



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO
“DR. EDUARDO LICEAGA”

CORRELACION ENTRE CONTAMINACION AMBIENTAL Y PATRONES
OBSTRUCTIVOS EN LAS ESPIROMETRIAS REALIZADAS EN EL
LABORATORIO DE FISILOGIA PULMONAR DEL HOSPITAL GENERAL
DE MEXICO

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN NEUMOLOGÍA

P R E S E N T A:

Javier Hernández Romero

TUTOR DE TESIS:

Dra. María Yolanda Mares Gutiérrez
Servicio de Neumología HGM “EL”



DR. EDUARDO LICEAGA

México, DF., Agosto de 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TUTOR DE TESIS.

Nombre: Dra. María Yolanda Mares Gutiérrez
Jefe de Laboratorio de fisiología pulmonar HGMEL.
R.F.C.:
Teléfono: 55 2173 4760
Correo electrónico: ymaresgtz@yahoo.com.mx

Dr. Carlos Núñez Pérez Redondo.
Prof. Titular del Curso de Neumología
Facultad de Medicina UNAM
Hospital General de México, O.D.

Agradecimientos.

A mi familia por su apoyo incondicional, por prescindir de mi presencia para lograr este objetivo personal y profesional.

Al Hospital General de México y quienes los forman, es un orgullo pertenecer a esta institución.

Tabla de contenido

Agradecimientos.....	3
Contenido	
Resumen estructurado	5
Antecedentes.....	6
Planteamiento del problema.....	8
Justificación	9
Hipótesis.....	10
Objetivos.....	10
Análisis estadístico	11
Metodología.....	13
Población y tamaño de la muestra	15
Criterios de selección.....	15
Material y métodos	16
Resultados.....	17
Análisis y discusión.....	18
Conclusión.....	19
Bibliografía	20
Tablas	22

Resumen estructurado

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), una enfermedad frecuente que es prevenible y tratable, se caracteriza por una limitación persistente del flujo aéreo que normalmente es progresiva y se asocia a una respuesta inflamatoria acentuada y crónica de las vías respiratorias y los pulmones ante la exposición a partículas o gases nocivos (GOLD, 2015). Se trata de una enfermedad subdiagnosticada y potencialmente mortal que altera la respiración normal (OMS, 2013).

En 2012 a nivel global murieron por esta causa más de 3 millones de personas, lo cual representa un 6% de todas las muertes registradas ese año (GOLD, 2015). Más del 90% de las muertes por EPOC se producen en países de bajos y medianos ingresos (GOLD, 2015). La principal causa de EPOC es el humo del tabaco (fumadores activos y pasivos). En la actualidad, afecta casi por igual a ambos sexos, en parte debido al aumento del consumo de tabaco entre las mujeres de los países de ingresos elevados. La EPOC no es curable, pero el tratamiento puede retrasar su progresión (GOLD, 2015).

La prevalencia de la EPOC en países desarrollados va del 3 al 6% en sujetos mayores de 50 años (INER/clínica-de-epoc. 2016). En los Estados Unidos, 15 millones de personas la padecen. En México, tan solo en el INER, la EPOC se ubicó en el cuarto lugar en la tabla de morbi-mortalidad anual con 21000 defunciones (INER/clínica-de-epoc. 2016). Actualmente la EPOC ocupa el cuarto lugar en cuanto a mortalidad a nivel mundial, en México se ubica entre el 6o y el 4o (INER/clínica-de-epoc. 2016).

Antecedentes

La EPOC es una enfermedad compleja de etiología multifactorial, el riesgo de padecerla está relacionado con la carga total de partículas inhaladas a las que está expuesta una persona durante toda su vida: El humo de tabaco, incluidos los cigarrillos, la pipa, los puros y otros tipos de tabaco que son populares en muchos países, así como el humo ambiental de tabaco, este es su principal causa, pero sólo el 15% de los fumadores desarrolla la enfermedad, lo que sugiere otros factores de riesgo implicados (GOLD, 2015). La contaminación del aire en espacios cerrados, derivada del uso de combustibles de biomasa para cocinar y como fuente de calor en viviendas mal ventiladas, es un factor de riesgo que afecta especialmente a las mujeres en países en vías de desarrollo. Los polvos y sustancias químicas ocupacionales (vapores, irritantes y humos) cuando la exposición es suficientemente intensa o prolongada (GOLD, 2015).

Existen numerosos estudios poblacionales que indican que una proporción de los casos de EPOC en la sociedad se deben a la exposición en el lugar de trabajo a polvos, humos, vapores y gases nocivos (P, 2006). Según la ATS, el riesgo atribuible poblacional (proporción de casos de una enfermedad debidos a una determinada exposición) de la EPOC debida a la exposición ocupacional se estima en alrededor del 15% (P, 2006). Los trabajadores de industrias textiles, plásticas, de gomas, madera, papel, así como los agricultores, mineros y trabajadores de la construcción tienen un riesgo aumentado de presentar EPOC por la exposición en el trabajo a sustancias, como grano, isocianatos, cadmio, carbón y otros polvos minerales, metales pesados y humos. La exposición ocupacional, además de aumentar el riesgo de EPOC, ha demostrado incrementar la mortalidad por esta enfermedad en los trabajadores expuestos, tanto fumadores como no fumadores. Además de estudios epidemiológicos, existen algunos estudios experimentales en animales que han demostrado que la exposición a determinados agentes produce enfisema. Algunos de estos agentes, como el cadmio, el carbón, la endotoxina y el sílice, ya se habían relacionado con el desarrollo de EPOC en estudios estadísticos previos (P, 2006).

La contaminación ambiental es un factor de riesgo y también contribuye a la carga total de partículas inhaladas por los pulmones para el desarrollo de EPOC. Varios estudios han

mostrado la relación entre el grado de contaminación y la presencia de síntomas y enfermedad respiratoria. En el estudio SAPALDIA, los investigadores encontraron relación entre los valores de PM10 (partículas en suspensión con un diámetro menor de 10 μm) y NO2 exterior y una capacidad vital forzada (FVC) disminuida (Zemp 1999). Además, se constató que la exposición de larga duración a la contaminación ambiental, incluso con bajos valores, se asociaba con una mayor prevalencia de síntomas respiratorios. Resultados similares se obtuvieron en Italia, donde se comprobó que los habitantes de zonas urbanas presentaban mayor riesgo de tener síntomas respiratorios crónicos que los de zonas rurales. Se han realizado otros estudios acerca de la exposición ambiental y la mortalidad en la población. Se estima que por cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que aumenta la PM10, la mortalidad debida a enfermedades respiratorias y a enfermedades cardiovasculares aumenta un 3,4 y un 1,4%, respectivamente (Zemp 1999). En Estados Unidos se han realizado varios estudios en los que se muestra un riesgo mayor de morir por enfermedades cardiorrespiratorias en las zonas con mayor contaminación medioambiental (Antó 2001).

Planteamiento del problema

La etiología de la EPOC es multifactorial, se le ha dado mayor importancia al tabaquismo pero solo el 15% de la personas con este factor de riesgo la desarrollan. En la ciudad de México desde 1988 se ha documentado el incremento de los niveles de contaminación y queremos determinar el efecto sobre las vías respiratorias.

Justificación

La contaminación ambiental es un problema de salud pública, es importante demostrar si el incremento de los contaminantes en la Ciudad de México tienen efectos obstructivos en las vías respiratorias de sus habitantes.

Hipótesis

En la población general de la Ciudad de México, ¿la fluctuación en los niveles de contaminación ambiental modifica los patrones obstructivos?

Objetivos

- General:

En la población general de la Ciudad de México, demostrar que el grado de contaminación se correlaciona con los patrones obstructivos en espirometría

- Específicos:

1473 pacientes con espirometría se someten a análisis para determinar la relación entre la contaminación ambiental y los patrones obstructivos reportados en estudios de pruebas funcionales respiratorias realizados en el laboratorio de fisiología pulmonar del Hospital General de México del 2 de enero del 2015 al 31 de julio del 2016.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se usó el paquete SPSS 23.0 de IBM.

Las variables fueron Tabaquismo, tabaquismo involuntario, exposición a biomasa, asma, temperatura ambiente, imeca para ozono y pm10, sexo y edad.

RESULTADOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA

SEXO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	MUJER	905	61.4	61.4	61.4
	HOMBRE	568	38.6	38.6	100.0
	Total	1473	100.0	100.0	

TABAQUISMO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.0	76	5.2	5.2	5.2
	TABAQUISMO POSITIVO	590	40.1	40.1	45.2
	TABAQUISMO NEGATIVO	807	54.8	54.8	100.0
	Total	1473	100.0	100.0	

TABAQUISMO INVOLUNTARIO**FUMADOR INVOLUNTARIO 2=No; 1=Si**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.0	115	7.8	7.8	7.8
	TABAQUISMO INVOLUNTARIO POSITIVO	431	29.3	29.3	37.1
	TABAQUISMO INVOLUNTARIO NEGATIVO	927	62.9	62.9	100.0
	Total	1473	100.0	100.0	

LEÑA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	.0	113	7.7	7.7	7.7
	BIOMASAS POSITIVO	588	39.9	39.9	47.6
	BIOMASAS NEGATIVO	772	52.4	52.4	100.0
	Total	1473	100.0	100.0	

VARIABLES NUMERICAS

	MEDIA	MINIMA	MAXIMA	DESV EST	RANGO
EDAD	53.2	6	94	17.8	88
PESO	68.6	18.5	210	17.8	191.5
ESTATURA	1.56	1.11	1.90	0.1	.79
IMC	27.7	13.45	78.0	6.4	64.6

N= 1473

Metodología

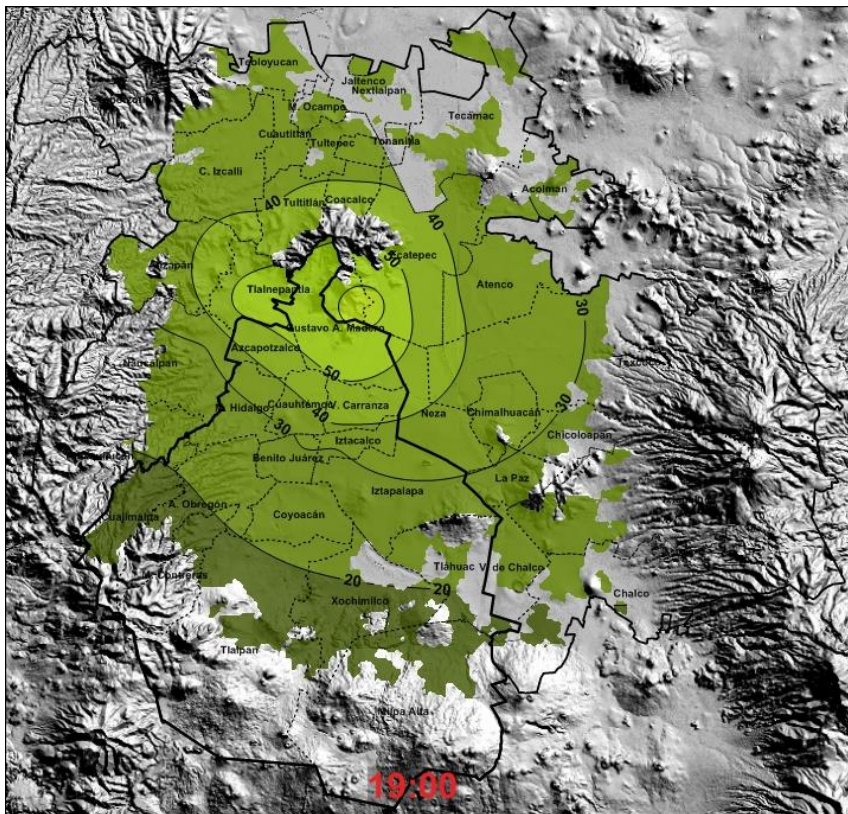
Se analiza la base de datos de espirometrias realizadas en el laboratorio de fisiología pulmonar del Hospital General de México durante el periodo enero de 2015 a julio de 2016 y se correlacionan con los reportes de la Dirección de monitoreo ambiental en la zona centro, estación Hospital General de la Ciudad de México la cual opera desde el año 2012 y de las 9 contingencias presentadas durante el año 2016 en la Ciudad de México, las cuales se describen en la tabla 1, durante el periodo 2015 para fines del estudio se evalúa aplicado la última modificación al programa de contingencias ambientales atmosféricas como se describe en las tablas 2 y 3.



Clave	Nombre	No. ID	Estatus		
HGM	Hospital General de México	484090150409	Activa		
Domicilio	Delegación o municipio	Estado	Latitud	Longitud	Altitud
Dr. Balmis No.148, Col. Doctores, C.P. 06726	Cuauhtémoc	Distrito Federal	19.411617	-99.152207	2234 msnm
Subred	Años de operación	Parámetros			
RAMA	2012-actual	O ₃ , NO _x , NO ₂ , NO, CO, SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , PM _{10-2.5} VV, DV, TMP, HR			
REDMET	2012-actual				

En el monitoreo de los contaminantes criterio se utilizan equipos que cumplen con las características requeridas, para un método de referencia o método equivalente, por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés) y con las requeridas en la Norma Oficial Mexicana para cada contaminante, en caso de que esté disponible. Esto asegura que se usen instrumentos capaces de generar resultados reproducibles y trazables, con características técnicas evaluadas y aprobadas por una autoridad en el tema.

El principio de operación de cada instrumento está determinado por alguna propiedad física o química del compuesto a analizar. Generalmente son métodos específicos y con una interferencia mínima, los contaminantes, su principio de operación y la descripción del método se describen en la tabla número 4.



Mapa animado partículas PM10, Dirección de monitoreo ambiental de la Ciudad de México

Población y tamaño de la muestra

Se realizó un estudio analítico, retrospectivo de las espirometrias realizadas en el laboratorio de fisiología pulmonar del Hospital General de México, 1473 pacientes que se seleccionaron son habitantes de la zona metropolitana de valle de México por lo que son personas expuestas a la contaminación.

Criterios de selección

Inclusión:

- Criterios de aceptabilidad.
- Criterios de reproducibilidad
- Espirometrias con grados A y B de calidad

Exclusión.

- Espirometrias con grados de calidad de Ca F
- Datos incompletos

Material y métodos

Se analiza la base de datos de espirometrias realizadas en el laboratorio de fisiología pulmonar del Hospital General de México durante el periodo enero de 2015 a junio del 2016, de estas se tomó como límite inferior de normalidad y se correlacionan con los reportes de la Dirección de monitoreo ambiental de la Ciudad de México de la zona centro durante el mismo periodo.

La EPOC se debe considerar en cualquier paciente que presente síntomas de la tos o producción de esputo, disnea, o un historial de la exposición a factores de riesgo. El diagnóstico requiere confirmación espirométrica pruebas de limitación del flujo aéreo que no es totalmente reversible²². Esto se define a partir de la relación de volumen espiratorio forzado en 1 segundo (FEV1) dividido por la capacidad vital forzada (FVC). Internacionalmente se han acordado normas para la definición de la parte inferior²². Se han establecido límites de la normalidad (LIN) de FEV1 / FVC durante muchos años siguientes aceptado las mejores prácticas para la estadística. Estos criterios tienen en cuenta la altura, edad, sexo y origen étnico y el uso de 90% límites de confianza de la distribución normal obtenido a partir de los datos de muchos miles de personas²². En este estudio se toma el límite inferior de normalidad como corte para el diagnóstico de un patrón obstructivo en los estudios espirométricos.

Resultados

Determinamos la existencia de una correlación entre el incremento de los patrones obstructivos en los estudios espirométricos realizados en el laboratorio de fisiología pulmonar del Hospital General de México en el periodo enero del 2015 a julio del 2016 y el incremento de los imecas para ozono y pm10.

Este resultado concuerda con lo encontrado en series realizadas en otras partes del mundo y le da importancia a la contaminación ambiental como factor de riesgo para el desarrollo de la EPOC y otras patologías pulmonares, así mismo este conocimiento permite cambiar la idea del tabaquismo como principal factor predisponente.

Análisis y discusión

Durante la realización de este estudio nos percatamos de que los índices de contaminación ambiental se incrementan en el transcurso del día, siendo a partir de las 14 y hasta las 18 horas los horarios en que más elevados se encuentran, esto es un factor que influye en los resultados del presente estudio ya que ninguna espirometría se realizó en el momento en que más contaminación reporta por la Dirección de monitoreo atmosférico, otro factor que influyó es que tomamos el reporte de la estación de monitoreo Hospital General que se encuentra en la zona centro, la cual no es la que más altos índices de contaminación reporta. Sin embargo si encontramos una relación directa entre el incremento de los contaminantes como ozono y pm10 y el incrementos de los patrones obstructivos.

Conclusión

La contaminación del aire se asocia con mayor morbimortalidad entre los pacientes con EPOC y se refleja, también, en una mayor utilización de asistencia sanitaria. Las exacerbaciones y hospitalizaciones repetidas tienen efectos adversos sobre la función pulmonar y la calidad de vida de estos pacientes, además de incurrir en una gran carga económica para la sociedad. “Se deben hacer esfuerzos hacia un medio ambiente más limpio para disminuir la contaminación del aire que se asocia directamente a la morbilidad y mortalidad de la EPOC” (Arnedillo 2012)

Bibliografía

1. OMS (2013). Prevención y control de las enfermedades no transmisibles: directrices para la atención primaria en entornos con pocos recursos.
2. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, Inc. 2015
3. iner.salud.gob.mx /clínica-de-epoc. 2016
4. Boschetto P, Quintavalle S, Miotto D, Lo Cascio N, Zeni E, Mapp CE. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and occupational exposures. (2006) *J Occup Med Toxicol*, 1, pp. 11
5. Zemp E, Elsasser S, Schindler C, Kunzli N, Perruchoud AP, Domenighetti G, et al. Long-term ambient air pollution and respiratory symptoms in adults (SAPALDIA study). The SAPALDIA Team. *Am J Respir Crit Care Med*, 159 (1999), pp. 1257-66
6. Antó JM, Vermeire P, Vestbo J, Sunyer J. Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J*, 17 (2001), pp. 982-94
7. Hernández-Cadena L. Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua salud pública de México / vol.42, no.4, julio-agosto de (2000)
8. Calderón-Garcidueñas L. Impacto de la contaminación ambiental en el niño clínicamente sano *Acta Pediatr Mex* (2012);33(3):142-147
9. Mortimer K. Household Air Pollution Is a Major Avoidable Risk Factor for Cardiorespiratory Disease (2012) *CHEST / 142 / 5 / NOVEMBER*
10. Terrés-Speziale A. Manejo de la contaminación ambiental intramuros por medio de la generación de iones aéreos electronegativos. (2006) *M Rev Mex Patol Clin*, Vol. 53, Núm. 1, pp 29-38 • Enero – Marzo.
11. Salvi S. Tobacco Smoking and Environmental Risk Factors for Chronic Obstructive Pulmonary Disease *Clin Chest Med* 35 (2014) 17–27
12. Assad NA. Chronic Obstructive Pulmonary Disease Secondary to Household Air Pollution *Semin Respir Crit Care Med*. (2015);36(3):408-421.
13. Pérez-Padilla R, Regalado J, Vedal S, et al. Exposure to biomass smoke and chronic airway disease in Mexican women. A case-control study. *Am J Respir Crit Care Med* (1996);154(3 Pt 1):701–706

14. Antón Díaz E. Inheritance and environment in chronic obstructive pulmonary disease Arch Bronconeumol. (2007);43 Supl 1:10-7 - Vol. 43
15. Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. Calidad del aire en la Ciudad de México informe 2014. Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire, Dirección de Monitoreo Atmosférico. México, D. F. Junio 2015
16. Payam Dadvand . Air pollution and biomarkers of systemic inflammation and tissue repair in COPD patients.. Eur Respir J (2014); 44: 603–613
17. Córdova-Barrios (2011) A. Auto reporte sobre la exposición activa o pasiva al humo de tabaco de usuarias en una institución de salud reproductiva. Neumol Cir Torax, Vol. 70, No. 2, Abril-junio.
18. Surya P Bhatt, (2014). Comparison of spirometric thresholds in diagnosing smoking-related airflow obstruction. Thorax 2014;69:409–414
19. Martin R Miller, (2015). Chronic obstructive pulmonary disease: missed diagnosis versus misdiagnosis. BMJ 2015;351
20. M.R. Miller (2005). General considerations for lung function testing. Eur Respir J; 26: 153–161
21. Arnedillo A. (2012) La contaminación del aire es un factor de desarrollo de EPOC. Publicación medica de Neumología Lunes, 23 de abril de 2012 | NÚMERO 70

Tablas

INICIO								DURANTE				LEVANTAMIENTO			
2 0 1 6															
Contaminante	Zona	Valor IMECA	Estación	Día de la semana	Fecha de activación	Hora	Fase	Valor Máximo	Estación	Fecha	Hora	Fecha de desactivación	Hora	Valor de desactivación	
Ozono	SO	152	Santa Fe	Viernes	08/07/2016	17:00	I	152	Santa Fe	08/07/2016	17:00	09/07/2016	15:00	88	
Ozono	SO	155	Miguel Hidalgo	Martes	31/05/2016	16:00	I	161	Santa Fe	31/05/2016	17:00	01/06/2016	18:00	115	
Ozono	NE	165	Gustavo A. Madero	Viernes	27/05/2016	15:00	I	165	Gustavo A. Madero	27/05/2016	15:00	28/05/2016	18:00	109	
Ozono	NO	151	Camarones	Martes	24/05/2016	15:00	I	151	Camarones	24/05/2016	15:00	24/05/2016	21:00	49	
Ozono	SO	178	Santa Fe	Viernes	20/05/2016	15:00	I	188	Cuajimalpa	20/05/2016	16:00	21/05/2016	17:00	133	
Ozono	SE	157	Tlāhuac	Sábado	14/05/2016	17:00	I	157	Tlāhuac	14/05/2016	17:00	15/05/2016	15:00	69	
Ozono	CE	161	Benito Juárez	Lunes	02/05/2016	15:00	I	192	Ajusco Medio	04/05/2016	16:00	05/05/2016	17:00	127	
Ozono	SO	156	Ajusco	Martes	05/04/2016	17:00	I	156	Ajusco	05/04/2016	17:00	06/04/2016	17:00	127	
Ozono	SO	194	Cuajimalpa	Lunes	14/03/2016	16:00	I	203	Cuajimalpa	14/03/2016	17:00	17/03/2016	16:00	136	

Tabla 1 Activación del Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) en la ZMVM Contingencias (Fase I y Fase II)

Período	Contaminante	Precontingencia	Fase I	Fase I combinada	Fase II	Fase III	Suspensión	Comentarios
a partir del 9 de agosto de 2012.	Ozono (O ₃)	entre 151 y 180 puntos IMECA	entre 180 y 230 puntos IMECA		mayor que 230 puntos IMECA	No aplica	menor que 150 puntos IMECA	A partir de esta fecha, para la permanencia o suspensión de cualquiera de las fases del PCAA, se deben analizar las condiciones de la atmósfera en la región central del país en tres momentos del día, después de la activación: 10:00, 15:00 y 20:00 horas, emitiendo un boletín informativo. En el caso del ozono su aplicación es en toda la ZMVM y para las partículas menores a 10 micrómetros su aplicación es regional.
Publicada en la GDF, No. 1413, 9 de agosto de 2012.	Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)	entre 151 y 175 puntos IMECA	entre 176 y 230 puntos IMECA	mayor que 160 puntos IMECA para O ₃ y mayor que 125 puntos IMECA para PM ₁₀	mayor que 230 puntos IMECA	No aplica	menor que 150 puntos IMECA	

Tabla 2 Programa para contingencias ambientales atmosféricas (PCAA)

Período	Contaminante	Precontingencia	Fase I	Fase I Combinada	Fase II	Fase III	Suspensión	Comentarios
a partir del 6 de abril de 2016.	Ozono (O ₃)	No aplica	mayor que 150 puntos IMECA	mayor que 160 puntos IMECA para O ₃ y mayor que 125 puntos IMECA para PM ₁₀	mayor que 200 puntos IMECA	No aplica	Igual o menor que 150 puntos IMECA	La evaluación que se realice se informará a la población a través de boletines informativos a las 10:00 y 18:00 horas, los cuales contendrán información sobre la continuación de la contingencia o decretar su suspensión considerando las condiciones meteorológicas para la dispersión de contaminantes en las horas siguientes.
Publicada en la GOCDMX, No. 44. 6 de abril de 2016.	Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)	No aplica	mayor que 150 puntos IMECA		mayor que 200 puntos IMECA	No aplica	Igual o menor que 150 puntos IMECA	
a partir del 1 de julio de 2016.	Ozono (O ₃)	No aplica	mayor que 150 puntos IMECA	No aplica	mayor que 200 puntos IMECA	No aplica	Igual o menor que 150 puntos IMECA	La evaluación que se realice se informará a la población, a través de boletines informativos que emita la CAME a las 10:00, 15:00 y 20:00 horas, o en cualquier momento si el caso lo amerita, los cuales contendrán información sobre la continuación de la contingencia o decretar su suspensión considerando las condiciones meteorológicas para la dispersión de contaminantes en las horas siguientes.
Publicada en la GOCDMX, No. 106. 1 de julio de 2016.	Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)	No aplica	mayor que 150 puntos IMECA		mayor que 200 puntos IMECA	No aplica	Igual o menor que 150 puntos IMECA	

Tabla 3 Últimas Modificaciones Al Programa Para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA)

Contaminante	Principio de operación	Descripción del método
Dióxido de azufre (SO₂)	Fluorescencia UV	Método equivalente: medición de la fluorescencia emitida por las moléculas de SO ₂ cuando son excitadas por una fuente de radiación ultravioleta.
Monóxido de carbono (CO)	Absorción en el infrarrojo	Método de referencia: medición de la absorción de luz infrarroja por parte del monóxido de carbono en una celda de correlación.
Dióxido de nitrógeno (NO₂)	Quimioluminiscencia	Método de referencia: medición de la luz emitida durante la reacción entre el NO y el O ₃ . La separación de las especies nitrogenadas se realiza a través de la medición diferencial de NO y NO ₂ (previa reducción catalítica). El valor de NO _x corresponde a la suma de NO+NO ₂ .
Ozono (O₃)	Fotometría UV	Método equivalente: absorción de luz ultravioleta en una longitud de onda de 254 nm, la disminución en la intensidad es proporcional a la concentración de ozono de acuerdo a la ley de Beer-Lambert.
Partículas suspendidas PM₁₀, PM_{2.5}	Gravimetría	Método equivalente: determinación de la masa de partículas presente en un flujo de aire, las partículas son separadas de la corriente y depositadas sobre un filtro colocado en un elemento oscilante, la variación en la frecuencia de oscilación es proporcional a la masa. El tamaño de partícula está determinado por la entrada selectiva y el flujo de muestra.
Partículas suspendidas PM₁₀, PM_{2.5}	Atenuación de radiación beta	Método equivalente: atenuación en la intensidad de la radiación beta por las partículas depositadas sobre un filtro continuo.

Tabla 4 Dirección de monitoreo ambiental