				696,173.2	415,584.1	1,023,342.7	4,288,489.3		2,549,223.6		15,629,400.6
Magdalena Contreras		326,270.0		460,468.4		67,905.6	292,986.3	104,840.9	120,144.4	118,829.7	99,837.7		1,591,283.1
Miguel hidalgo	4,167.7		5,185,638.4	416,875.7		900,366.8	152,873.2	2,238,620.5	2,954,227.6		1,948,020.2		13,800,790.2
Milpa alta						166,949.8	3,077.0	117,217.7	201,667.1		52,335.8		541,247.4
Tláhuac		9,634,899.0			673,511.3	194,768.3	1,042,115.0	123,332.0	1,127,787.4		263,756.9		13,060,169.9
Tlalpan		3,536,302.6		57,709.0	330,859.9	519,262.1	418,287.4	53,082.4	1,485,668.2	79,728.5	1,436,151.8		7,917,051.9
Venustiano Carranza	834,854.5				56,198.6	49,794.3		10,391.7	1,187,566.0	224,081.9	740,382.7		3,103,269.7
Xochimilco		29,290,929.3	37,857.7		219,738.2	104,259.5	453,415.5	186,494.5	896,508.4	106,333.2	372,851.3		31,668,387.5
<b>D.F,</b>	<b>1,653,703.7</b>	<b>61,864,173.5</b>	<b>11,921,054.4</b>	<b>9,875,924.1</b>	<b>1,324,026.2</b>	<b>9,209,680.6</b>	<b>5,910,068.7</b>	<b>5,545,604.2</b>	<b>24,593,141.3</b>	<b>2,253,643.0</b>	<b>16,466,641.1</b>	<b>41,147.0</b>	<b>150,658,807.9</b>

Fuente: Inventario de áreas verdes de 2010. Datos obtenidos del Sistema de Información Geográfica de las áreas verdes del DF: elaborado por el Instituto de Geografía de la UNAM, para el Gobierno del Distrito Federal, con financiamiento del Fideicomiso Ambiental Metropolitano (FIDAM 1490).

DELEGACIÓN	Tabla 8. Superficie de área verde por Delegación por tipo, 2010													
	Superficie (km <sup>2</sup> )	%	No. Habitantes	%	Área Urbana (Km <sup>2</sup> )	%	Área Verde Urbana (Km <sup>2</sup> )	%	A.V. bajo manejo por Hab. (m <sup>2</sup> ) 2006*	%	Total A.V. (Km <sup>2</sup> )	%	Superficie AV(m <sup>2</sup> )/Hab	Superficie A.V.U (m <sup>2</sup> )/Hab
Álvaro Obregón	96.17	6.61	729,193	8.22	61.12	9.66	13.62	19.44	4.3	5.33	16.60	11.02	22.77	18.68
Azcapotzalco	33.66	2.31	413,785	4.66	33.51	5.30	4.48	3.38	5.6	6.94	4.48	2.97	10.83	10.83
Benito Juárez	26.63	1.83	389,140	4.39	26.51	4.19	1.11	0.94	5.9	7.31	1.11	0.74	2.86	2.86
Coyoacán	54.40	3.74	628,420	7.08	54.01	8.54	8.25	15.92	7.4	9.17	12.69	8.42	20.19	13.13
Cuajimalpa De Morelos	74.58	5.13	187,206	2.11	15.08	2.38	3.85	4.39	1.5	1.86	4.21	2.79	22.49	20.57
Cuauhtémoc	32.40	2.23	539,104	6.08	32.67	5.16	1.91	1.43	5.1	6.32	1.91	1.27	3.54	3.54
Gustavo A. Madero	94.07	6.47	1,184,099	13.34	87.29	13.80	9.49	11.28	8.8	10.90	19.37	12.86	16.36	8.02
Iztacalco	23.30	1.60	383,421	4.32	23.12	3.65	1.47	1.78	8.6	10.66	2.97	1.97	7.75	3.84
Iztapalapa	117.00	8.04	1,815,596	20.46	113.37	17.92	8.97	14.49	1	1.24	15.63	10.37	8.61	4.94
Magdalena Contreras	74.58	5.13	239,595	2.70	14.08	2.23	1.26	0.00	2.3	2.85	1.59	1.06	6.64	5.28
Miguel Hidalgo	46.99	3.23	372,050	4.19	47.69	7.54	8.61	7.03	12.6	15.61	13.80	9.16	37.09	23.16
Milpa Alta	228.41	15.70	130,511	1.47	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	0.54	0.36	4.15	4.15
Tláhuac	85.34	5.87	361,014	4.07	19.17	3.03	2.75	1.80	2.4	2.97	13.06	8.67	36.18	7.62
Tlalpan	312.00	21.44	651,839	7.35	48.29	7.63	4.05	9.33	8.3	10.29	7.92	5.25	12.15	6.21
Venustiano Carranza	33.40	2.30	430,022	4.85	33.87	5.35	3.05	4.14	3.1	3.84	3.10	2.06	7.22	7.09
Xochimilco	122.00	8.39	418,022	4.71	22.90	3.62	2.12	4.66	3.8	4.71	31.67	21.02	75.76	5.07
D.F. (Total)	1454.93	100.0	8,873,017	100.00	632.68	100.00	75.55	100.00	80.7	100.00	150.66	100.00	16.98	8.52

Fuente: INEGI, 2010; Inventario de áreas verdes 2010, Memorias de la Dirección general de bosques urbanos y educación ambiental, 2006.

Tabla 9. Centros de Salud por Delegación, y zona y asignación de monitores						
Delegación	Numero de C.S.	Zonas	Monitores* Claves ver glosario			
Álvaro Obregón	7	suroeste	sfe	ped	coy	
Azcapotzalco	2	noroeste	cam	tla		
Benito Juárez	2	suroeste/centro	coy	izt		
Coyoacán	4	suroeste	sur	coy		
Cuajimalpa De Morelos	2	suroeste	cua			
Cuauhtémoc	5	Centro/noroeste	hgm	mer	cam	
Gustavo A. Madero	5	noroeste/noreste	sja	cam	xal	lpr
Iztacalco	4	centro/noreste/sureste	izt	sja	uiz	
Iztapalapa	6	sureste/centro	uiz	izt	uax	
La Magdalena Contreras	2	suroeste	sfe	tpn		
Miguel Hidalgo	5	noroeste/centro	cam	hgm		
Milpa Alta	1	sureste/centro	tah			
Tlahuac	2	sureste/centro	uax			
Tlalpan	6	suroeste	tpn	sur		
Venustiano Carranza	4	centro/noreste/sureste	mer	sja		
Xochimilco	5	sureste/suroeste	uax	sur	tah	
<b>Total</b>	<b>62</b>					

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAT 2011-2014.

Al desagregar la información por zona, el suroeste es la sección con el mayor numero de áreas verdes con un promedio por centro de salud de 4.55 Km<sup>2</sup> esto se debe a que 23 T-III se localizan en esta zona y que en esta se presentan las reservas ecológicas del desierto de los leones, los dinamos, así como el ajusco, el cerro del judío y el tepozteco; sin embargo la distancia del C.S. a dicha área verde es la mayor en relación a las otras zonas (3.49 km) (Tabla 13).

El noroeste y el centro representan las zonas con menor número de áreas verdes con un promedio de 0.45 y 0.11 km<sup>2</sup> de A.V. por C.S. Lo que respecta al área verde urbana por habitante el centro es la zona con menor cantidad, 8.22m<sup>2</sup> por cada poblador, seguido del sureste con solo 9.6m<sup>2</sup>, de manera contrastante el suroeste cuenta con 23.9m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante (Tabla 13).

En las figuras 10 a 15 se presentan los mapas tematicos de las diversas variables demográficas y de áreas verdes consideradas para el estudio.

Tabla 10. Área verde por zona del centro de salud

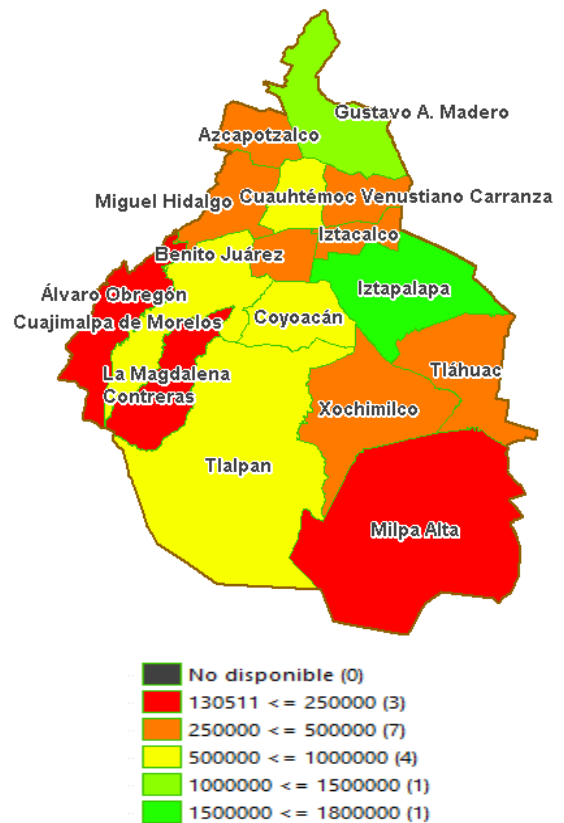
A.V. por asignación en relación a la cobertura del c.s.								
zona	C.S. por zona	Media Área verde total(km <sup>2</sup> )	(D.E)	Suma de A.V. (km <sup>2</sup> )	Promedio distancia A.V.-C.S. (km)	(D.E)	AVU por hab (m <sup>2</sup> )	D.E
Centro	12	0.114	0.119	1.4	2.27	1.04	8.23	6.54
Noreste	6	0.451	0.588	2.7	1.55	0.89	11.03	2.53
Noroeste	8	1.534	2.912	12.3	2.41	1.04	16.46	8.34
Sureste	13	0.969	1.219	12.6	2.86	1.7	9.64	4.18
Suroeste	23	4.551	9.024	101.7	3.49	4.23	23.88	11.4
Promedio D.F		2.16	5.86		2.8	2.8	15.66	10.6
Total	62	6.884		130.7			84.9	

Fuente: Elaboración propias con datos (INEGI, Google, 2015)

Figura 6. Superficie (km<sup>2</sup>) por Delegación (Escala 1:3), 2010.

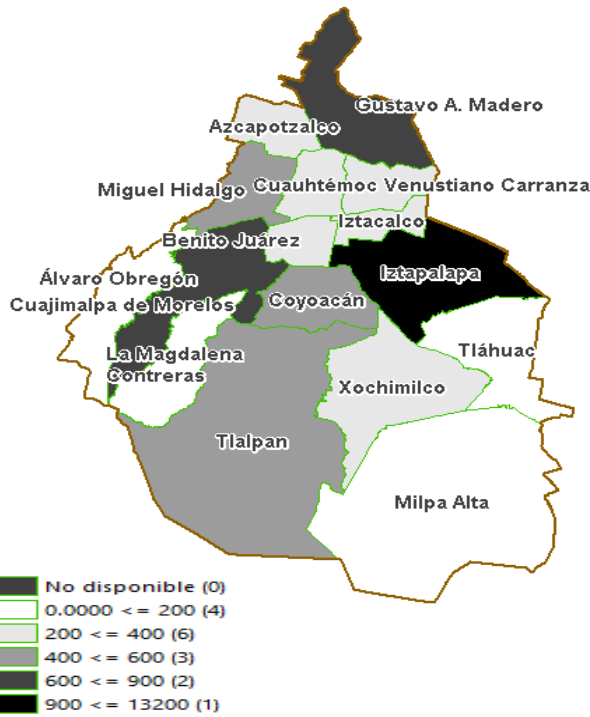


Figura 7. Total de Habitantes por Delegación, 2010 (Escala 1:3).



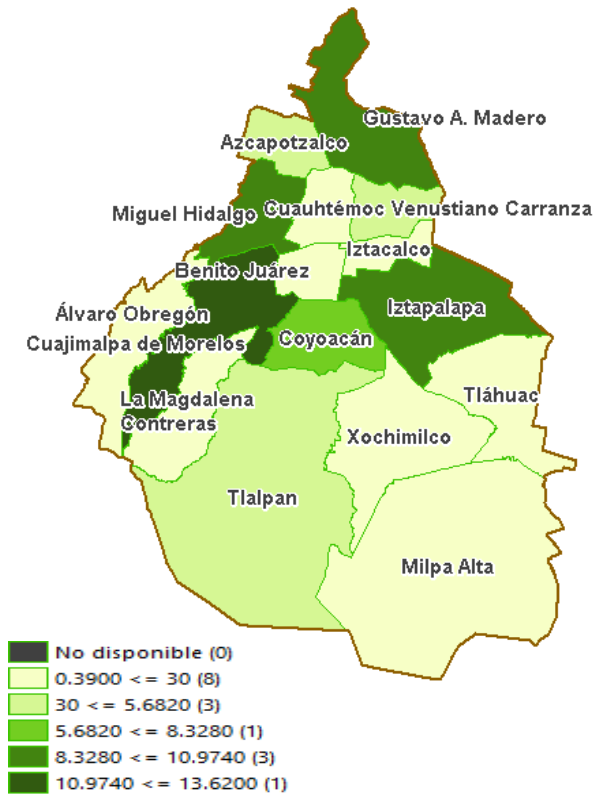


**Figura 8. Área Urbana (km<sup>2</sup>) por Delegación, 2010. (Escala 1:3).**

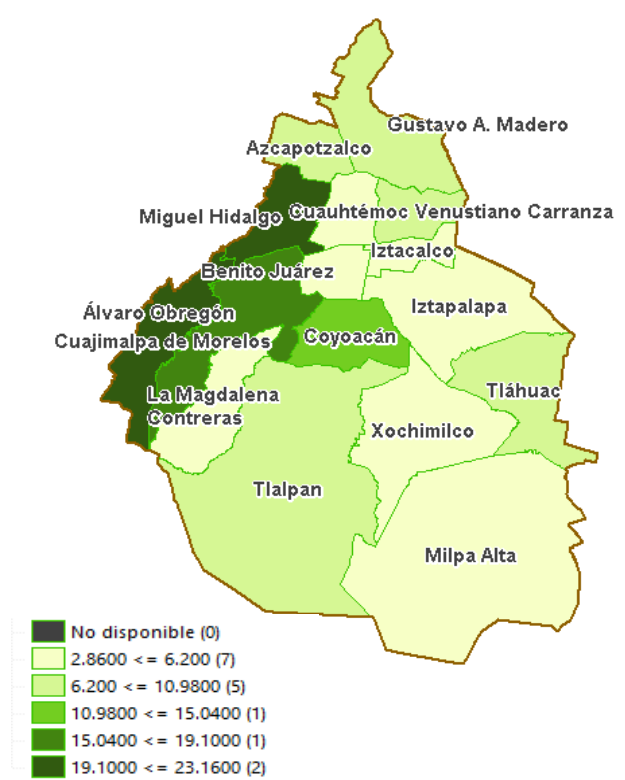


Fuente: INEGI, 2010.

**Figura 10. Área verde urbana por delegación (km<sup>2</sup>), 2010 (Escala 1:3).**

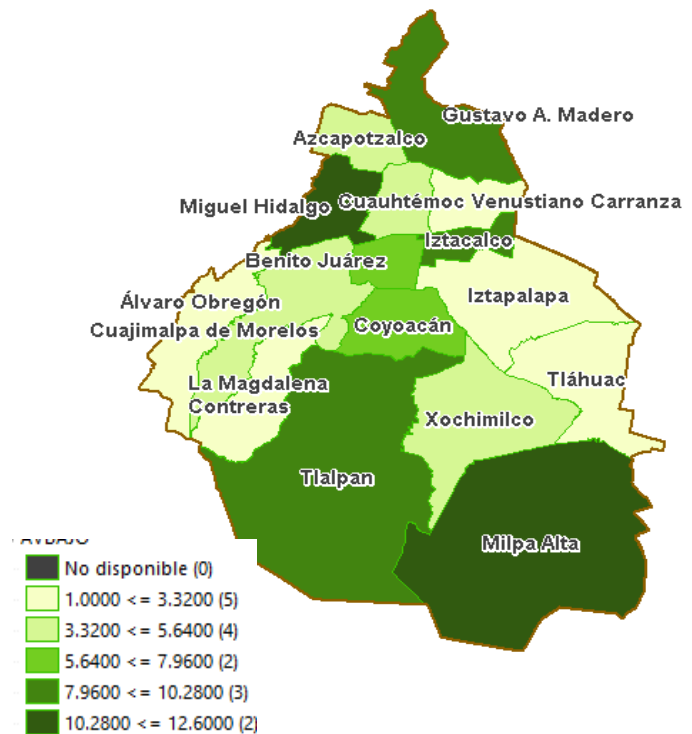


**Figura 9. Área verde urbana por habitante (m<sup>2</sup>/hab), por delegación, 2010. (1:3).**



Fuente: Inventario.

**Figura 11. Área verde bajo manejo por habitante, por delegación (m<sup>2</sup>), 2010 (escala 1:4).**

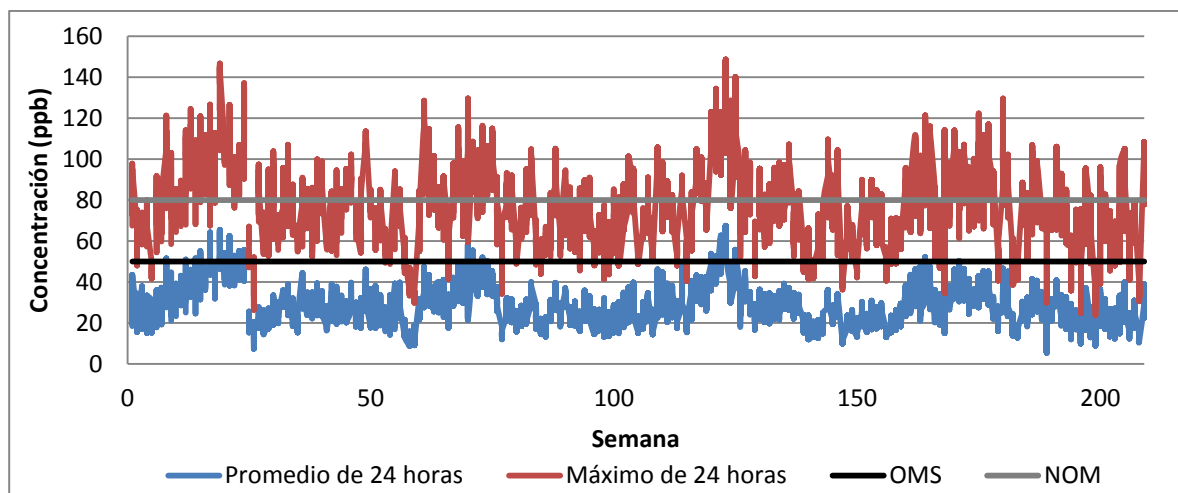


## 10.4 Contaminantes

### 10.4.1 Ozono

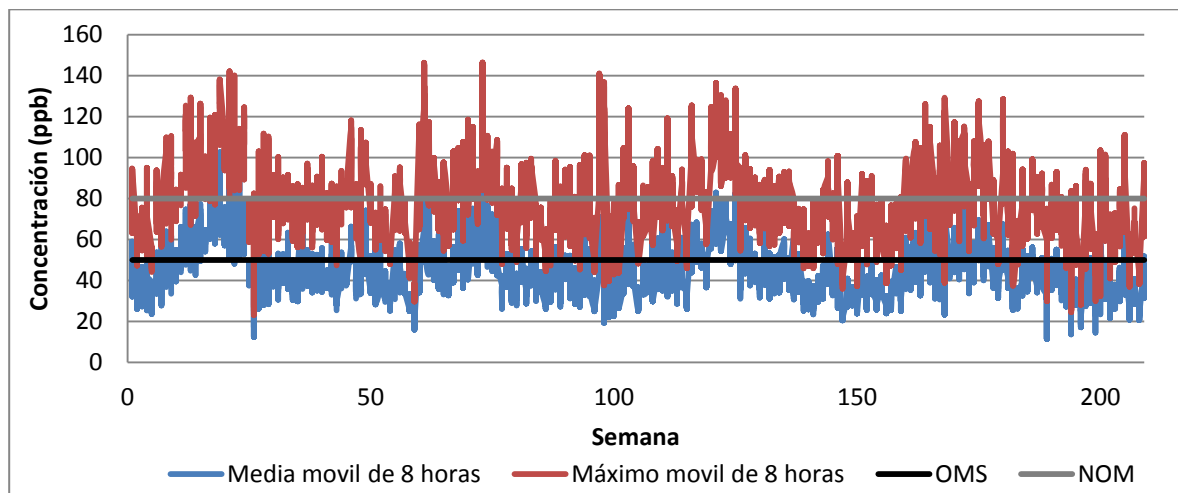
En todo el Distrito Federal durante el periodo de estudio la media de 24 horas de ozono oscilo las 28( $\pm$ 9.6) ppb, durante aproximadamente 47 días por año se superaron las 50ppb teniendo máximos de 67 ppb, El promedio del máximo de 24 horas fue de 78( $\pm$ 19.5) ppb, con un máximo de 147.86ppm, en más del 50% de las semanas del estudio se rebasaron las 80ppm. La media móvil de ocho horas para todo el D.F. fue de 33.58 ( $\pm$ 10.48) ppm, fluctuando de las 10.30 a las76.44 ppb y el máximo móvil de ocho horas tuvo un promedio de 57.75 ( $\pm$ 16.03) ppb, con máximos de hasta 114.38 ppb (Graficas 8 y 9).

**Gráfica 8. Tendencia de las concentraciones de ozono durante 24 horas en el Distrito Federa, 2011-2014.**



Fuente: SIMAT, 2011-2014.

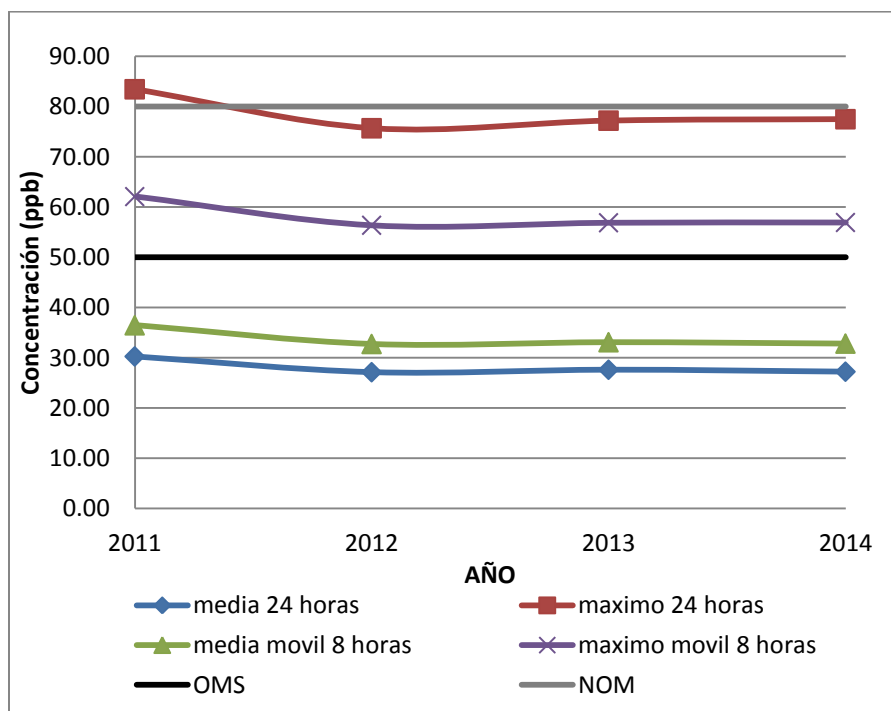
**Gráfica 9. Tendencia de las concentraciones de ozono durante 8 horas en el Distrito Federal, 2011-2014.**



Fuente: SIMAT, 2011-2014.

Durante los cuatro años considerados en el estudio el promedio anual no rebaso las 30 ppb; sin embargo los máximos superaron las 75ppb, siendo 2011 el año con mayores concentraciones superando las 83ppb; lo que respecta al promedio móvil de 8 horas, la media en 2011 fue de 36.48ppb y de 2012 a 2014, fue de menos de 33ppb, el máximo móvil de 8 horas fue de 57ppb excepto durante 2011 aumentando ese año hasta 62.09ppb (Gráfica 10).

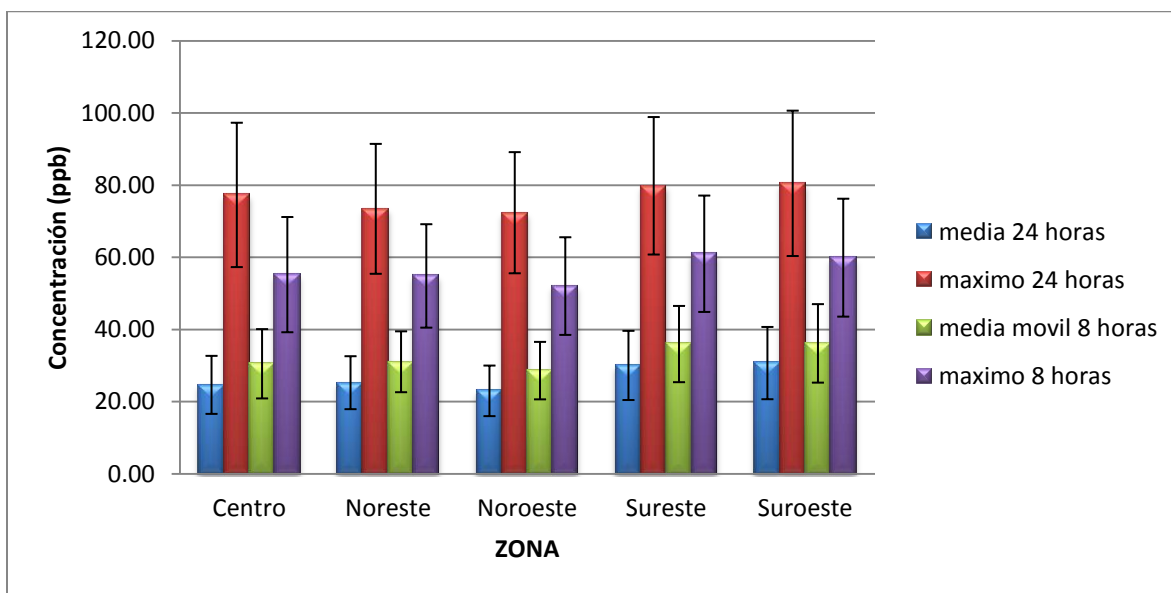
**Gráfica 10. Concentraciones anuales de ozono en el distrito Federal, 2011-2014.**



Fuente: SIMAT, 2011-2014.

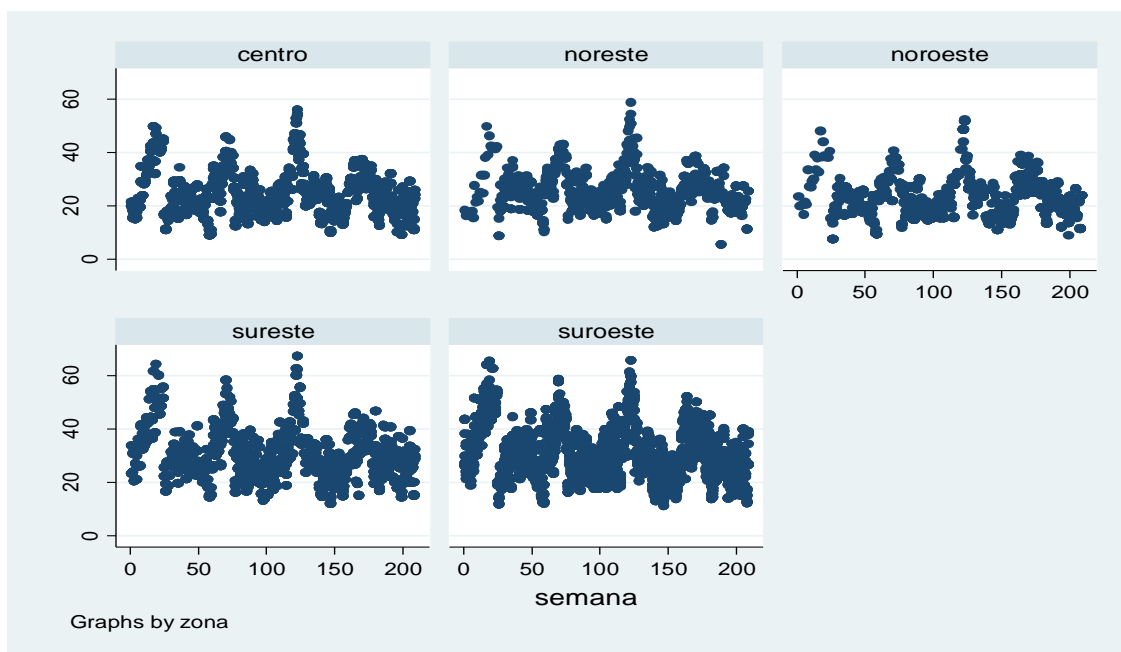
Al desglosar la información por zona el sur tanto al este como al oeste es donde se presentan las mayores concentraciones de ozono tanto promedio de 8 y 24 horas como los máximos, el noroeste es la sección con los menores registros de este gas y el centro y el noreste tienen registros intermedios similares (Gráfica 11, 12 y 13). En las figuras 16 y 17 se puede observar las concentraciones de ozono por delegación.

**Gráfica 11. Concentración de ozono del periodo 2011-2014, por zona.**



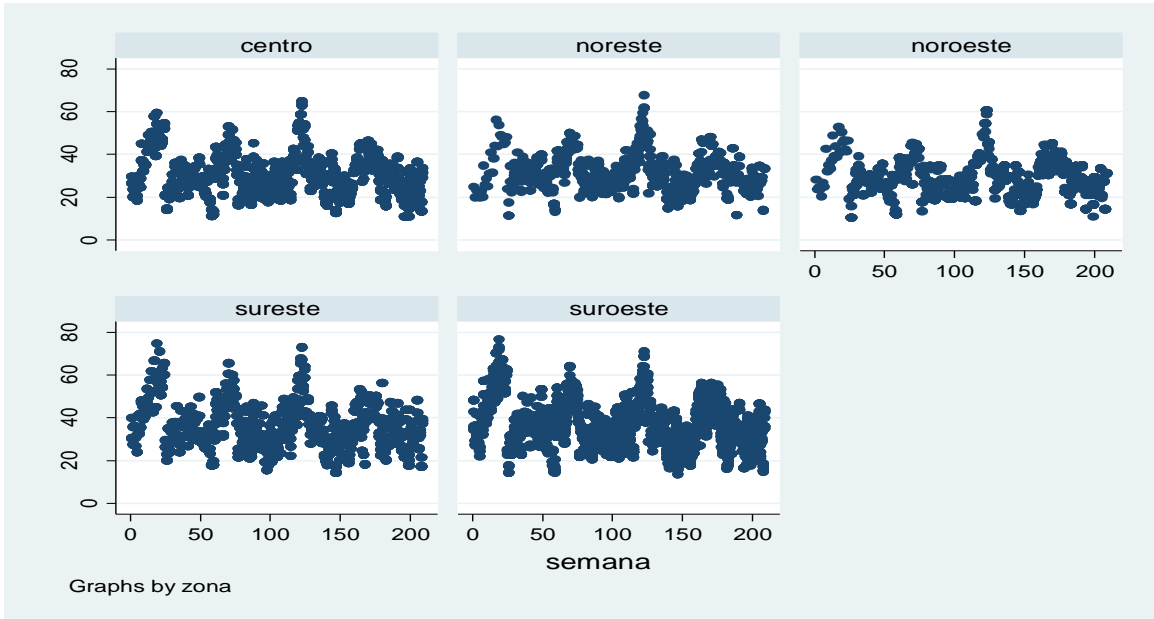
Fuente: SIMAT, 2011-2014.

**Gráfica 12. Tendencia de la concentración de ozono de 24 horas por zona, 2011-2014.**



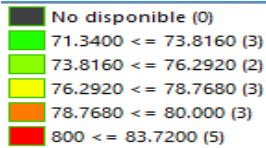
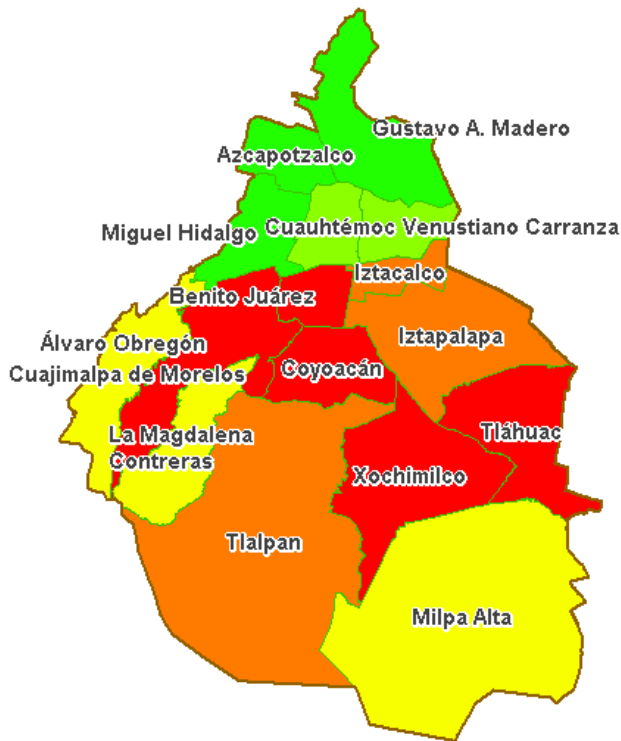
Fuente: SIMAT, 2011-2014.

Gráfica 13. Tendencia de la concentración de ozono de 8 horas por zona, 2011-2014.



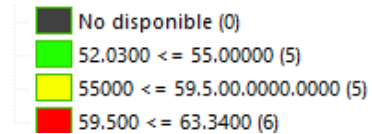
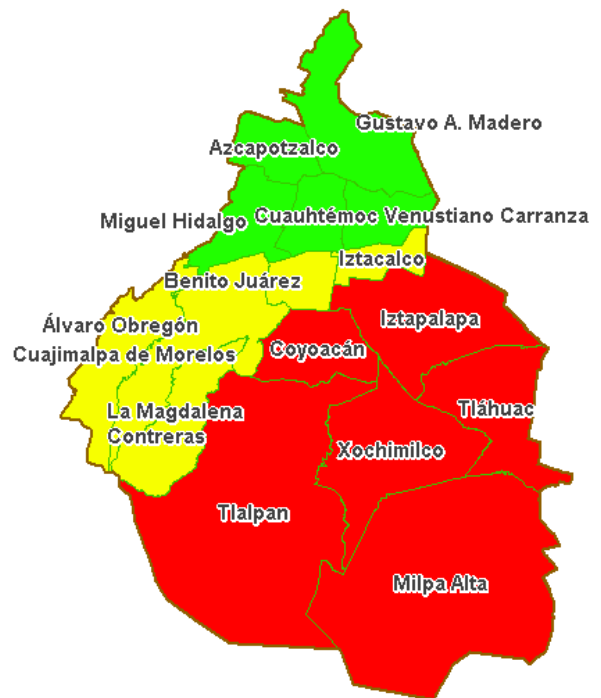
Fuente: SIMAT, 2011-2014.

Figura 12. Promedio de ozono de 24 horas (máximo) 2001-2014 (ppm). (1:3).



Fuente: SIMAT, 2011-2014

Figura 13. Media móvil de ozono de ocho horas (Máximo) 2011-2014 (ppm). (1:3).



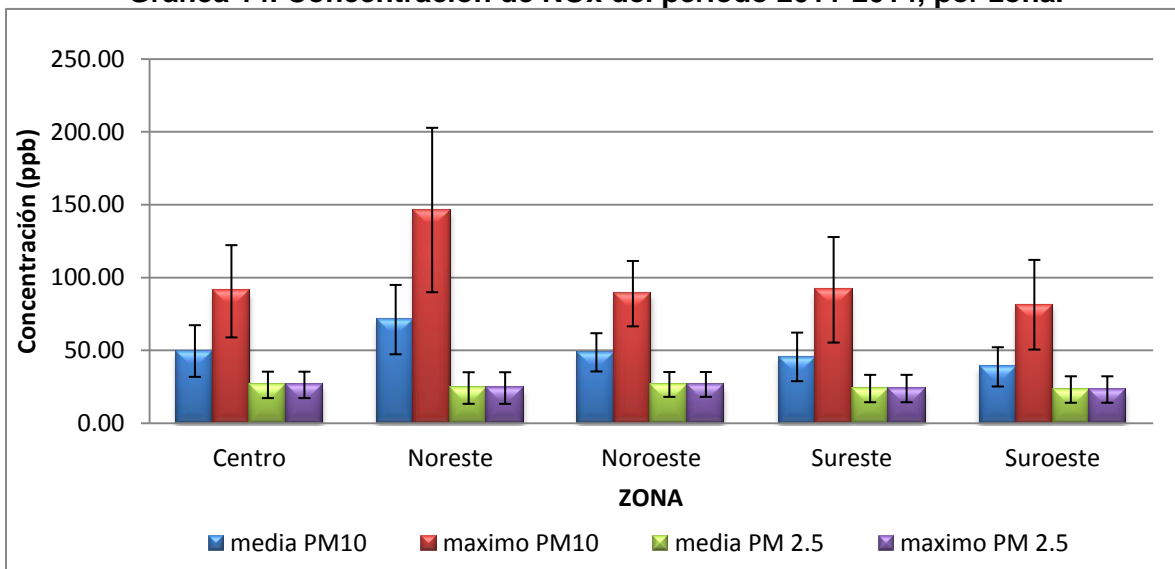
### 10.4.1 Contaminantes criterio

Como contaminantes criterio se incluyeron los datos de Óxidos de Nitrógeno (NOx), material particulado de 2.5µm y 10µm.

En lo correspondiente a los NOx el promedio de 24hrs fue de 50.75 (±21.50) ppb, el promedio de valores máximos durante un día llegó a 132.77 (±61.44) ppb, encontrando días en los que se superaban los 440ppb, los valores móviles de ocho horas fueron en promedio de 53.28(±21.51)ppb, con una media máxima de 82.22(±36.53)ppb en ocho horas.

Las mayores concentraciones de los compuestos nitrogenados se presentan en la zona norte del Distrito Federal tanto noreste como noroeste, la zona centro presenta valores un poco más bajos y al sur de la ciudad es donde hay menores concentraciones de NOx (Gráfico 14).

**Gráfica 14. Concentración de NOx del periodo 2011-2014, por zona.**



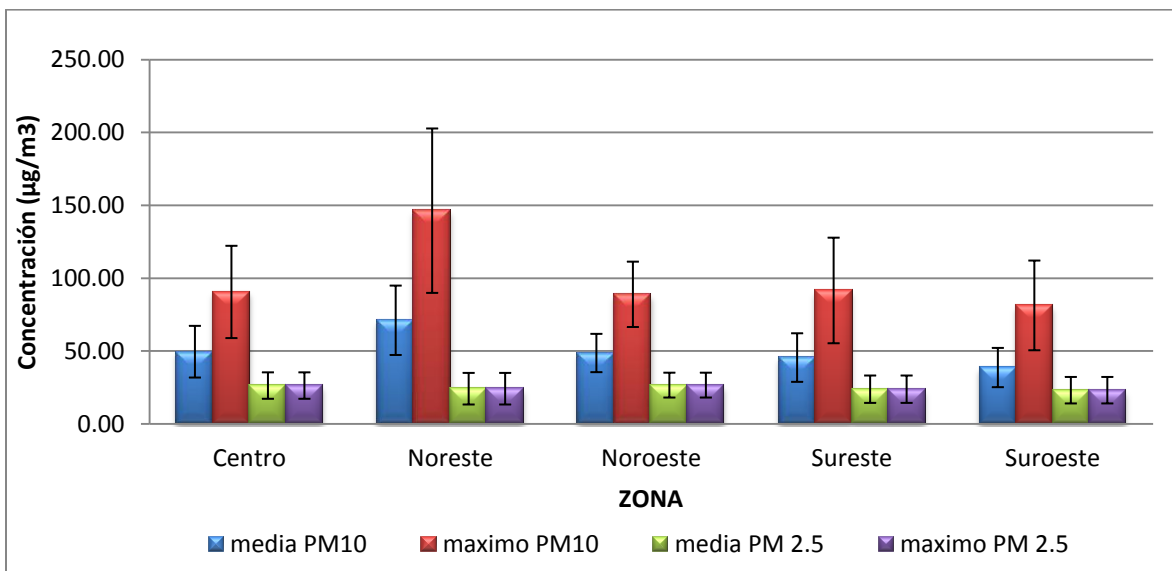
Fuente: SIMAT, 2011-2014.

El material particulado de 10µm presentó un promedio en todo el D.F. para los cuatro años del estudio de 45.88 (±16.83)µg/m<sup>3</sup>, con un promedio máximo de 89.07 (±33.26)µg/m<sup>3</sup>.

Por zona, en el noreste se presentan las mayores concentraciones de este contaminante, en las otras 4 secciones se tienen valores similares de pm10 (Gráfica 10).

El material particulado de 2.5µm tuvo un promedio de 24.85(±9.41)µg/m<sup>3</sup>, con máximos de 34.01(±11.95)µg/m<sup>3</sup> en toda la ciudad; el noroeste y el centro presentan concentraciones ligeramente mayores que las demás zonas (Gráfica 15).

**Gráfica 15. Contracciones del material particulado del periodo 2011-2014, por zona.**



Fuente: SIMAT, 2011-2014.

### 10.5 Variables meteorológicas

La información meteorológica que se contempló fue la presión atmosférica, humedad relativa, temperatura, así como la dirección y velocidad del viento.

En la Ciudad de México la presión atmosférica fluctúa entre los 582.15 a 585.43 mmHg, durante el periodo de estudio la humedad relativa tuvo un promedio de 53.71% ( $\pm 14.84$ ), la temperatura osciló los 16.17°C ( $\pm 2.52$ ), con máximos promedios de 24.95°C y mínimos de 8.95°C.

La velocidad del viento fue en promedio de 2.14° ( $\pm 0.38$ ) y la dirección del viento mantuvo promedios de 187.83° ( $\pm 31.82$ ), dirigiéndose principalmente a la zona sur de la ciudad, ya sea sursureste o sur suroeste (Tabla 14).

**Tabla 11. Promedio de las variables meteorológicas, del periodo 2011-2014 en la Ciudad de México.**

Contaminante	Media	(D.E)	Mínimo	Máximo
<b>Presión atmosférica (mmHg)</b>				
<b>Media de 24 horas</b>	584.09	1.03	581.04	586.58
<b>Máximo de 24 horas</b>	585.43	1.04	582.00	588.00
<b>Mínimo de 24horas</b>	582.15	1.11	579.00	585.00
<b>Humedad relativa (%)</b>				
<b>Media de 24hrs (promedio)</b>	53.71	14.84	20.02	89.46
<b>Máximo de 24hrs (Promedio)</b>	75.77	14.75	32.80	100.00
<b>Mínimo de 24hrs(promedio)</b>	28.77	12.21	4.29	72.50
<b>Temperatura (°C)</b>				
<b>Media de 24hrs (promedio)</b>	16.17	2.52	8.38	24.56
<b>Máximo de 24hrs (promedio)</b>	22.92	2.69	12.40	31.80
<b>Mínimo de 24hrs(promedio)</b>	10.76	3.01	1.97	18.07
<b>Velocidad del viento (Km/hora)</b>				
<b>Media de 24hrs (Promedio)</b>	2.14	0.38	1.16	4.18
<b>Máximo de 24hrs (promedio)</b>	4.19	0.74	2.05	8.60
<b>Mínimo de 24hrs (promedio)</b>	0.80	0.25	0.17	1.95
<b>Dirección del viento (°)</b>				
<b>Media de 24 horas (promedio)</b>	187.83	31.82	73.05	325.67
<b>Máximo de 24 hrs (promedio)</b>	330.97	26.17	186.00	359.29
<b>Mínimo de 24hrs (promedio)</b>	25.35	21.80	1.57	234.71

**Fuente: Base de datos de elaboración propia con datos de SIMAT, 2011-2014.**

## 10.6 Análisis Bivariado

Para este análisis se relacionaron las variables de salud, el total de menores de cinco años con enfermedades respiratorias, IRAS y asma con las demás variables incluidas en el estudio; para ello se propusieron modelos poisson individuales de las variables principales con cada una de las variables de contaminantes criterio, meteorológicas, demográficas y geográficas.



## 10.6.1 Contaminantes.

El análisis con el promedio de ozono de 24 horas presenta un riesgo relativo de 1.0042 (IC95% 1.003-1.004,  $p=0.000$ ), indicando que el incremento de ozono confiere un mayor riesgo de enfermar de IRAS, sucediendo lo mismo con la media móvil de este gas (RR=1.0034, IC95% 1.003-1.004,  $p=0.000$ ). Caso contrario ocurre al analizar a los menores que padecieron asma.

Los contaminantes criterio confieren un mayor riesgo de que los menores de cinco años presenten infecciones respiratorias agudas con riesgos relativos mayores de uno y son estadísticamente significativos (Tabla 15). Para los casos de asma solo los óxidos de nitrógeno y el material particulado de  $10\mu\text{m}$  aumentan el riesgo de la enfermedad pero en ningún caso hay significancia estadística (Tabla 15).

Tabla 12. Relación bivariada entre consultas totales por IRAS y asma en menores de cinco años y contaminantes						
IRAS				ASMA		
Contaminante	RR	I.C (95%)	p<z	RR	I.C (95%)	p<z
<b>Ozono</b>						
Media de 24 hrs (promedio)	1.0042	(1.003-1.004)	0.000	0.9988	(0.987-1.011)	0.841
Máxima de 24 hrs (promedio)	0.9998	(0.999-1.000)	0.170	0.9982	(0.992-1.004)	0.541
Media móvil de 8 hrs (promedio)	1.0034	(1.003-1.004)	0.000	0.9993	(0.988-1.010)	0.905
Máximo móvil de 8 hrs (promedio)	1.0012	(1.000-1.001)	0.000	0.9985	(0.991-1.006)	0.687
<b>Compuestos Nitrogenados (NOX)</b>						
Media de 24hrs (promedio)	1.0019	(1.002-1.002)	0.000	1.0002	(0.995-1.006)	0.945
Máximo de 24hrs (promedio)	1.0010	(1.001-1.001)	0.000	1.0000	(0.998-1.002)	0.969
Media móvil de 8 hrs (promedio)	1.0025	(1.002-1.003)	0.000	1.0000	(0.994-1.006)	0.998
Máximo móvil de 8hrs (promedio)	1.0014	(1.001-1.002)	0.000	0.9993	(0.996-1.003)	0.697
<b>Material particulado 10 <math>\mu\text{m}</math> (PM10)</b>						
Media de 24hrs (promedio)	1.0046	(1.004-1.005)	0.000	1.0000	(0.991-1.009)	0.993
Máxima de 24hrs (promedio)	1.0028	(1.003-1.003)	0.000	0.9987	(0.994-1.003)	0.581
Media móvil de 8hrs (promedio)	1.0043	(1.004-1.005)	0.000	0.9991	(0.991-1.008)	0.842
Máximo móvil 8hrs (promedio)	1.0033	(1.003-1.004)	0.000	0.9989	(0.992-1.006)	0.758
Contaminante	RR	I.C (95%)	p<z	RR	I.C (95%)	p<z
<b>Material particulado 2.5<math>\mu\text{m}</math> (PM2.5)</b>						
Media de 24hrs (promedio)	1.0064	(1.006-1.007)	0.000	0.9923	(0.983-1.001)	0.516
Máxima de 24hrs (promedio)	1.0064	(1.006-1.007)	0.000	0.9923	(0.983-1.001)	0.516
Media móvil de 8hrs (promedio)	1.0062	(1.006-1.007)	0.000	0.9918	(0.983-1.001)	0.524
Máximo móvil 8hrs (promedio)	1.0044	(1.004-1.004)	0.000	0.9908	(0.982-1.000)	0.412

## 10.6.2 Variables meteorológicas

El análisis de las variables meteorológicas con los datos de los menores diagnosticados con IRAS indica una relación positiva y significativa con la media de dirección del viento (RR=1.0012, IC95% 1.001-1.002, p=0.000) así como la mínima de dirección del viento (RR=1.0028, IC95% 1.002-1.003, p=0.000), lo que puede indicar que esta variable influye para que exista un mayor riesgo de enfermarse por IRAS en los menores de cinco años (Tabla 16).

Los promedios de presión atmosférica, humedad relativa, temperatura presentan una asociación negativa y significativa, revelando que estas variables confieren protección para los menores contra las enfermedades respiratorias; así también como la velocidad de viento mínima (Tabla 16).

Ninguna de las variables meteorológicas al analizarlas con los menores que padecieron asma fue estadísticamente significativa.

Tabla 13. Relación bivariada entre consultas totales por IRAS y asma en menores de cinco años y variables meteorológicas						
IRAS				ASMA		
Variable meteorológica	RR	I.C (95%)	p<z	RR	I.C (95%)	p<z
<b>Presión atmosférica</b>						
Media de 24 horas	0.9773	(0.961-0.994)	0.007	1.0704	(0.696-1.646)	0.757
Máximo de 24 horas	1.0068	(0.9901-1.024)	0.424	1.1186	(0.728-1.718)	0.609
Mínimo de 24 horas	0.9683	(0.953-0.984)	0.000	1.1337	(0.759-1.694)	0.541
<b>Humedad relativa</b>						
Media de 24hrs (promedio)	0.9941	(0.994-0.995)	0.000	0.9955	(0.984-1.007)	0.423
Máximo de 24hrs (Promedio)	0.9947	(0.994-0.995)	0.000	0.9951	(0.984-1.006)	0.384
Mínimo de 24hrs(promedio)	0.9923	(0.992-0.993)	0.000	0.9938	(0.980-1.008)	0.375
<b>Temperatura</b>						
Media de 24hrs (promedio)	0.9580	(0.955-0.951)	0.000	0.9536	(0.894-1.017)	0.150
Máximo de 24hrs (promedio)	0.9829	(0.980-0.986)	0.000	0.9883	(0.929-1.051)	0.706
Mínimo de 24hrs(promedio)	0.9513	(0.949-0.953)	0.000	0.9567	(0.907-1.009)	0.102
<b>Velocidad del viento</b>						
Media de 24hrs (Promedio)	1.0150	(0.998-1.033)	0.084	0.9504	(0.625-1.445)	0.812
Máximo de 24hrs (promedio)	0.9584	(0.950-0.967)	0.000	0.8112	(0.647-1.017)	0.070
Mínimo de 24hrs (promedio)	0.9049	(0.881-0.930)	0.000	1.3561	(0.721-2.549)	0.344
<b>Dirección del viento</b>						
Media de 24 horas (promedio)	1.0012	(1.001-1.002)	0.000	1.0006	(0.996-1.006)	0.815
Máximo de 24 hrs (promedio)	0.9997	(0.999-1.000)	0.031	1.0020	(0.996-1.008)	0.522
Mínimo de 24hrs (promedio)	1.0028	(1.002-1.003)	0.000	1.0012	(0.994-1.009)	0.753

### 10.6.3 Variables demográficas.

En el caso de los diagnosticados con IRAS todas la variables demográficas son significativas, el ser hombre menor de un año representa un incremento del 15.83% en la posibilidad de padecer infecciones respiratorias agudas, así mismo el ser mujer menor de un año aumenta la posibilidad de tener una enfermedad de las vías respiratorias en 14.85%. El simple hecho de ser menor de un año incrementa el riesgo de padecer IRAS en 9.60% y encontrarse entre 1 y 4 años aumenta el riesgo en 5.37% (Tabla 17).

En lo que compete al análisis de los menores diagnosticados con asma o estado asmático de igual manera que para IRAS, todas la variables demográficas son significativas, los riesgos relativos de ser hombres o mujer menor de cinco años superan los 12 puntos, lo cual indica que ser menor de cinco años, ya sea hombre o mujer, implica un mayor riesgo de padecer asma (Tabla 17).

**Tabla 14. Relación bivariada entre consultas totales por IRAS y asma en menores de cinco años con variables demográficas**

Contaminante	IRAS			ASMA		
	RR	I.C (95%)	p<z	RR	I.C (95%)	p<z
<b>Hombres menores de 1 año</b>	1.1583	(0.156-1.160)	0.000	12.8513	(9.649-17.117)	0.000
<b>Hombres de 1 a 4 años</b>	1.0924	(1.092-1.093)	0.000	28.9121	(25.255-33.099)	0.000
<b>Hombres menores de 5 años</b>	1.0748	(1.074-1.075)	0.000	25.2451	(22.228-28.672)	0.000
<b>Mujeres menores de 1 año</b>	1.1485	(1.147-1.150)	0.000	37.4603	(23.003-61.005)	0.000
<b>Mujeres de 1 a 4 años</b>	1.0991	(1.098-1.100)	0.000	30.2684	(25.857-32.432)	0.000
<b>Mujeres menores de 5 años</b>	1.0779	(1.077-1.079)	0.000	25.1560	(21.743-29.105)	0.000
<b>Menores de 1 año</b>	1.0960	(1.095-1.097)	0.000	15.6232	(12.345-19.764)	0.000
<b>Menores de 5 años</b>	1.0537	(1.053-1.054)	0.000	29.9293	(26.496-33.807)	0.000
<b>Hombres y mujeres de todas las edades</b>	1.0067	(1.007-1.007)	0.000	1.1217	(1.112-1.131)	0.000
<b>Asegurados del c.s. 2015</b>	0.9999	(0.999-0.999)	0.000	1.0000	(0.999-1.000)	0.000
<b>Población total de 5 años</b>	0.9999	(0.999-0.999)	0.000	0.9999	(0.999-0.999)	0.000
<b>Población total de 0 a 2 años</b>	0.9997	(0.999-0.999)	0.000	0.9997	(0.999-0.999)	0.000
<b>Población Hombres de 0 a 2 años</b>	0.9995	(0.999-0.999)	0.000	0.9994	(0.999-0.999)	0.000
<b>Población Mujeres de 0 a 2 años</b>	0.9994	(0.999-0.999)	0.000	0.9994	(0.999-0.999)	0.000
<b>Población total de 3 a 5 años</b>	0.9998	(0.999-0.999)	0.000	0.9997	(0.999-0.999)	0.000
<b>Hombres de 3 a 5 años</b>	0.9995	(0.999-0.999)	0.000	0.9995	(0.999-0.999)	0.000
<b>Mujeres de 3 a 5 años</b>	0.9995	(0.999-0.999)	0.000	0.9995	(0.999-0.999)	0.000
<b>Habitantes por delegación</b>	0.9999	(0.999-0.999)	0.000	1.0000	(0.999-0.999)	0.000

### 11.6.4 Variables Geográficas.

Las variables específicas de las áreas verdes asignadas al centro de salud no muestran ninguna asociación con las enfermedades respiratorias de manera individual, sin embargo la suma de las áreas verdes cercanas a los centros de salud son un factor de protección para evitar padecer dichas enfermedades, mismo resultado se tiene con el área verde total y el área verde urbana por delegación, ambos datos son estadísticamente significativos, resultado similar se obtiene al analizar estas variables geográficas con los menores diagnosticados con asma o estado asmático (Tabla18).

Tabla 15. Relación bivariada entre consultas totales por IRAS y asma en menores de cinco años con variables geográficas						
Contaminante	IRAS			ASMA		
	RR	I.C (95%)	p<z	RR	I.C (95%)	p<z
Área verde 1	1.0000	(1.000-1.000)	0.000	1.0000	(0.999-1.000)	0.018
Distancia 1	1.0000	(1.000-1.000)	0.000	0.9998	(0.999-0.999)	0.025
Área verde 2	1.0000	(1.000-1.000)	0.000	1.0000	(1.000-1.000)	0.576
Distancia 2	1.0000	(1.000-1.000)	0.004	0.9999	(0.999-0.999)	0.021
Área verde 3	1.0000	(1.000-1.000)	0.000	1.0000	(0.999-1.000)	0.044
Distancia 3	1.0000	(1.000-1.000)	0.000	0.9999	(0.999-1.000)	0.129
Área verde 4	0.9999	(0.999-0.999)	0.000	1.0000	(0.999-1.000)	0.018
Distancia 4	0.9999	(0.999-0.999)	0.000	1.0001	(0.999-1.000)	0.072
Área verde total (c.s)	0.9857	(0.985-0.986)	0.000	0.9761	(0.958-0.995)	0.011
Distancia total	1.0000	(1.000-1.000)	0.000	1.0000	(0.999-1.000)	0.348
Distancia media	1.0000	(0.999-1.000)	0.095	0.9998	(0.999-0.999)	0.027
Área verde promedio	1.0000	(1.000-1.000)	0.000	1.0000	(0.999-1.000)	0.022
Área verde delegacional	0.9936	(0.993-0.994)	0.000	0.9754	(0.962-0.990)	0.001
Área verde urbana	0.9808	(0.980-0.982)	0.000	0.9518	(0.925-0.980)	0.001
Área verde por habitante	1.0086	(1.008-1.009)	0.000	1.0080	(1.002-1.014)	0.006
Área verde urbana por hab.	1.0395	(1.039-1.040)	0.000	1.0543	(1.037-1.072)	0.000
Superficie	0.9996	(0.999-0.999)	0.000	0.9977	(0.996-0.999)	0.004
Área urbana	0.9924	(0.992-0.993)	0.000	0.9854	(0.982-0.990)	0.000
A.V bajo manejo por habitante	1.0599	(1.059-1.061)	0.000	1.0571	(1.024-1.091)	0.001
Distancia	1.0271	(1.025-1.030)	0.000	0.9699	(0.910-1.034)	0.348
Zona	0.9674	(0.964-0.970)	0.000	1.0518	(0.975-1.135)	0.191
Delegación	1.0039	(1.003-1.005)	0.000	0.9696	(0.950-0.990)	0.003

## 10.7 Regresión Poisson

Los modelos que se presentan fueron realizados considerando el total de menores de cinco años diagnosticados, de manera independiente, con infecciones respiratorias agudas o asma. Se considero una interacción entre la concentración media de ozono durante 24 horas, media y máximo móvil de ocho horas con el tamaño de las áreas verdes asignada a los centros de salud. Todos los modelos fueron ajustados por las variables meteorológicas: humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad del viento en sus promedios diarios.

La variable de áreas verdes por centro de salud se dividió en cuartiles para incluirla en el modelo, quedando los rangos de la siguiente manera:

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Cuartil</b>				
<b>m<sup>2</sup></b>	4250 a 56243	69427 a 334461	337500 a 1356051	1560000 a 37607170
<b>Km<sup>2</sup></b>	0.00452 a 0.056243	0.069427 a 0.334461	0.3375 a 1.356051	1.56 a 37.60717

© Modelo1. Concentración media de ozono de 24 horas.

En este modelo el ozono muestra una asociación positiva y significativa indicando que el aumento en la concentración promedio de ozono incrementa el número de menores diagnosticados con IRAS en 4.51% por cada 10 ppb de aumento en la concentración de este contaminante, que entre más grande sea el área verde cercana al centro de salud mayor es su efecto protector indicando una reducción de 52.61% hasta 64.32% en el número de menores enfermos por el tamaño del área verde.

Según el modelo la humedad relativa, la temperatura y la velocidad del viento tienen un ligero efecto protector contra las enfermedades respiratorias en los menores de cinco años, y la dirección del viento implica un factor de riesgo, todos ellos siendo estadísticamente significativos (Tabla 20).

Lo referido a asma con este modelo es inverso a las enfermedades respiratorias, el ozono se presenta como un factor protector, las áreas verdes presentan una asociación negativa, sin embargo solo las áreas verdes mayores de 337,500m<sup>2</sup> son estadísticamente significativas (Tabla 20).

Todas las variables meteorológicas sugieren ser factores protectores contra el asma, pero solamente la temperatura es estadísticamente significativa.

Tabla 17. Modelo 1. Relación entre la concentración media de ozono de 24 horas y menores de 5 años con enfermedades respiratorias del D.F., 2011-2014						
	IRAS			Asma		
VARIABLES INCLUIDAS	IRR	I.C.	p>z	IRR	I.C.	p>z
Media de ozono de 24 horas	1.0044	(1.002- 1.006)	0.000	0.9195	(0.853- 0.991)	0.027
Área verde						
1 (0.004 a 0.0562)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
2 (0.069 a 0.334)	0.5261	(0.487- 0.569)	0.000	0.1576	(0.213- 1.167)	0.070
3 (0.337 a 1.356)	1.1163	(1.044- 1.194)	0.001	0.1402	(0.223- 0.883)	0.036
4 (1.56 a 37.61)	0.6432	(0.598- 0.692)	0.000	0.0206	(0.002- 0.175)	0.000
Interacción						
AV2-Conc O <sub>3</sub>	1.0105	(1.008- 1.013)	0.000	1.0885	(1.001- 1.183)	0.046
AV3-Conc O <sub>3</sub>	1.0009	(0.999- 1.003)	0.462	1.1071	(1.025- 1.196)	0.010
AV4-Conc O <sub>3</sub>	0.9990	(0.997- 1.001)	0.423	1.1286	(1.040- 1.225)	0.004
Humedad relativa	0.9924	(0.992- 0.993)	0.000	0.9958	(0.981- 1.010)	0.571
Temperatura	0.9372	(0.934- 0.940)	0.000	0.9221	(0.851- 0.999)	0.047
Dirección del viento	1.0020	(1.002- 1.002)	0.000	0.9994	(0.993- 1.006)	0.841
Velocidad del Viento	0.9286	(0.909- 0.948)	0.000	0.7384	(0.437- 1.247)	0.257

Al plantear el modelo con el promedio máximo de ozono durante 24 horas, los resultados tanto del riesgo relativo como la significancia estadística son casi idénticos al modelo propuesto con los promedios de ozono, tanto para IRAS como para asma (Modelos no presentados).

© Modelo 2. Media móvil de ozono de 8 horas.

El modelo indica una asociación positiva con la concentración de ozono, ya que un aumento de 10ppb de este gas incrementa en 6.30% el número de menores diagnosticados con infecciones respiratorias, de la misma manera que en el modelo anterior las áreas verdes son un factor de protección, pudiendo reducir el número de menores enfermamos de un 57.06% hasta 62.98% dependiendo del tamaño del área verde; la humedad relativa, la temperatura y la dirección del viento mantienen su efecto protector y la dirección del viento se muestra como un factor del riesgo para que los menores de cinco años padezcan enfermedades respiratorias, todas las variables son estadísticamente significativas (Tabla 21).

En el caso de asma, el ozono se vuelve a presentar como un factor protector, las áreas verdes muestran asociaciones negativas, pero la protección que confieren es menor que para las infecciones respiratorias, todas las variables meteorológicas son un factor de protección (Tabla 21).

**Tabla 18. Modelo 2. Relación entre la concentración media móvil de ozono de 8 horas y menores de 5 años con enfermedades respiratorias del D.F., 2011-2014**

Variables incluidas	IRAS			Asma		
	IRR	I.C.	p>z	IRR	I.C.	p>z
<b>Media móvil de ozono de 8 horas</b>	1.0061	(1.004- 1.008)	0.000	0.9315	(0.874- 0.992)	0.028
<b>Área verde</b>						
<b>1 (0.00452 a 0.056243)</b>	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
<b>2 (0.069481 a 0.334461)</b>	0.5706	(0.525- 0.525)	0.000	0.1406	(0.017- 1.150)	0.067
<b>3 (0.3375 a 1.356051)</b>	1.2185	(1.133- 1.133)	0.000	0.1322	(0.019- 0.907)	0.039
<b>4 (1.56 a 37.60717)</b>	0.6808	(0.630- 0.630)	0.000	0.0200	(0.002- 0.189)	0.001
<b>Interacción</b>						
<b>AV2-Conc O<sub>3</sub></b>	1.0060	(1.004- 1.008)	0.000	1.0757	(1.002- 1.155)	0.044
<b>AV3-Conc O<sub>3</sub></b>	0.9981	(0.996- 1.000)	0.070	1.0894	(1.020- 1.164)	0.011
<b>AV4-Conc O<sub>3</sub></b>	0.9974	(0.995- 1.000)	0.018	1.1072	(1.031- 1.189)	0.005
<b>Humedad relativa</b>	0.9925	(0.992- 0.993)	0.000	0.9953	(0.981- 1.010)	0.531
<b>Temperatura</b>	0.9365	(0.933- 0.940)	0.000	0.9204	(0.849- 0.998)	0.045
<b>Dirección del viento</b>	1.0020	(1.002- 1.002)	0.000	0.9992	(0.993- 1.006)	0.811
<b>Velocidad del Viento</b>	0.9412	(0.922- 0.961)	0.000	0.7674	(0.460- 1.279)	0.310

© Modelo 3. Máximo móvil de ozono de 8 horas.

Al esbozar el modelo con las concentraciones máximas móviles de ozono de 8 horas, el contaminante es un factor de riesgo para los menores de cinco años, ya que el aumento de 10ppb incrementa en 3.96% el número de enfermos por IRAS; las áreas verdes son un factor protector, disminuyendo de 63.28% hasta 71.65% el número de menores diagnosticados con infecciones respiratorias agudas, como en los modelos anteriores las variables meteorológicas presentan una asociación negativa con excepción de la dirección del viento la cual es un factor de riesgo, todos los datos son estadísticamente significativos (Tabla 22).

En el modelo para los datos de asma, la mayoría de las variables son estadísticamente significativas, el ozono tiene una asociación negativa al igual que las áreas verdes sin embargo la protección que otorgan decrece si el área verde es más grande (Tabla 22).

<b>Tabla 19. Modelo 3. Relación entre la concentración máximo móvil de ozono de 8 horas y menores de 5 años con enfermedades respiratorias del D.F., 2011-2014</b>						
<b>Variables incluidas</b>	<b>IRAS</b>			<b>Asma</b>		
	<b>IRR</b>	<b>I.C.</b>	<b>p&gt;z</b>	<b>IRR</b>	<b>I.C.</b>	<b>p&gt;z</b>
<b>Máximo móvil de ozono de 8 horas</b>	1.0039	(1.003-1.005)	0.000	0.9555	(0.920-0.992)	0.017
<b>Área verde</b>						
<b>1 (0.00452 a 0.056243)</b>	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
<b>2 (0.069481 a 0.334461)</b>	0.6328	(0.577-0.694)	0.000	0.1167	(0.013-1.072)	0.058
<b>3 (0.3375 a 1.356051)</b>	1.3463	(1.242-1.459)	0.000	0.1311	(0.017-1.003)	0.050
<b>4 (1.56 a 37.60717)</b>	0.7165	(0.658-0.781)	0.000	0.0193	(0.002-0.213)	0.001
<b>Interacción</b>						
<b>AV2-Conc O<sub>3</sub></b>	1.0016	(1.000-1.003)	0.040	1.0457	(1.003-1.091)	0.037
<b>AV3-Conc O<sub>3</sub></b>	0.9974	(0.996-0.999)	0.000	1.0508	(1.010-1.093)	0.014
<b>AV4-Conc O<sub>3</sub></b>	0.9978	(0.996-0.999)	0.002	1.0624	(1.017-1.110)	0.007
<b>Humedad relativa</b>	0.9922	(0.992-0.993)	0.000	0.9932	(0.979-1.008)	0.364
<b>Temperatura</b>	0.9389	(0.936-0.942)	0.000	0.9275	(0.854-1.007)	0.074
<b>Dirección del viento</b>	1.0019	(1.002-1.002)	0.000	0.9984	(0.992-1.005)	0.622
<b>Velocidad del Viento</b>	0.9615	(0.942-0.981)	0.000	0.8236	(0.504-1.345)	0.438

Posterior al análisis de los modelos como se plantearon anteriormente se incorporaron las variables de contaminantes criterio; los óxidos de nitrógeno no produjeron modificación alguna, esto debido posiblemente a que los NOx son precursores del ozono. Al ser limitada la información de las concentraciones sobre el material articulado PM2.5 se eligió no incluirlo en el modelo para evitar cualquier sesgo. El único contaminante criterio incluido fue el material particulado de 10µm ya que mostro coeficientes de correlación positivos y estadísticamente significativos.

Los siguientes resultados son en base a los modelos bosquejados con media móvil y máximo móvil de ocho horas, ajustando por la media de 24 horas de las variables meteorológicas y la media de 24 horas de PM10.

En primer lugar el modelo con media móvil de ozono de ocho indica que al incrementarse la concentración en 10pp se incrementa en 8.29% el número de menores con enfermedades respiratorias, las áreas verdes disminuirían el número de menores de 5 años enfermos de 56.52% las áreas menores de 0.337 Km<sup>2</sup> hasta reducir 70.11% las zonas verdes mayores de 1.56 Km<sup>2</sup>, todos estos resultados son estadísticamente significativos. Las variables meteorológicas, en este caso, representan factores de riesgo, tanto humedad relativa, dirección y velocidad del viento, la temperatura es la única variable con asociación negativa; Los PM10 se muestran como un factor de riesgo para los menores de cinco años y el riesgo de padecer infecciones respiratorias (Tabla 23).



En este caso la interacción entre la concentración de ozono y el área verde indica que entre más grande es el área verde mas se reduce el riesgo de que los menores de cinco años padezcan enfermedades respiratorias, por cada aumento de 10ppb de ozono y áreas verdes menores de 0.337km<sup>2</sup>, se incrementaría el número de menores enfermos en 15.19, si el área es de 0.3375 a 1.36Km<sup>2</sup> el incremento del número de enfermos seria de solo 3.30% y si el área es mayor de 1.56Km<sup>2</sup> los menores afectados solo serian del 0.47% (Tabla 24).

Lo correspondiente a los menores de cinco años con asma el ozono presenta un efecto protector, pero la asociación no es estadísticamente significativa, las áreas verdes confieren un efecto protector, sin embargo al ser más grande el área menor es el porcentaje de menores que protege; todas las variables meteorológicas no presentan significancia estadística, únicamente la velocidad del viento presenta un asociación positiva; los PM10 son un factor protector pero no son estadísticos estadísticamente (Tabla 23).

En este caso la interacción aunque presenta una asociación negativa esta disminuye conforme el área verde es mayor, casi indicando que no hay asociación entre el asma, las áreas verdes cercanas al centro de salud y la media móvil de ozono (Tabla 24).

<b>Tabla 20. Modelo 4. Relación entre la concentración media móvil de ozono de 8 horas y menores de 5 años con enfermedades respiratorias del D.F., 2011-2014, ajustando por PM10</b>						
<b>Variables incluidas</b>	<b>IRAS</b>			<b>Asma</b>		
	<b>IRR</b>	<b>I.C.</b>	<b>p&gt;z</b>	<b>IRR</b>	<b>I.C.</b>	<b>p&gt;z</b>
<b>Media móvil de ozono de 8 horas</b>	1.0080	(1.006-1.010)	0.000	0.9386	(0.881-1.000)	0.051
<b>Área verde</b>						
<b>1 (0.00452 a 0.056243)</b>	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
<b>2 (0.069481 a 0.334461)</b>	0.5652	(0.520-0.615)	0.000	0.1410	(0.018-1.128)	0.065
<b>3 (0.3375 a 1.356051)</b>	1.2651	(1.165-1.374)	0.000	0.0938	(0.009-0.947)	0.045
<b>4 (1.56 a 37.60717)</b>	0.7012	(0.639-0.769)	0.000	0.0138	(0.001-0.181)	0.001
<b>Interacción</b>						
<b>AV2-Conc O<sub>3</sub></b>	1.0062	(1.004-1.009)	0.000	1.0755	(1.003-1.154)	0.042
<b>AV3-Conc O<sub>3</sub></b>	0.9953	(0.993-0.998)	0.000	1.0845	(1.006-1.170)	0.035
<b>AV4-Conc O<sub>3</sub></b>	0.9925	(0.990-0.995)	0.000	1.1166	(1.034-1.205)	0.005
<b>Humedad relativa</b>	1.0002	(0.999-1.001)	0.666	0.9967	(0.973-1.021)	0.788
<b>Temperatura</b>	0.9296	(0.925-0.934)	0.000	0.8962	(0.790-1.016)	0.088
<b>Dirección del viento</b>	1.0020	(1.002-1.002)	0.000	0.9987	(0.991-1.007)	0.746
<b>Velocidad del Viento</b>	1.1648	(1.131-1.199)	0.000	1.1737	(0.550-2.506)	0.679
<b>Media 24 horas PM10</b>	1.0081	(1.007-1.009)	0.000	0.9939	(0.975-1.013)	0.526

Tabla 21. Análisis de interacciones Media móvil de 8 horas de ozono y áreas verdes(lincom)						
Área verde (km <sup>2</sup> )	IRAS			Asma		
	IRR	I.C	p	IRR	I.C	p
<b>1 (0.004 a 0.056)</b>	1.0080	(1.006-1.010)	0.000	0.9386	(0.881-1.000)	0.051
<b>2 (0.694 a 0.334)</b>	1.0142	(1.012-1.016)	0.000	1.0094	(0.969-1.052)	0.656
<b>3 (0.337 a 1.356)</b>	1.0033	(1.001-1.005)	0.000	1.0179	(0.970-1.068)	0.467
<b>4 (1.56 a 37.61)</b>	1.0005	(0.999-1.002)	0.637	1.0480	(0.997-1.102)	0.067

© Modelo5. Máximo nivel de ozono de ocho horas.

La propuesta del modelo con la concentración máxima móvil de ozono de ocho horas muestra que por cada aumento de 10ppb de ozono se incrementa 4.49% el número de menores de cinco años con IRAS; que las áreas verdes son un factor protector, pudiendo reducir el número de menores con padecimientos respiratorios de 61.71% hasta 73.46% según el tamaño del área verde. En este modelo solamente la humedad relativa y la temperatura son factores de protección, la dirección y velocidad del viento presentan asociaciones positivas y significativas al igual que el material particulado de 10 µm, todos los resultados son estadísticamente significativos, con excepción de la humedad relativa (Tabla 25).

La interacción entre las áreas verdes y las concentraciones máximas de ozono hacen visible que entre mayor es la zona verde mayor es la protección, aunque las zonas pequeñas muestran riesgos ligeramente mayores a 1 (1.0044 y 1.0063), las áreas verdes superiores a 0.3375 km<sup>2</sup> son un factor de protección para los menores de cinco años contra las infecciones respiratorias (0.992 y 0.995) (Tabla 26).

El modelo para los diagnosticados con asma es similar a los modelos descritos anteriormente, el ozono es protector, las áreas verde muestran una asociación negativa la cual decrece conforme aumentan el tamaño de la zona, la mayoría son estadísticamente significativos, las variables meteorológicas son factores protectores menos la velocidad del viento que tiene una asociación positiva, los PM10 son factores protectores, empero ninguna de estas variables son estadísticamente significativas (Tabla 25).

Al contrario que para las Infecciones respiratorias, para el asma y el estado asmático la interacción entre la concentración máxima móvil de ozono de ocho horas y las áreas verdes, entre mayor sea el espacio del área verde menor es la protección, llegando a convertirse en factores de riesgo para los menores de cinco años (Tabla 26).

**Tabla 22. Modelo 5. Relación entre la concentración máxima móvil de ozono de 8 horas y menores de 5 años con enfermedades respiratorias del D.F., 2011-2014, ajustando por PM10**

Variables incluidas	IRAS			Asma		
	IRR	I.C.	p>z	IRR	I.C.	p>z
<b>Máximo móvil de ozono de 8 horas</b>	1.0044	(1.003-1.006)	0.000	0.9619	(0.926-0.999)	0.045
<b>Área verde</b>						
<b>1 (0.004 a 0.056)</b>	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
<b>2 (0.694 a 0.334)</b>	0.6171	(0.563-0.677)	0.000	0.1162	(0.013-1.052)	0.056
<b>3 (0.337 a 1.356)</b>	1.4616	(1.334-1.601)	0.000	0.0951	(0.008-1.126)	0.062
<b>4 (1.56 a 37.61)</b>	0.7346	(0.664-0.813)	0.000	0.0151	(0.001-0.239)	0.003
<b>Interacción</b>						
<b>AV2-Conc O<sub>3</sub></b>	1.0019	(1.000-1.003)	0.013	1.0457	(1.003-1.090)	0.036
<b>AV3-Conc O<sub>3</sub></b>	0.9949	(0.993-0.996)	0.000	1.0473	(1.000-1.097)	0.050
<b>AV4-Conc O<sub>3</sub></b>	0.9951	(0.993-0.997)	0.000	1.0658	(1.016-1.118)	0.009
<b>Humedad relativa</b>	0.9993	(0.998-1.000)	0.144	0.9952	(0.972-1.019)	0.693
<b>Temperatura</b>	0.9356	(0.931-0.940)	0.000	0.8994	(0.792-1.022)	0.103
<b>Dirección del viento</b>	1.0019	(1.002-1.002)	0.000	0.9986	(0.991-1.007)	0.720
<b>Velocidad del Viento</b>	1.1681	(1.134-1.203)	0.000	1.2454	(0.579-2.680)	0.575
<b>Media 24 horas PM10</b>	1.0077	(1.007-1.008)	0.000	0.9939	(0.976-1.013)	0.521

**Tabla 23. Análisis de interacciones entre el máximo móvil de 8 horas de ozono y áreas verdes(lincom)**

Área verde (km <sup>2</sup> )	IRAS			Asma		
	IRR	I.C	p	IRR	I.C	p
	1.0044	(1.003-1.006)	0.000	0.9619	(0.926-0.999)	0.045
<b>2 (0.694 a 0.334)</b>	1.0063	(1.005-1.007)	0.000	1.0058	(0.981-1.032)	0.653
<b>3 (0.337 a 1.356)</b>	0.9992	(0.998-1.000)	0.203	1.0074	(0.976-1.040)	0.650
<b>4 (1.56 a 37.61)</b>	0.9995	(0.998-1.001)	0.473	1.0252	(0.991-1.061)	0.154

## © Modelos por zona

Ulterior al análisis de los modelos se procedió a la separación por zona, en este caso solamente de las áreas de interés, zona sureste, suroeste y se incluyó el centro de la ciudad.

Al examinar los modelos con los datos de asma, ningún resultado fue estadísticamente significativo para ninguna zona, en la mayoría de los casos tanto la concentración media como máxima móvil de ozono de ocho horas presentaban asociaciones negativas, lo mismo ocurre con las áreas verdes pero estas indican que entre mayor es la zona menor es la protección contra asma para los menores de cinco años, resultado similares presentan las interacciones propuestas entre concentraciones de ozono y áreas verdes (Modelos no mostrados).

Por otra parte al plantear los modelos para las enfermedades respiratorias de vías superiores y concentración media móvil de ozono de ocho horas, estos muestran que en el centro y sureste, el ozono es un factor protector, y al suroeste un factor de riesgo, en estas zonas las áreas verdes pequeñas otorgan protección al igual que las áreas mayores de  $1.5\text{km}^2$ , empero las áreas verdes intermedias entre  $0.3375$  a  $1.36\text{ Km}^2$  muestran asociaciones positivas (Tabla 27), sin embargo la interacción indica que para la zona centro y suroeste entre mayor es el área verde mayor es la protección esto es más notorio en la zona suroeste, para el sureste la interacción muestra resultados ambiguos ya que áreas menores de  $1.36\text{km}^2$  son protectoras pero al aumentar más allá de  $1.56\text{ Km}^2$  pasan a tener una asociación positiva, la mayoría de los resultados son estadísticamente significativos (Tabla 28).

El modelo con la concentración máxima móvil de ozono de ocho horas indica que la interacción con las áreas verdes para la zona centro otorgan protección pero se reduce ligeramente conforme aumenta el espacio verde, para la zona sureste hay resultados ambiguos ya que las áreas pequeñas ( $<0.056\text{ km}^2$ ) y las áreas intermedias ( $0.3375$  a  $1.36\text{Km}^2$ ) son un factor de protección y las áreas de entre  $0.069$  a  $0.335\text{ km}^2$  y mayores de  $1.56\text{ km}^2$  son de riesgo, para la zona suroeste se corrobora lo dicho anteriormente, entre más grande es el área verde, mayor protección otorga a los menores de cinco años contra las enfermedades respiratorias (Tablas 29 y 30).

Tabla 24. Modelos 6. Relación entre la concentración media móvil de ozono de 8 horas y menores de 5 años con enfermedades respiratorias del D.F., por zona, 2011-2014,									
Variable	Centro			Sureste			Suroeste		
	IRR	I.C.	p>z	IRR	I.C.	p>z	IRR	I.C.	p>z
Media móvil de ozono 8 horas	0.9794	(0.976-0.983)	0.000	0.9897	(0.982-0.995)	0.009	1.0133	(1.010-1.017)	0.000
Área verde									
1 (0.004 a 0.056)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
2 (0.0694 a 0.334)	0.4650	(0.412-0.525)	0.000	0.0320	(0.024-0.043)	0.000	0.7515	(0.649-0.871)	0.000
3 (0.337 a 1.356)	1.4450	(1.264-1.652)	0.000	N/A	N/A	N/A	1.4096	(1.220-1.629)	0.000
4 (1.56 a 37.61)	N/A	N/A	N/A	0.0098	(0.006-0.016v	0.000	0.9199	(0.804-1.052)	0.223
Interacción									
AV2-Conc O <sub>3</sub>	1.0123	(1.008-1.016)	0.000	1.0067	(0.999-1.015)	0.094	1.0015	(0.998-1.005)	0.448
AV3-Conc O <sub>3</sub>	1.0023	(0.998-1.007)	0.294	N/A	N/A	N/A	0.9974	(0.994-1.001)	0.178
AV4-Conc O <sub>3</sub>	N/A	N/A	N/A	1.0108	(0.999-1.023)	0.091	0.9919	(0.988-0.995)	0.000
Humedad relativa	0.9919	(0.990-0.994)	0.000	0.9933	(0.988-0.998)	0.009	0.9961	(0.995-0.997)	0.000
Temperatura	1.0139	(1.000-1.028)	0.042	1.0171	(0.990-1.045)	0.227	0.9119	(0.905-0.919)	0.000
Dirección del viento	1.0042	(1.004-1.005)	0.000	1.0020	(1.001-1.003)	0.003	0.9982	(0.998-0.999)	0.000
Velocidad del Viento	0.8890	(0.838-0.944)	0.000	0.8721	(0.760-1.001)	0.052	1.1461	(1.093-1.201)	0.000
Media 24 horasPM10	1.0108	(1.009-1.012)	0.000	1.0017	(0.997-1.006)	0.480	0.9971	(0.995-0.999)	0.001

Tabla 25. Análisis de interacción entre concentración media móvil de ozono de 8 horas y área verde por zona para IRAS									
Área verde (km <sup>2</sup> )	Centro			Sureste			Suroeste		
	IRR	I.C.	p	IRR	I.C.	p	IRR	I.C.	p
1 (0.004 a 0.056)	0.9794	(0.976-0.983)	0.000	0.9897	(0.982-0.997)	0.009	1.013	(1.010-1.017)	0.000
2 (0.0694 a 0.334)	0.9915	(0.988-0.995)	0.000	0.9964	(0.989-1.004)	0.339	1.015	(1.012-1.018)	0.000
3 (0.337 a 1.356)	0.9816	(0.977-0.986)	0.000	0.9897	(0.982-0.997)	0.009	1.011	(1.008-1.014)	0.000
4 (1.56 a 37.61)	0.9794	(0.976-0.983)	0.000	1.0004	(0.989-1.012)	0.070	1.005	(1.003-1.008)	0.000

**Tabla 26. Modelos 7. Relación entre la concentración máxima móvil de ozono de 8 horas y menores de 5 años con enfermedades respiratorias del D.F., por zona, 2011-2014.**

	Centro			Sureste			Suroeste		
	IRR	I.C.	p>z	IRR	I.C.	p>z	IRR	I.C.	p>z
<b>Máximo móvil de ozono 8 horas</b>	0.9941	(0.992-0.996)	0.000	0.9989	(0.995-1.003)	0.542	1.0090	(1.007-1.011)	0.000
<b>Área verde</b>									
<b>1 (0.004 a 0.056)</b>	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
<b>2 (0.0694 a 0.334)</b>	0.4440	(0.379-0.521)	0.000	0.0320	(0.022-0.046)	0.000	0.9952	(0.827-1.197)	0.960
<b>3 (0.337 a 1.356)</b>	1.5335	(1.287-1.826)	0.000	N/A	N/A	N/A	2.8316	(2.371-3.382)	0.000
<b>4 (1.56 a 37.61)</b>	N/A	N/A	N/A	0.0105	(0.006-0.018)	0.000	1.2699	(1.077-1.497)	0.004
<b>Interacción</b>									
<b>AV2-Conc O<sub>3</sub></b>	1.0056	(1.004-1.008)	0.000	1.0031	(0.999-1.007)	0.158	0.9970	(0.995-0.999)	0.005
<b>AV3-Conc O<sub>3</sub></b>	1.0002	(0.998-1.003)	0.853	N/A	N/A	N/A	0.9906	(0.989-0.993)	0.000
<b>AV4-Conc O<sub>3</sub></b>	N/A	N/A	N/A	1.0043	(0.998-1.011)	0.208	0.9928	(0.991-0.995)	0.000
<b>Humedad relativa</b>	0.9930	(0.991-0.995)	0.000	0.9939	(0.989-0.999)	0.016	0.9953	(0.994-0.997)	0.000
<b>Temperatura</b>	0.9825	(0.972-0.993)	0.001	0.9940	(0.971-1.017)	0.613	0.9213	(0.915-0.928)	0.000
<b>Dirección del viento</b>	1.0039	(1.003-1.005)	0.000	1.0015	(1.000-1.003)	0.029	0.9981	(0.998-0.999)	0.000
<b>Velocidad del Viento</b>	0.9025	(0.850-0.958)	0.001	0.9149	(0.797-1.050)	0.207	1.1957	(1.143-1.251)	0.000
<b>Media 24 horasPM10</b>	1.0089	(1.007-1.011)	0.000	0.9995	(0.995-1.004)	0.838	0.9984	(0.997-1.000)	0.052

**Tabla 27. Análisis de interacción entre concentración máxima móvil de ozono de 8 horas y área verde por zona para IRAS**

Área verde (km <sup>2</sup> )	Centro			Sureste			Suroeste		
	IRR	I.C	p	IRR	I.C	p	IRR	I.C	p
<b>1 (0.004 a 0.056)</b>	0.9941	(0.992-0.996)	0.000	0.9989	(0.995-1.003)	0.542	1.009	(1.007-1.011)	0.000
<b>2 (0.0694 a 0.334)</b>	0.9997	(0.998-1.001)	0.730	1.0020	(0.999-1.005)	0.265	1.006	(1.004-1.008)	0.000
<b>3 (0.337 a 1.356)</b>	0.9943	(0.992-0.996)	0.000	0.9989	(0.995-1.003)	0.542	1.000	(0.998-1.001)	0.508
<b>4 (1.56 a 37.61)</b>	0.9941	(0.992-0.996)	0.000	1.0031	(0.997-1.009)	0.317	1.002	(1.001-1.003)	0.004

## 11. DISCUSIÓN

El presente proyecto terminal en el que se contemplo un periodo de cuatro años (2011-2014) se detecto que las zonas con mayor número de menores de cinco años afectados por enfermedades de vías superiores fueron el sureste y suroeste de la ciudad, en los cuales se incluyen las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, La Magdalena Contreras, Tlalpan, Coyoacán, Iztapalapa, Tlahuac, Xochimilco y Milpa Alta; la zona considerada como sur es la más amplia del Distrito Federal, en esta se localizan las Delegación más grandes y más pobladas de la ciudad. En todo el Distrito Federal el número de menores diagnosticados con enfermedades respiratorias de vías superiores se incrementa durante la temporada de otoño-invierno. En el estudio de Rivera realizado en la Ciudad de México durante 2004 a 2011, las zonas con mayor número fueron noreste y noroeste, sin embargo en dicho estudio se contemplan a las personas con enfermedades de vías respiratorias altas que requirieron hospitalización (48).

El trabajo de Téllez-Rojo y colaboradores de 1997 menciona que durante un año se presentaron 12,402 consultas en menores de cinco años por Infecciones respiratorias altas (24), este dato sirve para comparar pues en el periodo que abarco este proyecto (2011-2014), en cada años se superaron los 40,000 menores con diagnostico de enfermedades respiratorias superiores, en un lapso de 15 años se incrementaron aproximadamente 27,000 consultas por año.

Se determino que el promedio máximo de 24 horas fue de 78(19.5) ppb con máximos de 147.86ppb, en este caso las concentraciones han disminuido, en el trabajo de Téllez-Rojo et al., el promedio máximo de 1 hora fue de 184(6.7)ppb en época invernal y 140 (5.8)ppb en el periodo cálido, esto para el suroeste de la ciudad (24), en nuestro estudio el máximo para dicha zona fue de 100ppb.

En relación al estudio de Rivera (2013), los datos concuerdan, las medias en todas las zonas oscilan entre 23 a 33 ppb, con máximos de 2 a 92 ppb, sin embargo en su trabajo las zonas donde se presentan los niveles más altos de ozono son suroeste, centro y noroeste (48), aunque se coincide con la zona centro y suroeste para el periodo 2011-2014 fue mayor la concentración en el sureste y no en el noroeste, aun con esta diferencia, las concentraciones del contaminante en el Distrito Federal siguen superando los límites recomendados tanto por la OMS (50ppb) y los establecidos en la norma oficial mexicana (80ppb).

Enfocándonos en los modelos se detectaron relaciones estadísticamente significativas entre las concentraciones de ozono en el Distrito Federal y el número de menores de cinco años diagnosticados con enfermedad respiratoria de vías superiores. La relación se presento de igual manera en hombres que en mujeres, presentando un riesgo ligeramente mayor para el grupo de

menores de un año, por su parte Rivera (2013), no encontró asociación significativa estadísticamente entre las hospitalizaciones por causa respiratoria en el D.F. y el ozono. (48)

Se averiguó que un incremento de 10ppb de en la media móvil de ozono de ocho horas aumenta en 8.29% (IC 95%1.030-1.051), el número de infantes con Infecciones respiratorias de vías superiores, esto concuerda con los resultados de Téllez-Rojo et al., que indican un incremento de 9.9% (IC 95%, 7.0-12.9) en las consultas de urgencia por IRS al incrementarse 50ppb la concentración máxima de ozono de una hora (24).

De igual manera en el estudio de Hernández-Cadena et al., realizado en Ciudad Juárez, se encontró una asociación positiva y significativa entre las consultas a urgencias por afecciones respiratorias, en el grupo etareo de menores de cinco años, el incremento de 20ppb en el máxima diario de ocho horas de ozono se asoció con el acrecentamiento de 8.3% (IC95%0.2-17.2) en las consultas por afecciones de vías respiratorias superiores (50); en nuestro caso al considerar el máximo móvil de ocho horas el incremento en el número de menores diagnosticados con enfermedades respiratorias de vías superiores fue de 8.1% (IC95% 6.8-10.5), cifras muy similares a los resultados obtenidos en el estudio desarrollado en Chihuahua.

Los resultados también concuerdan con lo descrito por Burnett y colaboradores en su estudio realizado en Canadá, el cual describe que las hospitalizaciones diarias de menores de dos años se incrementan hasta 35% (IC 95% 19-52) cuando aumenta 45ppb la concentración máxima de una hora de ozono (51); así mismo Spix et al., mencionan que aun en otros grupos etareos (adultos y ancianos), se incrementan de manera significativa las enfermedades respiratorias con el incremento de las concentraciones de ozono (52).

Caso contrario ocurre con los resultados de asma ya que en nuestro trabajo ni las concentraciones medias de 24 horas ni móviles de ocho horas presentan asociaciones positivas con dicho padecimiento. Hernández-Cadena y colaboradores identificaron que el ozono es un factor de riesgo para los menores de cinco años (50). La falta de información o subregistro de consultas por asma, sobre todo de primera vez, puede ser la causa de ésta falta de asociación.

Es conocido por todos que los espacios verdes tienen un impacto positivo en la salud de la población, los principales estudios se han enfocado a comprobar este efecto sobre la salud mental, bienestar y calidad de vida, estos han corroborado que el porcentaje de área verde de en un radio de hasta tres kilómetros influye en la salud (40); en nuestro estudio la distancia promedio de las áreas verdes alrededor del centro de salud fue de 2.8km encontrándose dentro de un rango significativo para poder influir sobre la salud de los habitantes.



Enfocándonos en la relación entre las enfermedades respiratorias, las concentraciones de ozono y las áreas verdes, se obtienen resultados estadísticamente significativos, se puede observar que las áreas verdes otorgan protección a los menores de cinco años contra las infecciones respiratorias de vías altas; lo que corresponde a la concentración media móvil de ocho horas, aunque la asociación es positiva esta decrece conforme el tamaño del área verde aumenta, en el análisis con la concentración máxima móvil de ocho horas el efecto protector es más notorio pues la asociación pasa de ser positiva cuando las áreas verdes son menores de 334,000m<sup>2</sup> a ser un factor de protección cuando el área verde supera los 337,500m<sup>2</sup>.

En el estudio de Mass y colaboradores identificaron que el porcentaje de áreas verdes presentes en el entorno tiene una asociación positiva con la salud general de los pobladores (40). La investigación realizada en ciudades inglesas por Bixby y su equipo otorga resultados inconclusos, indican que las áreas verdes locales confieren beneficios para la salud, pero establecen que es necesario profundizar en la investigación en la manera en que los residentes urbanos interactúan con el espacio verde (53). Donovan et al., encontraron que en los lugares donde las áreas verdes presentaban infestaciones parasitarias la salud de los pobladores mermaba, determinando un aumento en la mortalidad por causas cardiovasculares y del tracto respiratorio inferior cuando los árboles estaban plagados de insectos (54).

Aunque nuestros resultados indican que las áreas verdes tienen un efecto benéfico para contrarrestar las infecciones respiratorias altas, no sucede lo mismo con el asma y el estado asmático; para este padecimiento el incremento del tamaño del área verde incrementa el riesgo de padecer asma, esto se puede explicar ya que un gran porcentaje de casos de asma se relacionan con una causa alérgica y entre más árboles, arbustos y plantas estén presentes más alérgenos pueden aparecer, sobre esta cuestión hay resultados contradictorios, Palma-Gómez et al., encontraron un incremento significativo en la sensibilización al polen durante la reforestación, lo cual exacerbo las enfermedades respiratorias principalmente asma (55), el punto opuesto lo presenta el estudio de Fuertes et al., en el cual mencionan que el vivir en zonas verdes puede proteger contra la rinitis alérgica, puntualizando que es necesario conocer el tipo de vegetación y depende en gran medida de la ubicación de dichas zonas (56).

La OCDE proyecta que para 2030 el impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud tendrá un incremento a nivel mundial, siendo uno de los principales problemas las muertes prematuras relacionadas a la exposición de ozono, las cuales llegarán a ser cuatro veces más que en el 2000; países en vías de desarrollo como es el caso de México serán los más afectados por los daños medioambientales actuales y son los que sufrirán más sus efectos por la falta de equipo e instrumentación para amortiguar el impacto al ambiente, teniendo grandes costos, principalmente

sobre los servicios de salud (57); en correspondencia con ello, es necesario generar evidencia de métodos específicos para contrarrestar la contaminación ambiental, desde este punto de vista y en especial para los grupos más vulnerables, niños y ancianos, es preciso conservar e incrementar las áreas verdes en el entorno urbano para de esta manera redundar favorablemente en el cuidado del ambiente y en la salud poblacional.

## 12. PROPUESTA

En base a los resultados anteriores, en los que se puede constatar que:

- El ozono es un problema en la Ciudad de México, en la cual se rebasan las concentraciones recomendadas tanto por la Organización Mundial de la Salud y lo establecido en la Norma Oficial Mexicana.
- Existe un muy alto número de menores de cinco años que padecen enfermedades respiratorias, con más de 50,000 casos por año.
- Que la orografía, geografía y fenómenos meteorológicos como la dirección del viento provocan que el ozono se dirija y estanque en la zona sur de la ciudad.
- Las zonas sureste y suroeste presentan las mayores concentraciones de ozono.
- Que el D.F. cuanta con solo 5.3m<sup>2</sup> de área verde por habitante, 3.7m<sup>2</sup> menos del mínimo recomendado por la OMS.
- Que aunque al sur de la ciudad se presentan grandes espacios de áreas verdes estos se encuentran alejados de las zonas urbanas, exhibiendo un muy bajo número de área verde urbana por habitante (<6.2m<sup>2</sup>).
- Que el ozono es un factor de riesgo para los menores de cinco años y aumenta la posibilidad de que padezcan alguna enfermedad respiratoria.
- Que en base a los modelos propuestos es posible observar una interacción entre las concentraciones de ozono y el área verde con lo cual se constata que entre más grande es el área verde mayor es su efecto protector.

Por lo cual se expone la siguiente propuesta, esta se plantea para realizarse durante diversos plazos y se dirige a varios sectores.

### **Corto plazo**

Educativa:

- Incorporar en los planes de estudio de ciencias a nivel primaria, secundaria y medio superior de la Ciudad de México, una sección sobre cuidado y conservación de áreas verdes en la capital, su importancia para contrarrestar los efectos de la contaminación y del cambio climático; así mismo proponer que las escuelas tengan azoteas verdes o jardines verticales y

dar orientación tanto a alumnos como a padres de familia de la manera en que pueden instalar estos jardines en sus hogares.

- Si cerca de la escuela existe un área verde, promover que los alumnos adopten un árbol para su cuidado, siembren algún arbusto o planta.
- Como una idea más integradora se podría impartir información en los diferentes niveles educativos sobre arboles y áreas verdes desde puntos de vista más amplios, como su valor histórico, religioso, medicinal, económico, entre otros.

## Difusión

- Dar mayor difusión a los beneficios “fiscales” de colocar una azotea verde para tener descuentos sobre el pago del predial, y crear asociaciones con empresas enfocadas a la instalación de azoteas verdes y jardines verticales para que los particulares acudan a ellos para instalación y orientación (58).

## Capacitación

Capacitar a los responsables del mantenimiento de parques y áreas verdes en relación a la poda, riego y aireación de la tierra. Este punto es de sumo interés ya que en muchos árboles y arbustos de la ciudad no se realiza una poda sino un “mutilamiento”, dejando expuesto los centros de los troncos haciéndolos más vulnerables a parásitos.

- La poda se debe realizar en primer lugar cortando las ramas muertas para evitar que caigan y causen daños, además de que representan un peso adicional al árbol sin ningún beneficio.
- En segundo lugar podar las ramas que crecen hacia adentro o se cruzan, ya que con el viento pueden dañarse y quebrarse.
- Quitar brotes verticales de las ramas predominantes y chupones de la base del tronco ya que compiten y restan nutrientes al árbol.
- Caducifolios: podar después del verano o en época inactiva de otoño o invierno, si no florece podar en invierno para ayudar a que las heridas sanen.
- Evitar podar durante el periodo de crecimiento del árbol.
- Las ramas más fuertes y saludables deben ser guía y estructura del árbol. Guiar la poda en la mejor dirección.
- No quitar más del 20% de la copa

- No desgarrar la corteza del árbol, cortar del borde hacia el cuello de la rama (Abajo y afuera).

En el Distrito Federal la compactación excesiva de la tierra es un mal urbano, ya que el tránsito vehicular y las constantes vibraciones del piso provocan que la tierra se apisona cada vez mas; esta compactación afecta a las plantas reduciendo la fotosíntesis; se restringe la elongación de las raíces, la respiración pasa a ser anaeróbica, se afecta la absorción de agua y de nutrientes, se reduce la elaboración de hidratos de carbono, disminuye el área de las hojas y la síntesis de clorofila; en este caso los estomas se cierran lo cual restringe la fotosíntesis, menoscabando el crecimiento y tamaño de la planta, lo que reduce la capacidad de retención de contaminantes de los árboles y los arbustos (59).

Una de las maneras para contrarrestar este problema es airear la tierra, un método es perforar de 5 a 7 cm de profundidad e inyectar agua, rellenar con mulch, composta o poliacrilato de potasio.

No encalar los troncos de los arboles, esta práctica no presenta un beneficio para el árbol, la pintura o el agua de cal solo dura 2 a 3 semanas, la lluvia drena la pintura, implica costos materiales y humanos sin fundamento, tapa las lenticelas de los arboles obstruyendo los poros y disminuyendo el intercambio gaseoso, no se ha comprobado efecto curativo ni protector, y estéticamente rompe el aspecto natural de la vegetación (60).

El riego es un punto neurálgico para el correcto desarrollo de árboles y arbustos en la ciudad, es preferible que la aspersion no se realice durante las horas de más calor ya que resulta contraproducente para las plantas, el agua se evapora y no penetra la tierra, además de que se realiza un gasto innecesario de agua, aunado a esto el riego debe de hacerse en la base del árbol, en la tierra, no en el tronco, evitando que sea a alta presión ya que esto erosiona el suelo (61) (62).

## **Mediano Plazo**

### Inventarios

La información del tipo de especie, género y familia de árbol es limitada, así mismo los datos del número de áreas verdes solamente se presentan por delegación agrupados de manera "arbitraria"; Se propone que por lo menos cada seis años se realice un inventario de áreas verdes y que los resultados estén desagregados por colonia o por AGEB (63).

Durante este inventario sería conveniente evaluar la salud de los arboles con la propuesta realizada por la Dra. Chacalo y colaboradores (2010) en donde con una calificación del 0 a 100 se revisa (59):

- Altura, diámetro y follaje
- Heridas y enfermedades
- Problemas vasculares y agrietamientos
- Sitio de plantado y raíces

Cada tópico otorga de 0 a 25 puntos y de esta manera se podrá valorar si es necesario retirar un árbol que se encuentra en malas condiciones, solo podar, o si es posible recuperarlo.

Aprovechar la realización del inventario y destinar recursos para la conservación y mantenimiento de las reas verdes existentes, airear la tierra, enriquecerla con nutrientes, hacer un riego adecuado.

Detección de nuevas zonas

Destinar a un grupo de especialistas que detecten zonas que puedan asignarse para el establecimiento de un área verde, ya sean jardines de bolsillo, parques, jardines verticales, planificando el mantenimiento de los mismos y no el establecimiento y posterior abandono de la zona.

## **Largo Plazo**

Diversificación de especies.

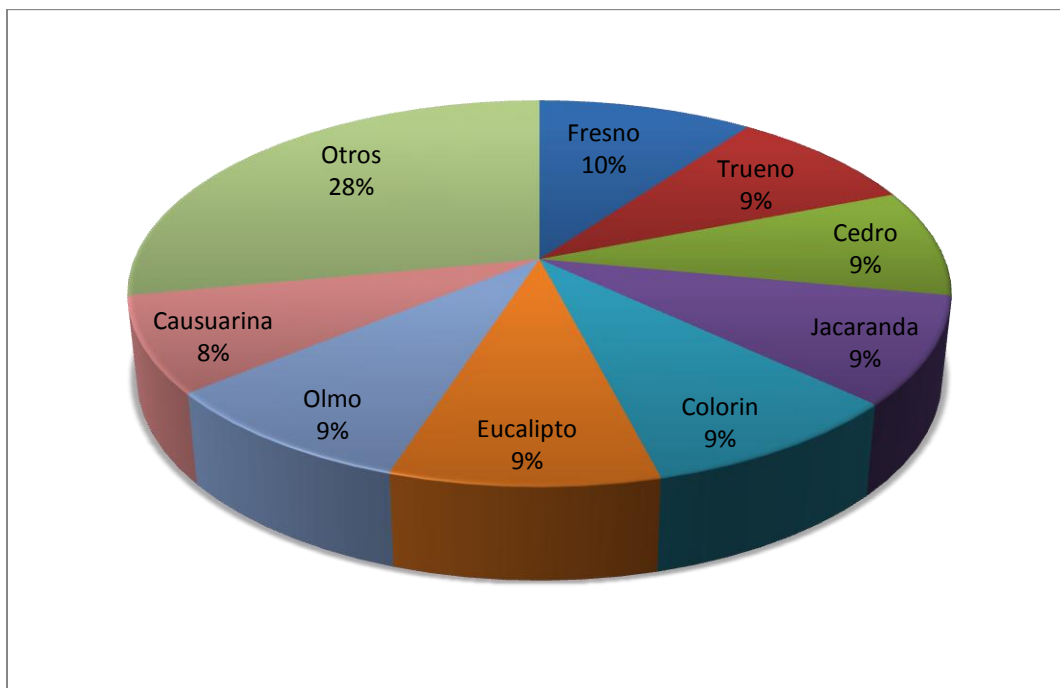
La información sobre las distintas especies de árboles en la ciudad es contrastante, En base a diversos catálogos; algunos informes mencionan que solo ocho especies conforman el 72% de la diversidad arbórea del D.F. (Gráfica 16) (59); el catalogo del “Plan verde de la Ciudad de México”, menciona que en la localidad hay 25 especies, pero la mayoría de estas pueden afectar las banquetas y su tolerancia a la contaminación es reducida (64).

Para evitar el daño a banquetas y guarniciones, al plantar los arboles se debe dejar espacio suficiente para que extienda sus raíces, evitar que la planta este pegada a la orilla de la acera, y evitar cubrir la base del árbol con cemento u otro pavimento, promoviendo el uso de suelo orgánico (mulch)

alrededor de árboles y arbustos, para mantener la humedad del suelo, mejorar las condiciones térmicas, favorecer el proceso de nitrificación y evitar el desarrollo de “malas hierbas” que compitan por los nutrientes y recursos hídricos (65).

Por esto mismo se plantea que se siembren especies diferentes a las que actualmente predominan, que tengan mayor tolerancia a la contaminación y afecten lo menos posible el mobiliario urbano, en este sentido algunos autores recomiendan que por lo menos el 30% de las especies sean nativas de la zona y para que exista diversidad no plantar más del 10% de la misma especie, no más del 20% de misma genero y no más del 30% de la misma familia (59), para esto los viveros de los que proceden los arboles de la ciudad de México (Coyoacán, Yecapixtla, Netzahualcóyotl, Santa María Nativitas y Defensa Nacional) deben ampliar y transformar los tipos de especies que maneja (Tabla 31 y 32), dos de ellos mencionan que actualmente tienen un catalogo de más de 50 especies (66).

**Gráfica 16. Especies principales de arboles en la Ciudad de México.**



Fuente: Árboles y arbustos para las ciudades, 2010

Hay que potenciar el uso de especies autóctonas y evitar la siembra de plantas exóticas o invasoras, sin valor ecológico u ornamental, jerarquizando su funcionalidad sobre su propagación o rápido crecimiento. Se debe intentar adecuar las labores de mantenimiento a los ciclos de la flora presente en la ciudad (65).

**Tabla 28. Lista de especies de árboles recomendados por su mayor resistencia a la contaminación**

Bocconia arborea	Michelia figo
Brosimum alicastrum	Murraya paniculata
Bucida buceras	Pinus ayacahuite
Carpinus caroliniana	Pinus caribaea
Ceratonia siliqua	Pinus cebroides no= strobiformis, strobis
Cochlospermum vitifolium	Pinus greggii
Cordia dodecandra	Pinus patula
Cordia sebestena	Pinus pseudostrobus
Ipomoea murucoides	Podocarpus macrophyllus
Leucaena esculenta	Queecus candicans
Malvaviscus arboreus	Quercus castanea
Melia azedarach	Quercus mexicana
Tabebuia chrysantha	Quercus laurina
Tabebuia rosea	Quercus laeta
Thevetia peruviana	Quercus frutex no
Thvetia theveriodides	Quercus dysophylla
Tempñadas	Quercus crassipes
Cryptomeria japonica	Quercus crassifolia
Metasequoia glyptostroboides	Sequoia sempervirensquercus obtusata

Fuente: Árboles y arbustos para las ciudades, 2010.

**Tabla 29. Especies recomendadas para interiores, como purificadoras de aire.**

Chamaedorea seifritzii
Aglaonema modestum
Hedera hélix
Ficus benjamina
Gerbera jamesonii
Dracaena deremensis "Janet Craig"
Dracaena marginata
Dracaena massangeana
Sansevieria laurentii
Spathiphyllum "Mauna Loa"
Chrysanthemum morifolium
Dracaena deremensis "Warneckeii"

Fuente: NASA, 1989 (67).



## Consideraciones:

Es necesario que la planificación urbana sea más sensible al medio ambiente y que en el cuidado del mismo participen las diferentes áreas gubernamentales desde distintos ámbitos, sectores públicos y privados, universidades, y la ciudadanía en general para así mejorar la calidad de los árboles y del paisaje urbano de la Ciudad de México.

## Seguimiento.

Para dar seguimiento a este proyecto y evaluar la propuesta se puede hacer uso de indicadores como son:

- ❖ Concentraciones de ozono, medias y máximas diarias y móviles de ocho horas.
- ❖ Número de menores de cinco años diagnosticados con enfermedades respiratorias de vías altas.
- ❖ Área verde total y área verde urbana por delegación y por habitante.

### 13. CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como objetivo primordial generar evidencia fidedigna para desarrollar una propuesta para el incremento y preservación de áreas verdes al sur del Distrito Federal para de esta manera disminuir el número de consultas en menores de cinco años por enfermedades de vías respiratorias superiores y asma relacionadas a ozono.

Se constato que el ozono se relaciona estrechamente con las enfermedades de vías respiratorias superiores pero presenta un efecto protector contra asma.

Que la zona más afectada por el contaminante es el sur del valle de México y que aunque este cuenta con varias reservas ecológicas, estas se encuentran a distancias considerables teniendo muy poca cantidad de área verde urbana.

Por último se evidencio que las áreas verdes urbanas cercanas a las zonas de vivienda de los menores de cinco años, otorgan protección contrarrestando las concentraciones de ozono, pudiendo de esta manera disminuir el número de menores enfermos por infecciones respiratorias en la zona de cobertura de los centros de salud.

“Los varios beneficios del arbolado en países Latino Americanos y del Caribe, van más allá del mero uso recreativo o estético, incluyen la mejora de la sanidad básica, el abastecimiento de agua potable, el control de inundaciones, el tratamiento de aguas residuales, la reducción de la contaminación del aire, el desecho residuos sólidos, la moderación tanto de macro como de microclimas, el enriquecimiento de la biodiversidad y la reducción de la pobreza (Sorensen, 1991.; Pag 51, en Chacalo, 2010).

## 14. RECOMENDACIONES

1. Fue posible identificar geográficamente la relación área verde-zona de vivienda de los menores en relación a las zonas de cobertura y centro de salud.
2. La identificación de la zona geográfica de las viviendas sirvió para determinar la relación entre la concentración de ozono registrada en las distintas zonas de la ciudad y la incidencia de enfermedades de vías respiratorias altas en los menores de cinco años. En base a estos puntos es posible mencionar que hay que enfocarse principalmente a la zona sur del Distrito Federal para contrarrestar los efectos del ozono sobre los menores de cinco años ya que en esta sección es donde se presentan mayores concentraciones del contaminante y un mayor número de menores con enfermedades respiratorias.
3. Se estratificó con base en las áreas verdes el número de menores de cinco años con enfermedades respiratorias relacionadas a ozono, identificando que entre mas grande es el área verde cercana a la zona de cobertura del centro de salud, mayor es la protección que otorga a niños y niñas contra las infecciones respiratorias de vías superiores.
4. Con fundamento en los resultados obtenidos, en los cuales se evidencia que las enfermedades de vías respiratorias superiores se relacionan a la exposición a ozono y que las áreas verdes presentan una correspondencia para contrapesar los efectos del ozono y brindar protección a los menores contra las IRAS, se desarrolló un primer bosquejo de una propuesta enfocada a conservar e incrementar las áreas verdes en la Ciudad de México, esto planeado desde la capacitación de recursos humanos, la educación sobre la importancia de las zonas verdes, la relevancia de realizar inventarios, hasta la evaluación de árboles y arbustos y la diversificación de la flora en el valle de México.

## 15. LIMITACIONES

Las limitaciones más importantes están relacionadas con la información ya que como se ha documentado en estudios previos, existe un subregistro de los casos y ésta aunque es pública hay que solicitarla a través de distintas plataformas a diversos entes los cuales no manejan el mismo tipo de datos, la desagregación de la información solo llega a niveles de delegación y en casos específicos de padecimientos hasta el nivel de centro de salud.

Las diversas secretarías no concuerdan en cuál es la categoría de algunos centros de salud (T-I, T-II y T-III).

La información de los monitores del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Valle de México, en varios casos es incompleta, no cumple los criterios de suficiencia o los monitores fueron “eliminados del sistema”, así mismo son pocos los monitores que determinan concentraciones de ozono, haciendo difícil tener concentraciones más precisas por zona y por ubicación de los centros de salud.

Los datos de salud aunque se supone es una base revisada por los epidemiólogos, por las jurisdicciones y capturada en el SINAVE previa revisión de la dirección de epidemiología, presentaba inconsistencias, en algunos centros de salud se tenía información repetida para una misma semana, así mismo en épocas vacacionales (navidad, año nuevo y semana santa) las semanas epidemiológicas “no existen” en la mayoría de los centros de salud.

De igual manera no se tiene la certeza de que cada caso sea un individuo o sea el mismo individuo enfermo reportado en varias ocasiones, o que haya asistido a distintos centros de salud, esto se debe a que en la información pública no se reporta el seguimiento de los casos.

Una limitación del mismo tipo de estudio es la falacia ecológica, dado que se manejan datos agregados por centro de salud, grupos de edad y sexo, no es posible individualizar, ni hacer inferencias del riesgo a nivel personal.

Una limitante considerable es la inexistencia de información de áreas verdes en el Distrito Federal, el inventario más reciente es de 2010 y la información aunque desglosa los tipos de áreas verdes (hasta cierto punto de manera arbitraria), solo esta desagregada por delegación, no se mencionan los tipos de especies ni se evalúa a las mismas.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Panamericana de la Salud. Curso de Introducción a la toxicología de la contaminación del aire. 2002. [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_toxaire/leccion1.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_toxaire/leccion1.pdf).
2. Gomez Gomez M, Danglot Banck C. Contaminación ambiental en el Valle de México ¿Estamos haciendo lo necesario? Revista Mexicana de Pediatría. 1998 Noviembre -Diciembre; 65(6): p. 254-260.
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Mapa Digital de México. [En línea].; 2015 [citado 2015 Febrero 17]. Disponible en: [www.gaia.inegi.org.mx](http://www.gaia.inegi.org.mx).
4. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México en Cifras. [En línea].; 2010 [citado 2015 Abril 13]. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>.
5. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe de la situación del medio ambiente en México. Estadístico. México D.F.: SEMARNAT, SINIARN; 2012.
6. Comisión para la Cooperación Ambiental. Comisión para la Cooperación Ambiental. [En línea].; 2005 [citado 2015 Febrero 12]. Disponible en: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/986-north-american-mosaic-overview-key-environmental-issues-es.pdf>.
7. Chang R. Química. Novena edición ed. Roig Vázquez PE, editor. China: McGraw-Hill; 2007.
8. Colegio Marista de Ciencias de Leon España. Revista de Ciencias. [En línea].; 2014 [citado 2015 Febreo 19]. Disponible en: <http://revistacmc.jgcalleja.es/?p=714>.
9. SEDEMA. Calidad del aire en la Ciudad de México. Estadístico. México D.F.: Secretaria del Medio Ambiente; 2012.
10. Secretaria de Ecologia-Secretaria del Medio Ambiente. Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010. Programa. México D.F.: SEMARNAT-SSA; 2002.
11. Klaassen CD, Watkins JB. Fundamentos de Toxicología. Primera edición ed. Madrid: McGraw Hill; 2005.
12. U.S.Environmental Protection Agency. Health effects of ozone in the general population. [En línea].; 30 [citado 2015 Febrero 22]. Disponible en: <http://www.epa.gov/apti/ozonehealth/population.html>.
13. Secretaría de Salud. MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O<sub>3</sub>). Norma Oficial. México D.F.: Secretaria de Salud, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales; 1993.
14. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Análisis de Impactos y Evaluación de Costo / Beneficio. Análisis. México D.F.: Secretaría de Salud; 2014.
15. Organización Mundial de la Salud. Calidad del aire y la salud. [En línea].; 2014 [citado 2015 Febrero 19].

Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>.

16. Fierro MA, O'Rourke MK, Burgess JL. Air info now. [En línea].; 2000 [citado 2015 Abril 10. Disponible en: <http://www.airinfnow.org/espanol/html/O3profs.html>].
17. Darrow L, Klein M, Flanders W, Mulholland J, Tolbert P, Strickland M. Air pollution and acute respiratory infections among childrens 0-5 years of age: an 18-year time-series study. American Journal of Epidemiology. 2014 Noviembre; 15(180): p. 968-977.
18. Jasinski R, Amador Pereria LA, Ferreira Braga AL. La contaminación del aire y del hospital de admisión para las enfermedades respiratorias en los niños y adolescentes en Cubatao, Sao Paulo, Brasil, entre 1997 y 2004. Cad. de Salud Pública. 2011 Nov; 27(11).
19. Cirpiano Bakonyi SM, Danni-Oliveira IM, Conceicao Martins L, Ferreira Braga AL. Air pollution and respiratory diseases among children in Brazil. Revista de Salud Pública. 2004; 38(5).
20. Escamilla Nuñez MC, Barraza Villarreal A, Hernandez Cadena L, Moreno Macias H, Ramirez Aguilar M, Sierra Monge JJ, et al. Traffic-related air pollution and respiratory symptoms among asthmatic children, resident in Mexico City: the EVA cohort study. Respiratory Research. 2008 Noviembre 16; 9(1).
21. Rojas Martinez R, Perez Padilla R, Olaiz Fernandez G, Mendoza Alvarado L, Moreno Macias H, Fortuol T, et al. Lung Function Growth in Children with Long-Term Exposure to Air Pollutants in Mexico City. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2007 Abril 19; 176(4): p. 377-384.
22. Romieu I, Ramirez Aguilar M, Moreno Macias H, Barraza Villarreal A, Hernández Cadena L, Carbajal Arroyo L. Impactos de la contaminación atmosférica en la morbilidad y mortalidad de la población infantil de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Documento de trabajo. Chihuahua: Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte; 2003.
23. Secretarías del Medio Ambiente del D.F y del Edo. de México. Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020. Programa. México D.F.: Secretaria de Salud, SEMARNAT; 2011.
24. Tellez Rojo MM, Romieu I, Polo Peña M, Ruiz Velasco S, Meneses González F, Hernández Avila M. Efecto de la contaminación ambiental sobre las consultas por infecciones respiratorias en niños de la Ciudad de México. Salud Pública de México. 1997 Noviembre-diciembre; 39(6): p. 513-522.
25. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Información Epidemiológica de Morbilidad. Anuario Epidemiológico. México D.F.: Secretaría de Salud, Dirección General de Epidemiología; 2012.
26. Secretaria de Salud. Dirección General de Epidemiología. [En línea].; 2015 [citado 2015 Marzo 1. Disponible en: <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/>].
27. Secretaría de Salud del Distrito Federal. Agenda estadística 2013. Estadístico-Epidemiológico. México D.F. |:

Gobierno del Distrito Federal, Dirección de Información en Salud; 2013.

28. Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración. Norma. México D.F.; Secretaría de Salud; 2014.
29. Portal ciudadano del Gobierno del Distrito Federal. Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México. [En línea].; 2014 [citado 2014 Febrero 19. Disponible en: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php>.
30. Secretaría del Medio Ambiente. Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica. Programa. México D.F.: Gobierno del Distrito Federal; 1990.
31. SEMARNAP. Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000. Programa. México D.F.: Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Departamento del Distrito Federal; 1996.
32. Organización Mundial de la Salud. Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud. [En línea].; 2015 [citado 2015 Febrero 23. Disponible en: [http://www.who.int/phe/about\\_us/es/](http://www.who.int/phe/about_us/es/).
33. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Ley. México D.F.: Secretaría General; 2010.
34. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Biblioteca Nacional de Agricultura. [En línea]. [citado 2015 Febrero 24. Disponible en: <http://agclass.nal.usda.gov/mtwdk.exe?k=2007es&l=115&w=95630&n=1&s=5&t=2>.
35. Escobedo FJ, Kroeger T, Wagner JE. Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution*. 2011; 159(2078-2087).
36. Yin S, Shen Z, Zhou P, Zou X, Che S, Wang W. Quantifying air pollution attenuation within urban parks: An experimental approach in Shanghai, China. *Environmental Pollution*. 2011 Marzo 13; 159: p. 2155-2163.
37. Paoletti E, Bardelli T, Giovannini G, Pecchioli L. Air quality impact of an urban park over time. *Procedia Environmental Sciences*. 2011 Mar; 4: p. 10-16.
38. Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2006; 4(115-123).
39. Yang J, Yu Q, Gong P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. *Atmospheric Environment*. 2008; 42(7266-7273).
40. Maas J, Verheij RA, Groenewegen PP, de Vries S, Spreeuwenberg P. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology Community Health*. 2006; 60(587-592).
41. Boluda A. Las zonas verdes son buenas para la salud y la ciencia lo está demostrando. Revista online Inspira.

2014 Enero 7.

42. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Panorama sociodemográfico de México. Censo de población y vivienda. Aguascalientes: INEGI; 2010.
43. Quadratin. Recomendación OMS 16m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitantes; DF tiene 5.3m<sup>2</sup>. Quadratin México. 2014 Diciembre: p. 1.
44. Campuzano M. Centro Mexicano de Derecho Ambiental. [En línea].; 2013 [citado 2015 Abril 15. Disponible en: <http://www.cemda.org.mx/10/presentan-organizaciones-civiles-ante-la-cndh-queja-por-la-mala-calidad-del-aire/>].
45. UNICEF Comité Español. Convención sobre los derechos del niño. Plan de acción. Madrid: UNICEF; 2006.
46. Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM. Información Jurídica. [En línea].; 2015 [citado 2015 Abril 13. Disponible en: <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/9/5.htm?>
47. Brarvo A H, Roy-Ocotla R G, Sanchez A P, Torres J R. Contaminación atmosférica por ozono en la zona metropolitana de la ciudad de México: Evolución Histórica y perspectivas. Posgrado UNAM. 2005 Mayo.
48. Rivera Palacios ML. Relación entre contaminación atmosférica y consultas médicas hospitalarias debido a enfermedades respiratorias en menores de 5 años en la ZMVM entre el 2004 y el 2011. Tesis. México D.F.: Instituto Nacional de Salud Pública; 2013.
49. Ministerio de Salud de Argentina. Clasificación Internacional de Enfermedades 10° CIE ° Revisión. Revisión. Ciudad Autónoma de Buenos Aires; Hospitales; 2012.
50. Hernández-Cadena L, Barraza-Villareal A, Ramírez-Aguilar M, Moreno-Macías H, Miller P, Carbajal-Arroyo LA, et al. Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Salud Pública de México. 2007 enero-febrero; 49(1).
51. Burnett RT, Smith-Doiron M, Stieb D, Raizenne ME, Brook JR, Dales RE, et al. Association between Ozone and Hospitalization for Acute Respiratory Diseases in Children Less than 2 Years of Age. American Journal of Epidemiology. 2001; 153(5).
52. Spix C, Anderson HR, Schwartz J, Vigotti MA, Le Tertre A, Vonk JM, et al. Short-term effects of air pollution on hospital admissions of respiratory diseases in Europe: a quantitative summary of APHEA study results. Arch Environ Health. 1998 enero-febrero; 53(1): p. 54-64.
53. Bixby H, Hodgson S, Fortunato L, Hansell A, Fecht D. Associations between Green Space and Health in English Cities: An Ecological, Cross-Sectional Study. Plos ONE. 2015; 10(3).
54. Donovan GH, Butry DT, Michael YL, Prestemon JP, Liebhold AM, Gatzliolis D, et al. The relationship between trees and human health: evidence from the spread of the emerald ash borer. Am J Prev Med. ; 44(2): p.



139-145.

55. Palma-Gómez S, González-Dáz SN, Macías-Weinmann A, Amaro-Vivian LE, Pérez-Vanzini R, Gutiérrez-Mujica J, et al. Efectos de la reforestación en la sensibilización al polen de árboles en habitantes de Nuevo León, México. *Revista Alergia México*. 2014; 61: p. 162-167.
56. Fuertes E, Markevych I, Bowatte G, Gruzieva O, Gehring U, Becker A, et al. Associations between residential greenness and childhood allergic rhinitis and aeroallergen sensitization in seven birth cohorts. 2015 Octubre 15-17..
57. OCDE. Prospectiva Medioambiental de la OCDE para el 2030. Técnico. Paris: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Medioambiente; 2008.
58. Secretaria del Medio Ambiente de la Ciudad de México. Areas Verdes CDMX. [En línea].; 2011 [citado 2016 Febrero 8. Disponible en: <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/temas-ambientales/azoteas-verdes>.
59. Chacalo Hilú A, Nava Esparza VC. Arboles y arbustos para las ciudades. 1st ed. México, D.F.: Universidad Autonoma Metropolitana; 2010.
60. Pier EF. El blanqueado del tronco de los árboles. *Revista agromensajes*. 2011 Diciembre; 32.
61. Guia jardines. La mejor hora para regar las plantas. [En línea].; 2007 [citado 2016 Febrero 11. Disponible en: <http://www.guiajardines.com/la-mejor-hora-para-regar-las-plantas.html>.
62. Vacaville Tree Foundation. How to water your tree. [En línea].; 2011 [citado 2016 Febrero 11. Disponible en: <http://www.phytosphere.com/vtf/treewater.htm>.
63. Meza Aguilar MdC, Moncada Maya JO. Las áreas verdes de la Ciudad de México. Un reto actual. *Sripta Nova*. 2010 Agosto 1; XIV(331 (56)).
64. Secretaria del Medio Ambiente de la Ciudad de México. Plan verde Ciudad de México "Red árbol". [Online].; 2011 [cited 2016 Febrero 11. Available from: <http://www.planverde.df.gob.mx/redarbol/category/catalogo/>.
65. Ayuntamiento de Santander. Plan de acción para los parques y zonas verdes urbanas de Santander. Plan de acción. Santander: Sociedad Española de Ornitología; 2008.
66. Secretaria del Medio Ambiente. Reforestación Urbana. [En línea].; 2016 [citado 2016 Febrero 11. Disponible en: <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/temas-ambientales/reforestacion-urbana>.
67. Wolverton BC, Johnson A, Bounds K. Interior landscape plants for indoor air pollution abatement. Técnico-Científico. Houston: National Aeronautics and Space Administration, Science and Technology Center; 1989.

68. Universidad de Lerida. Enfermedades obstructivas de las vías aéreas. [En línea]. [citado 2015 Febrero 22]. Disponible en: <http://web.udl.es/usuarios/c3724141/vias1.htm>.
69. Sistema de Monitoreo atmosférico de la Ciudad de México. Temporada de ozono. [En línea].; 2015 [citado 2015 Marzo 10]. Disponible en: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?ref=Y2I=>.
70. La Magdalena Contreras. Naturalmente Verde. 2013 Abril 25. <http://magdalenacontreras.gob.mx/sin-categoria/naturalmente-verde>.
71. Dirección general de bosques urbanos y educación ambiental. Infografías. 2006..
72. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Inventario de emisiones de contaminantes y de efecto invernadero. México D.F.; 2012.
73. Organización de las Naciones Unidas. Objetivos de desarrollo del milenio. [En línea].; 2000 [citado 2015 Abril 16]. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Objetivos\\_de\\_Desarrollo\\_del\\_Milenio](http://es.wikipedia.org/wiki/Objetivos_de_Desarrollo_del_Milenio).

## 16. GLOSARIO

Vías respiratorias altas: También denominadas superiores; es la vía central de la respiración, es la responsable de la mayor parte de las resistencias al flujo aéreo, se compone por la boca, faringe, laringe, y tráquea (hasta la carina traqueal) (68)

Área verde: Superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada generalmente por espacios vegetales y otros elementos complementarios.

Área verde urbana: Espacios urbanos o de periferia a estos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o pantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea cumplir funciones de esparcimiento,, recreación, ecológicas, ornamentales, protectoras, de recuperación y rehabilitación del entorno o similares (MINVU, CNAMA, 1998)

Centro de Salud T-III: Establecimiento perteneciente a la secretaria de Salud del Distrito Federal, en el cual se otorgan servicios para la atención a la salud, el nivel T-III es el más alto en cuanto a Centros de Salud, este debe contar con al menos diez consultorios, dentro de los servicios de atención medica cuenta con : Estomatología, radiodiagnóstico, optometría, nutrición, salud mental, salas de hidratación oral, clínica de diabetes y modelos de atención integral, además cuenta con un departamento de Epidemiología encargado de realizar la estadística e informes, inmunizaciones y curaciones así como de la supervisión del mejoramiento ambiental y saneamiento básico de la zona de cobertura o área de influencia, y al igual que todos los centros de salud posee un área administrativa.

Dirección del viento: orientación del vector del viento en la horizontal. La dirección indica de donde proviene el viento, su unidad de medición es en grados *Dextrorsum* (giro en sentido de las manecillas del reloj) donde 0° es norte verdadero.

Velocidad del viento: velocidad con la que el aire de la atmosfera se mueve sobre la superficie de la tierra, su unidad de medición es en km/h.

Temperatura: Grado o nivel térmico de la atmosfera, magnitud física que refleja la cantidad de calor del ambiente, en grados Celsius (°C).

Humedad relativa: Porcentaje de saturación de un volumen específico de aire a una temperatura específica. Su unidad de medición es porcentaje (%).

Presión atmosférica: Fuerza por unidad aérea que ejerce el aire sobre la superficie de la tierra. Su unidad de medición son milímetros de mercurio (mmHg).

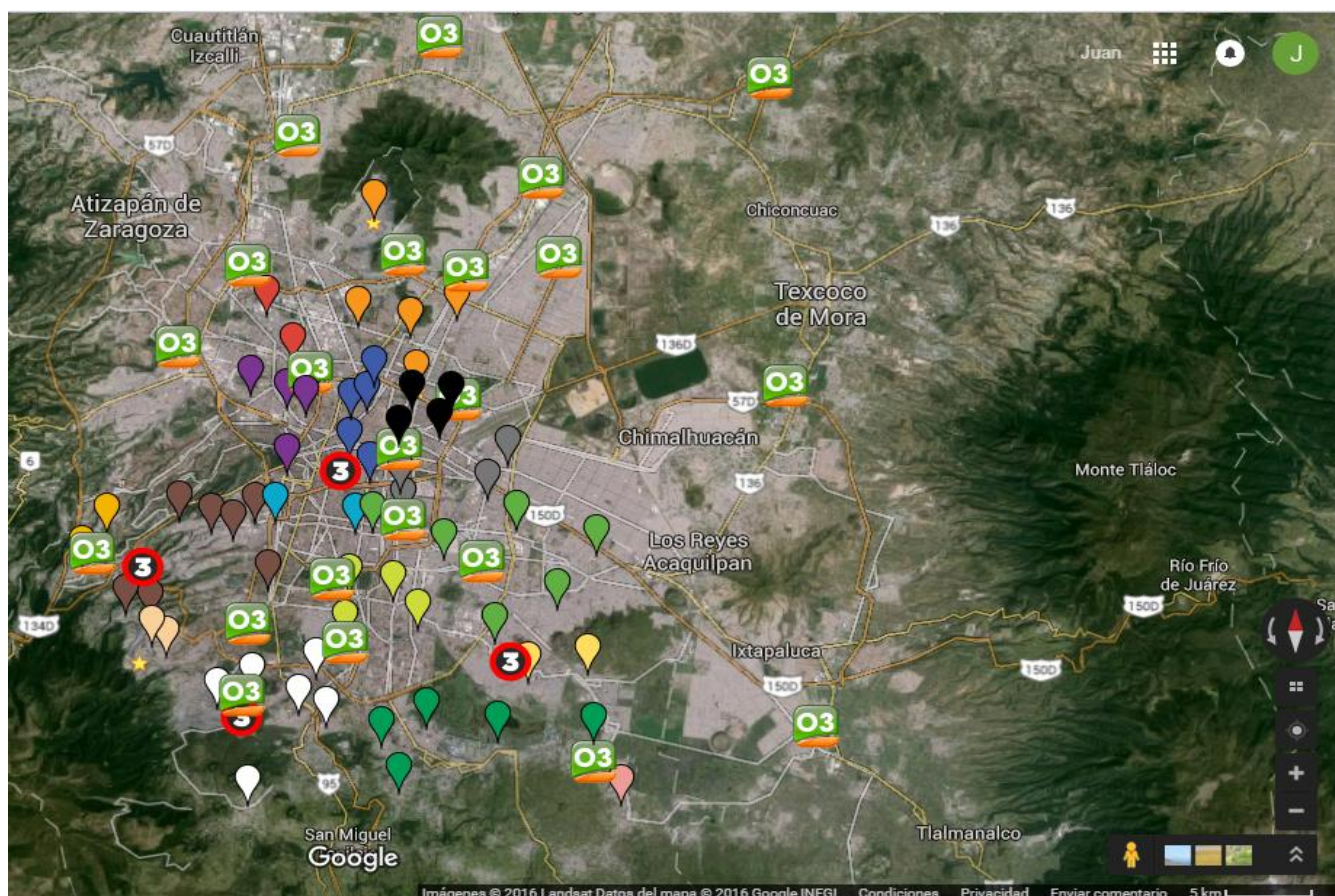
<b>Monitores y claves</b>	
<b>Monitor</b>	<b>Clave</b>
<b>Camarones</b>	cam
<b>Coyoacán</b>	coy
<b>Cuajimalpa</b>	cua
<b>Hospital General de México</b>	hgm
<b>Iztacalco</b>	izt
<b>La presa</b>	lpr
<b>Merced</b>	mer
<b>Pedregal</b>	ped
<b>Santa Fe</b>	sfe
<b>San Juan de Aragón</b>	sja
<b>Santa Úrsula</b>	sur
<b>Tláhuca</b>	tah
<b>Tlanepantla</b>	tla
<b>Tlalpan</b>	tpn
<b>UAM Xochimilco</b>	uax
<b>Uam Iztapalapa</b>	uiz
<b>Xalostoc</b>	xal
<b>Total</b>	

## 17. ANEXOS

Anexo 1. Mapa Base Distrito Federal con división política y con divisó por zona



Nexo 2. Mapa Base de ubicación de Centros de Salud T-III y Monitores de Ozono de la Dirección de Monitoreo Atmosférico





### Álvaro Obregón

1. Ampliación Presidentes
2. Dr. Manuel Márquez Escobedo
3. Dr. Ignacio Morones Prieto
4. Lomas de la Era
5. Dr. Manuel Escontria
6. Minas de Cristo
7. Dr. Eduardo Jenner



### Azcapotzalco

1. Dr. Galo Soberon y Parra
2. Dr. Manuel Martínez Báez



### Gustavo A. Madero

1. Nueva Atzacocalco
2. Dr. Manuel Cárdenas De La Vega
3. Dr. Gabriel Garzón Cossa
4. Dr. Rafael Ramírez Suarez
5. Palmatitla



### Benito Juárez

1. Mixcoac
2. Portales



### Coyoacán

1. Dra. Margarita Chorne y Salazar
2. Dr. Gustavo A. Roviroso
3. Carmen Serdán
4. San Francisco Culhuacán



### Cuajimalpa de Morelos

1. La Navidad
2. Cuajimalpa



### Cuauhtémoc

1. Dr. Atanasio Garza Ríos
2. Dr. Domingo Orvañanos
3. Dr. José María Rodríguez
4. Dr. Manuel Dominguez
5. Soledad Orozco De Ávila Camacho



### Iztacalco

1. Dr. Luis Mazzotti Galindo
2. Dr. Manuel Pesqueira
3. 2 de Octubre
4. Dr. José Zozaya



### Iztapalapa

1. Buenavista
2. Dr. Maximiliano Ruiz Castañeda
3. Chinampac de Juárez
4. Francisco J. Balmis
5. Dr. Guillermo Román Carrillo
6. Dr. Rafael Carrillo



### La Magdalena Contreras

1. Dr. Ángel de la Garza Brito
2. El Oasis



### Miguel Hidalgo

1. Dr. Manuel González
2. México-España
3. Dr. Ángel Brioso Vasconcelos
4. Dr. Manuel Gutiérrez Zavala
5. Lago Cardiel



### Milpa Alta

1. Dr. Gastón Melo



### Tlahuac

1. Miguel Hidalgo
2. San Francisco Tlaltenco



### Tlalpan

1. Ampliación Hidalgo
2. Cultura Maya
3. Dr. David Fragoso Lizalde
4. Dr. Gerardo Varela Mariscal
5. Dr. José Castro Villagrana
6. Pedregal Águilas



### Venustiano Carranza

1. Beatriz Velazco Alemán
2. Romero Rubio
3. Dr. Juan Duque de Estrada
4. Luis E Ruiz



### Xochimilco

1. Santa Cruz Xochitepec
2. Gregorio Atlapulco
3. San Mateo Xalpa
4. Tulyehualco
5. Xochimilco

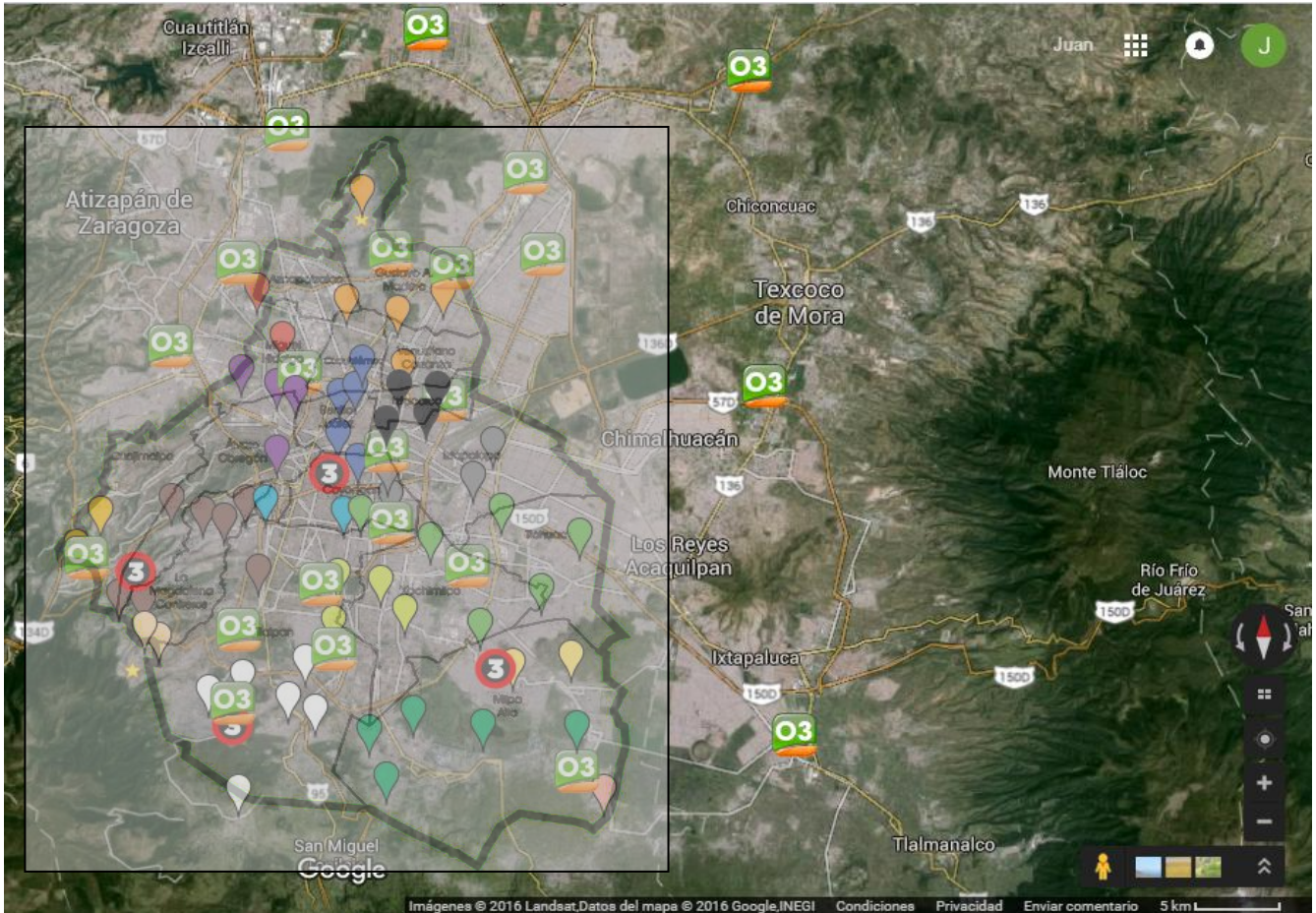


Monitores de ozono que iniciaron operaciones ante de 2011 y se mantienen en funcionamiento.



Monitores de ozono que iniciaron operaciones en 2012 y se mantienen en funcionamiento.

### Anexo 3. Ubicación de los Centros de Salud Y monitores con división delegacional



Anexo 4. Especies en el D.F. según el Catalogo del "Plan verde de la Ciudad de México"



**Encino**



**Yuca (Yucca)**



**Palma (Washingtonia)**



**Olmo chino (Ulmus)**



**Pinul (Schinus)**



**Durazno (Prunus)**



**Álamo (Populus)**



**Pino (Pinus)**



**Palmera (Phoenix)**



**Magnolia (Magnolia)**



**Liquidambar (Liquidambar)**



**Escobillon (Calistemon)**



**Grevilea (Grevillea)**



**Níspero (Eriobotrya)**



**Colorín (Erythrina)**



**Araucaria (Araucaria)**



**Tepozán (Buddleia)**



**Pino Australiano**



**Mimosa (Acacia)**



**Trueno (Ligustrum)**



**Eucalipto (Eucalyptus)**



**Cedro o ciprés (Cupressus)**



**Fresno (Fraxinus)**



**Laurel (Ficus)**