

Informe mensual

Indicadores de Calidad del Aire

Mayo 2022

Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire del
Estado de Querétaro (SMCAQ)

Contenido

I. Introducción.....	3
II. Indicadores de calidad de aire	3
III. Meteorología.....	14
IV. Conclusiones.....	17
V. Acrónimos.....	18
VI. Referencias.....	19

I. Introducción

El presente documento se realiza con la finalidad mostrar el comportamiento de la calidad de manera oportuna, conteniendo el análisis de los datos generados para cada contaminante por estación con información validada del mes inmediato anterior. Representa además el nivel de procesamiento de información validada del Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire de Querétaro para la toma de decisiones.

El análisis de indicadores se realiza conforme lo establecido en las normas oficiales mexicanas de salud ambiental por contaminante, conforme a los Límites Máximos Permisibles (LMP) de exposición y la NOM-0172-SEMARNAT-2019 que establece el Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (ICARS) sobre criterios para calidad del aire: buena, aceptable, mala o muy mala, con los que se mantiene informada a la población. Además del análisis de las condiciones meteorológicas presentadas durante el mes.

II. Indicadores de calidad de aire

II.1 Normas de Salud Ambiental en materia de Calidad de Aire

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de salud ambiental emitidas por la Secretaría de Salud, se emiten para cada contaminante y en cada una se establece el Límite Máximo Permissible (LMP) por tiempos de exposición como medida de protección a la salud de la población. Se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Normas oficiales mexicanas de salud ambiental por contaminante

Contaminante	NOM vigente	Límites y tiempos de exposición
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	NOM-023-SSA1-2021	0.106 ppm, promedio horario 0.021 ppm, promedio anual
Monóxido de carbono (CO)	NOM-021-SSA1-2021	26.0 ppm, promedio horario 9.0 ppm, promedio móvil de 8 h
Ozono (O ₃)	NOM-020-SSA1-2021	0.090 ppm, promedio horario 0.065 ppm, promedio móvil de 8 h

Dióxido de azufre (SO ₂)	NOM-022-SSA1-2019	0.04 ppm, promedio de 24 h máximo de 3 años 0.075 ppm, promedio de máximos diarios horarios de los percentiles 99 de 3 años
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	NOM-025-SSA1-2021	41 µg/m ³ Promedio de 24 h 10 µg/m ³ Promedio anual
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)		70 µg/m ³ Promedio de 24 h 36 µg/m ³ Promedio anual

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas de referencia

Con base a lo establecido en las normas anteriores, en la tabla 2 se muestra el cumplimiento de estas para cada contaminante por estación en el mes.

Tabla 2. Cumplimiento de normas de salud ambiental en materia de calidad de aire. Mayo 2022.

Contaminante	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Dióxido de nitrógeno (horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (móvil 8 hr)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ozono (horario)	✗	✗	✗	✓	✗	✓
Ozono (móvil de 8 hr)	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Dióxido de azufre (percentil 99 de máximos diarios)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dióxido de azufre (promedio 24 hr)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Partículas PM _{2.5} (promedio 24 hr)		✓	✓	✓	✓	✗
Partículas PM ₁₀ (promedio 24 hr)	✓					

✓ Cumple

✗ No cumple

■ No se mide

El mes estuvo caracterizado por ser una continuación de las condiciones climáticas del mes de abril: cielos despejados y soleados, bajas velocidades de viento, poca o nula precipitación, alta presión barométrica y altas temperaturas, todos en conjunto crearon condiciones que durante largos períodos en el mes impidieron una adecuada dispersión de los contaminantes.

Lo anterior trajo consigo el incumplimiento de la NOM-020-SSA1-2021 en materia de ozono en todas las estaciones de la Zona Metropolitana de Querétaro. También hubo varios días con alta concentración de partículas, tanto en la ZMQ como San Juan del Río.

II.2 Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (ICARS).

El Índice de Aire y Salud (ICARS) se establece en la NOM-172-SEMARNAT-2019, que específica para cada contaminante los criterios de calidad del aire: buena, regular, mala, muy mala y extremadamente mala, con base en los rangos de concentración que registra cada contaminante; con la finalidad de que la población conozca la calidad del aire que respira. En la tabla 3 y 4 muestran los intervalos establecidos por contaminante.

Tabla 3. ICARS Intervalos de concentración para NO₂, CO, O₃ y SO₂.

Contaminante criterio →	Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Monóxido de carbono (CO)	Ozono (O ₃)		Dióxido de azufre (SO ₂)
	PH (ppm)	PM8 (ppm)	PH (ppm)	PM8 (ppm)	PM24 (ppm)
Buena	0.107	8.75	0.051	0.051	0.008
Regular	>0.107 a 0.210	>8.75 a 11.00	>0.051 a 0.095	>0.051 a 0.070	>0.008 a 0.110
Mala	>0.210 a 0.230	>11.00 a 13.30	>0.095 a 0.135	>0.070 a 0.092	>0.110 a 0.165
Muy mala	>0.230 a 0.250	>13.30 a 15.50	>0.135 a 0.175	>0.092 a 0.114	>0.165 a 0.220
Extremadamente mala	>0.250	>15.50	>0.175	>0.114	>0.220

PH= promedio horario
PM24= promedio móvil de 24 horas
ppm= partes por millón

PM8= promedio móvil de 8 horas,
PP12= promedio móvil ponderado de 12 horas,

Fuente: NOM-172-SEMARNAT-2019

Tabla 4. ICARS Intervalos de concentración para PM₁₀ y PM_{2.5}.

Contaminante criterio →	PM ₁₀	PM _{2.5}
Parámetro →	PP12	PP12
Calidad de aire ↓	(µg/m ³)	(µg/m ³)
Buena	50	25
Regular	>50 a 75	>25 a 45
Mala	>75 a 155	>45 a 79
Muy mala	>155 a 235	>79 a 147
Extremadamente mala	>235	>147

PM₁₀ = Material particulado menor a 10 micras
 PM_{2.5} = Material particulado menor a 2.5 micras
 µg/m³ = Microgramos por metro cúbico

Fuente: NOM-172-SEMARNAT-2019

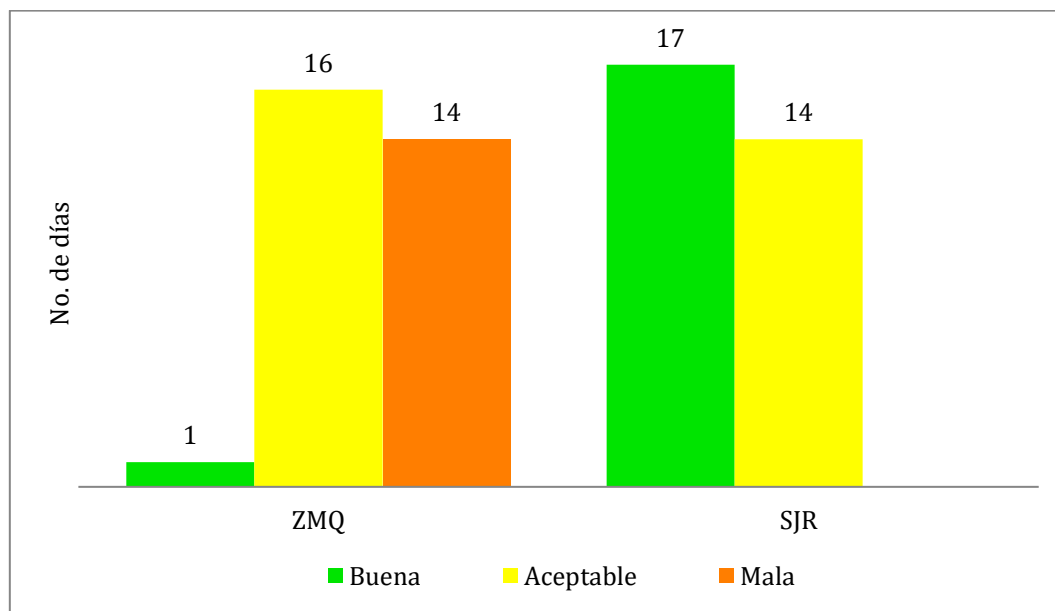
Con base en los valores mostrados en las tablas anteriores, se realizó el análisis de los datos reportados por día para cada estación por contaminante para mayo de 2022, identificando si la calidad del aire fue buena, aceptable, mala o muy mala, de acuerdo con su máximo valor del día, representados en los calendarios y graficas siguientes.

A continuación, se muestra el comportamiento para los contaminantes que tuvieron calidad del aire aceptable y mala que fueron Ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂) y partículas PM_{2.5} y PM₁₀.

- Ozono (O₃)

Tabla 5. ICARS para ozono (O₃) por día por estación del SMCAQ. Mayo 2022.

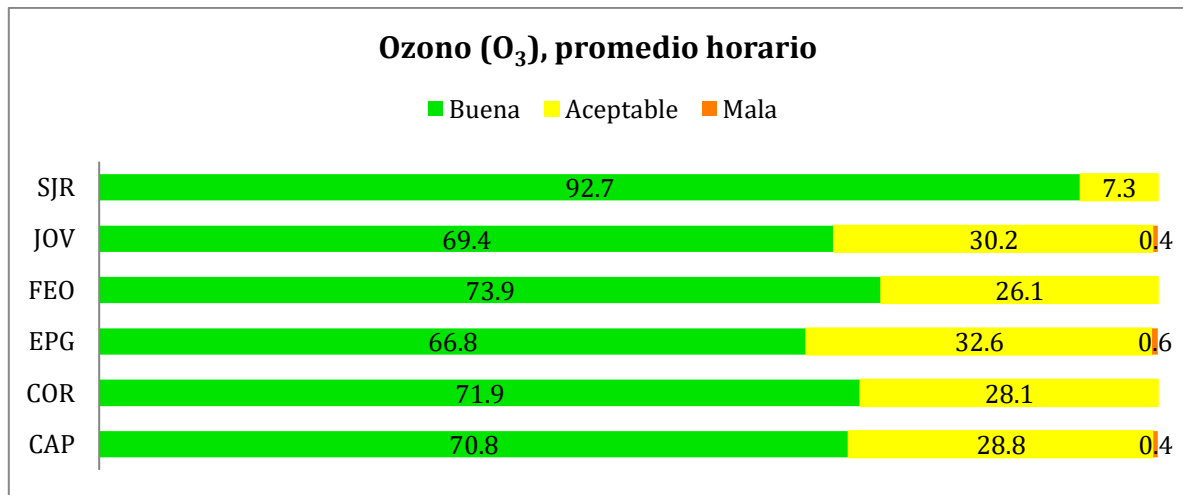
Estación	Mayo de 2022																																		
	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Carrillo Puerto (CAP)																																			
Corregidora (COR)																																			
Epigmenio González (EPG)																																			
Félix Osores (FEO)																																			
Josefa Vergara (JOV)																																			
San Juan del Río (SJR)																																			



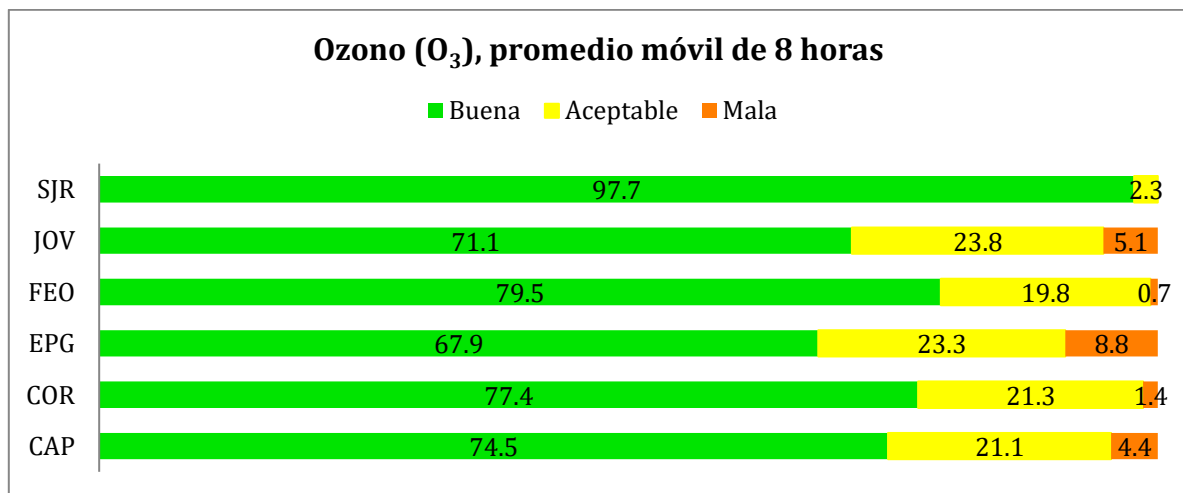
Gráfica 1. Días con calidad del aire buena, aceptable y mala por ozono (O₃). Mayo 2022.

Tabla 6. Horas con calidad del aire aceptable y mala de ozono (O₃). Mayo 2022.

Estación	Promedio horario			Promedio de 8 h		
	Horas con calidad del aire					
	Buena	Aceptable	Mala	Buena	Aceptable	Mala
CAP	543	198	3	571	143	30
COR	542	202	-	581	153	10
EPG	505	235	4	513	168	63
FEO	559	185	-	599	140	5
JOV	524	217	3	536	171	37
SJR	692	52	-	728	16	-



Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃), promedio horario. Mayo 2022

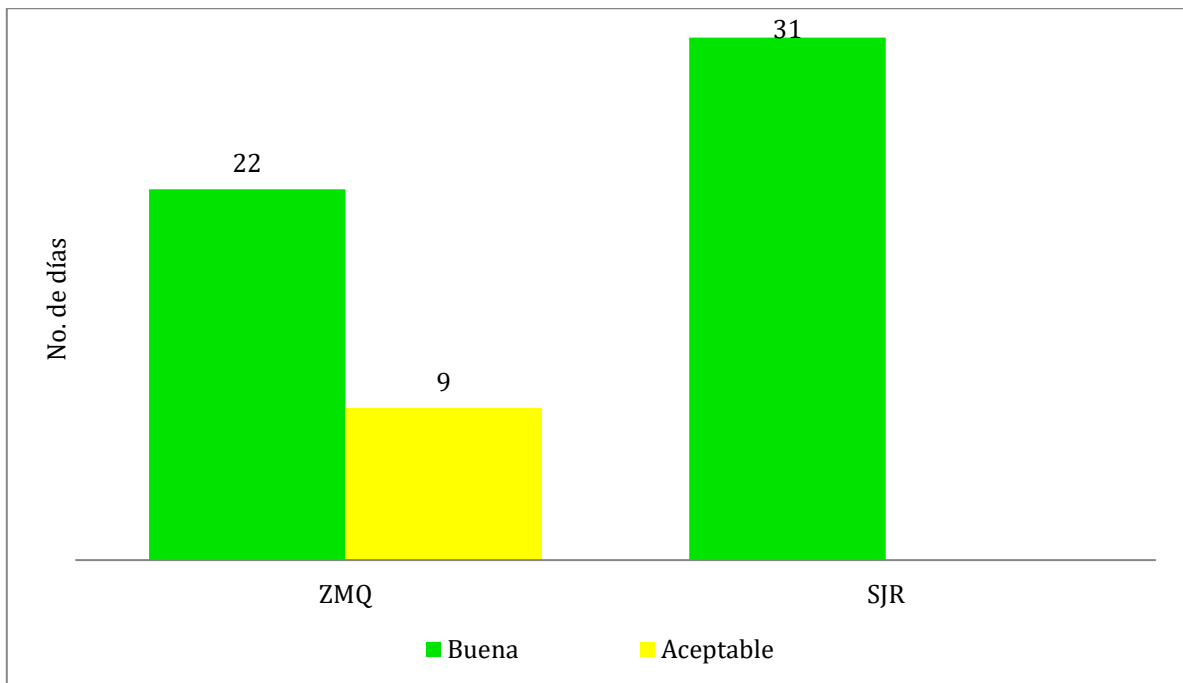


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil de 8h. mayo 2022.

- Dióxido de azufre (SO₂)

Tabla 7. ICARS para dióxido de azufre (SO₂) por día por estación del SMCAQ. Mayo 2022.

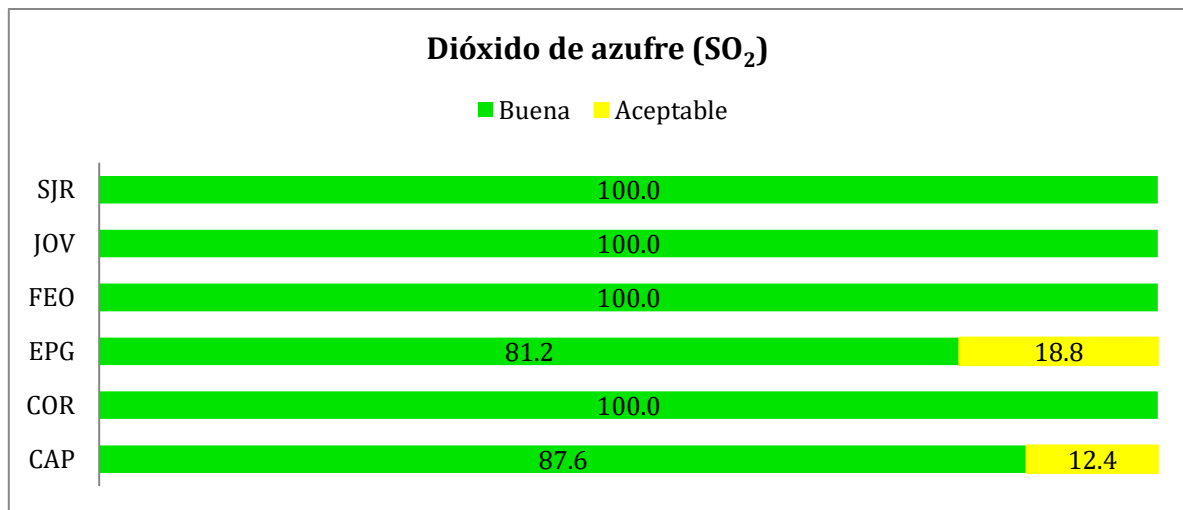
Estación	Mayo de 2022																														
	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 4. Días con calidad del aire buena y aceptable por dióxido de azufre (SO₂). Mayo 2022.

Tabla 8. Horas con calidad del aire aceptable por dióxido de azufre (SO₂). Mayo 2022.

Estación	Promedio móvil de 24 h	
	Horas con calidad del aire	
	Buena	Aceptable
CAP	667	77
EPG	620	124

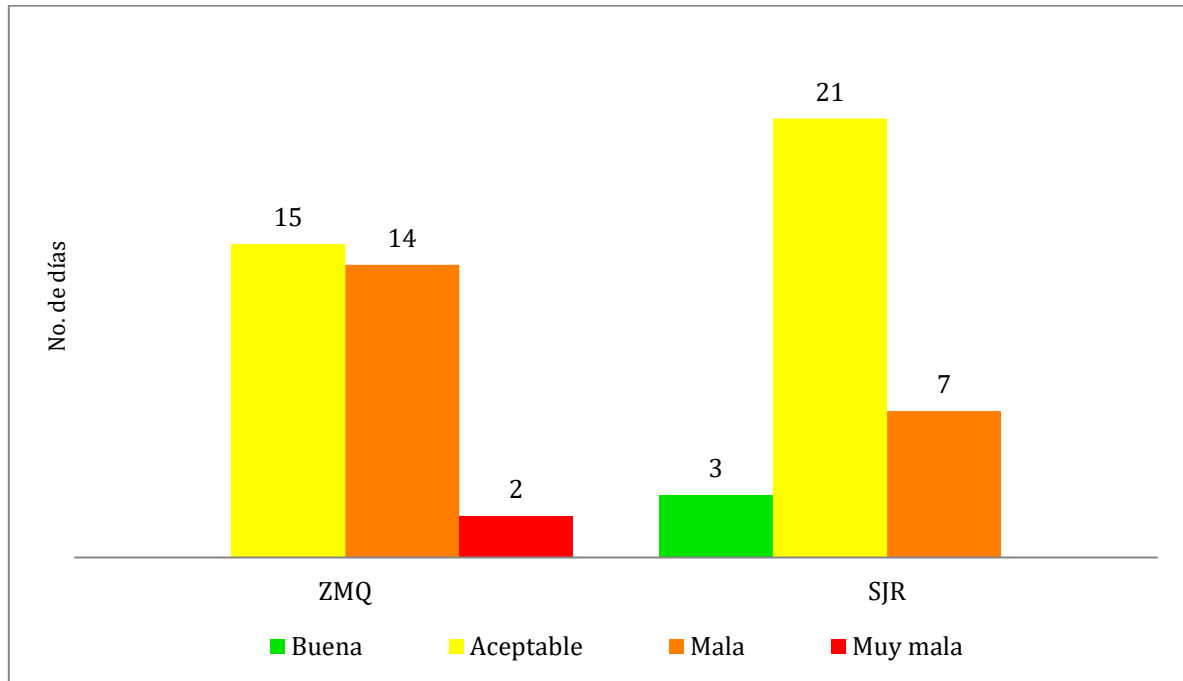


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO₂) móvil de 24 h. mayo 2022.

- **Partículas (PM_{2.5})**

Tabla 9. ICARS Partículas PM_{2.5} por día en las estaciones del SMCAQ. Mayo 2022.

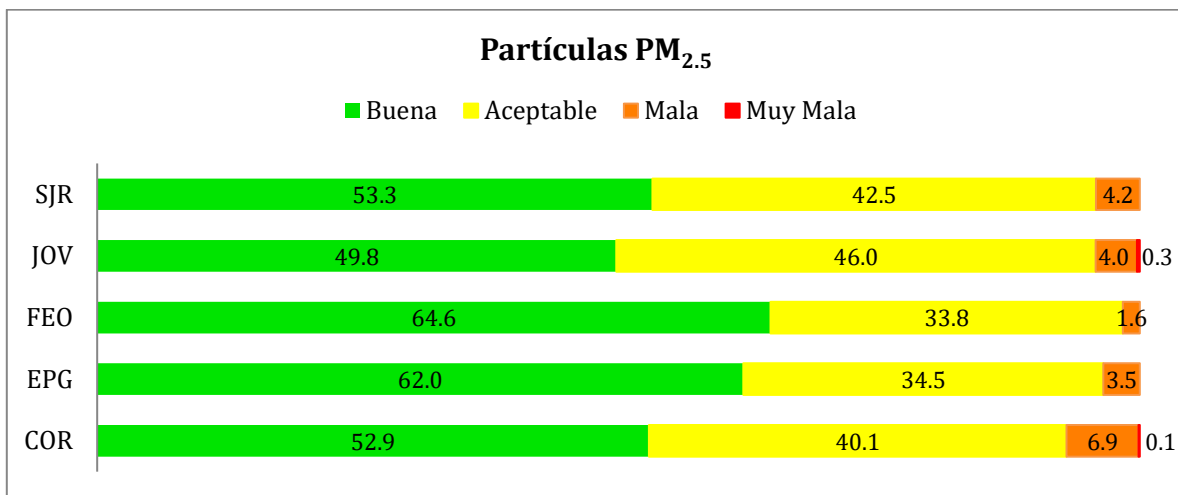
Estación	Mayo de 2022																														
	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Corregidora (COR)	Y	O	O	O	O	R	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	O	O	O	O	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Epigmenio González (EPG)	Y	Y	O	O	O	O	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	O	O	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Félix Osores (FEO)	Y	Y	O	O	Y	O	O	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	O	O	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Josefa Vergara (JOV)	Y	Y	O	O	O	R	O	O	Y	Y	O	O	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
San Juan del Río (SJR)	Y	O	O	O	O	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	O	Y	O	O	Y	Y	Y	Y	Y



Gráfica 6. Días con calidad del aire buena, aceptable, mala y muy mala por partículas $PM_{2.5}$. Mayo 2022.

Tabla 10. Horas por calidad del aire por partículas ($PM_{2.5}$). Mayo 2022.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h			
	Horas con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
COR	396	296	51	1
EPG	463	255	26	-
FEO	485	247	12	-
JOV	390	324	28	2
SJR	400	313	31	-

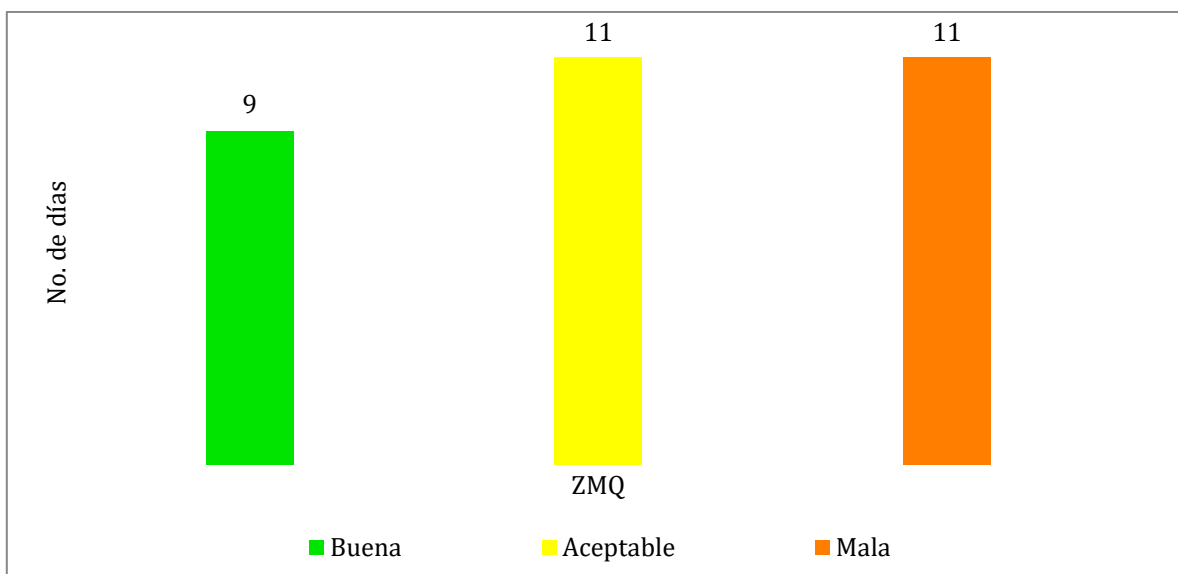


Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM_{2.5}), móvil 12 h. mayo 2022.

- Partículas (PM₁₀)

Tabla 11. ICARS Partículas PM₁₀ por día en las estaciones del SMCAQ. Mayo 2022.

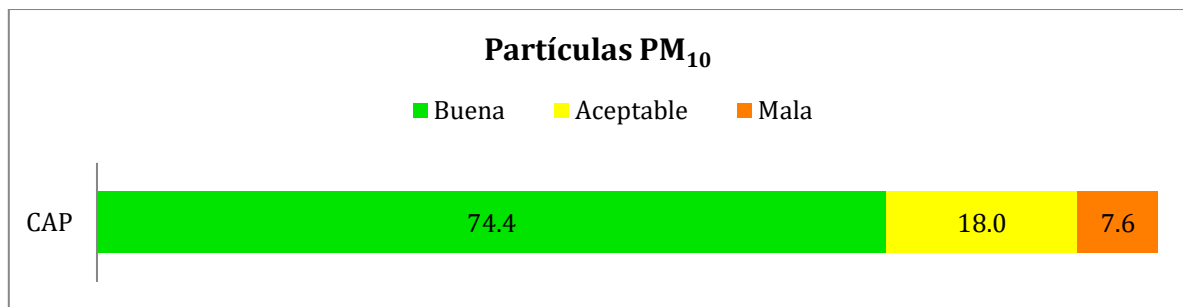
Estación	Mayo de 2022																														
	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 8. Días con calidad del aire buena, aceptable y mala por partículas PM₁₀ estación CAP. Mayo 2022.

Tabla 12. Horas por calidad del aire por partículas (PM₁₀). Mayo 2022.

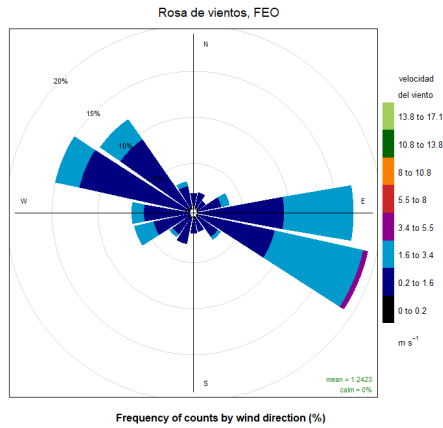
Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h		
	Horas con calidad del aire		
	Buena	Aceptable	Mala
CAP	558	131	55



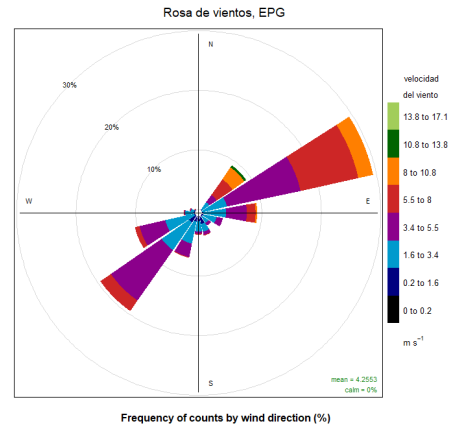
Gráfica 9. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM₁₀), móvil 12 h. mayo 2022.

III. Meteorología

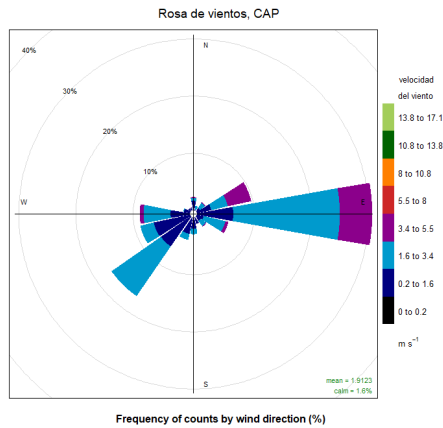
- Velocidad y dirección de viento por estación.



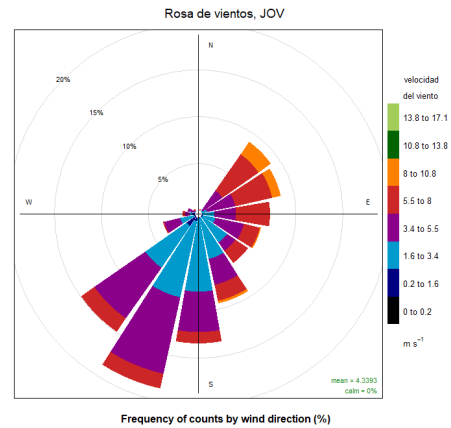
Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Félix Osores (FEO). Mayo 2022.



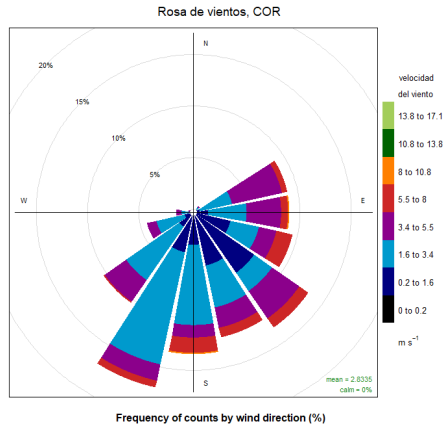
Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Mayo 2022.



Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Mayo 2022.

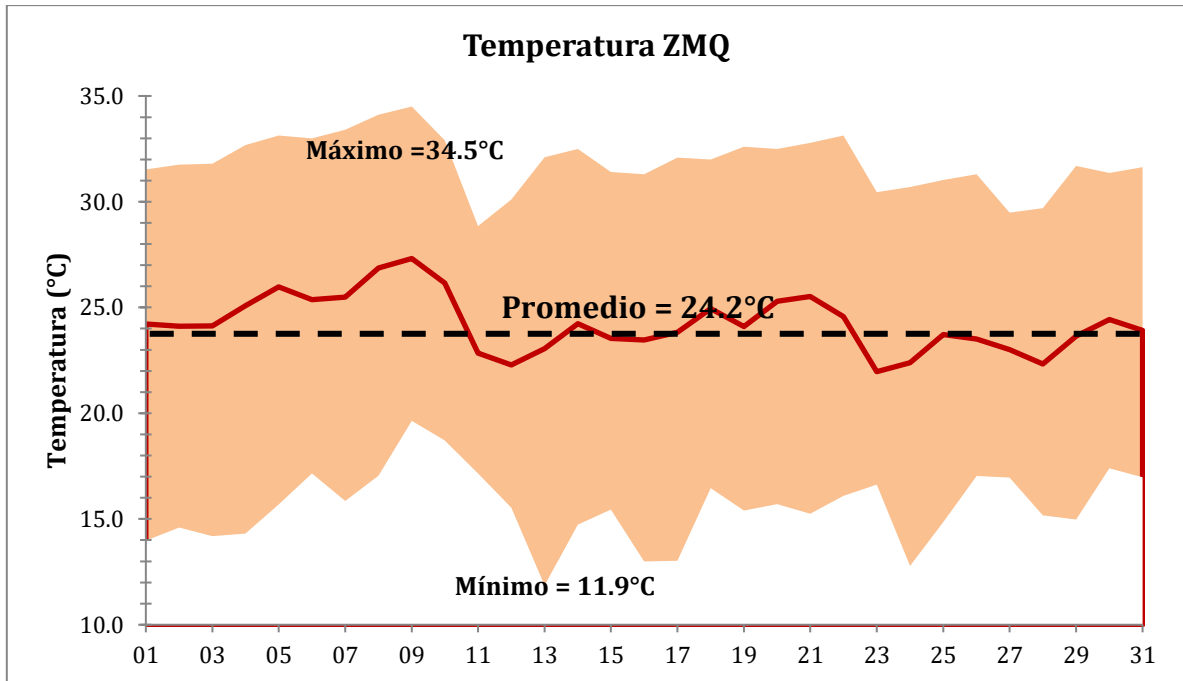


Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Mayo 2022.



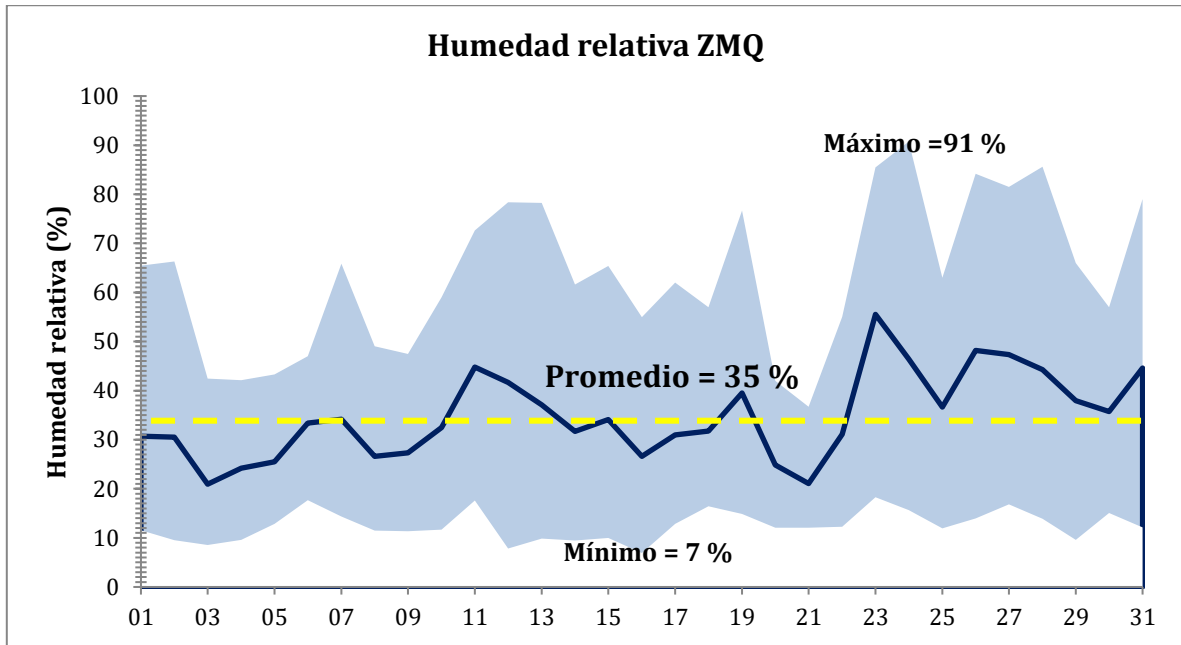
Gráfica 14. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Mayo 2022.

- Temperatura



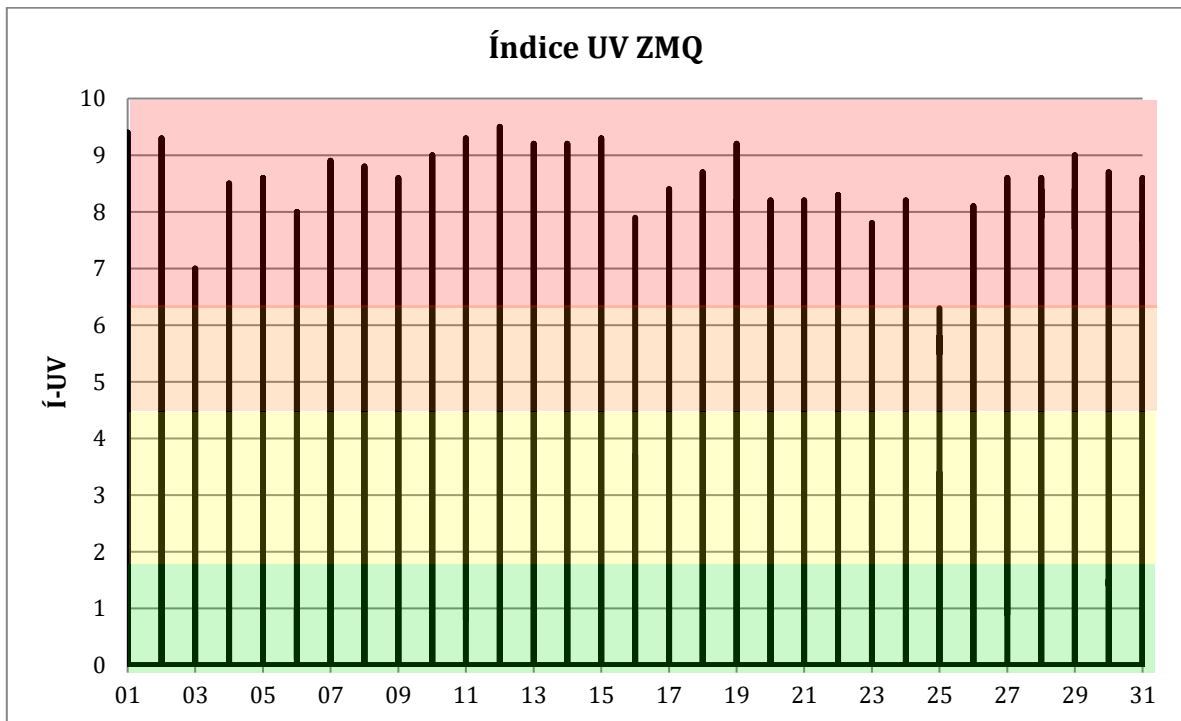
Gráfica 15. Comportamiento de la temperatura en la ZMQ. Mayo 2022.

- Humedad relativa



Gráfica 16. Comportamiento de la humedad relativa en la ZMQ. Mayo 2022.

- Índice UV



Gráfica 17. Comportamiento del índice UV en la ZMQ. Mayo 2022.

IV. Conclusiones

El mes de mayo fue un mes donde continuó la tendencia de calidad mala de aire del mes de marzo, causada mayormente por las condiciones meteorológicas desfavorables para la dispersión de contaminantes, continuando la tendencia del mes de abril.

El análisis del cumplimiento normativo de los contaminantes criterio dejó como resultado el incumplimiento en ozono y partículas suspendidas. En ozono, 5 de las 6 estaciones del SMCAQ que midieron contaminantes en el mes de mayo, todas las correspondientes a la Zona Metropolitana de Querétaro, incumplieron con el límite máximo permisible del promedio móvil de 8 horas para ozono, mientras que CAP, COR, EPG y JOV también rebasaron el LMP de este contaminante en su promedio horario. En partículas, todas las estaciones de la ZMQ cumplieron con la norma, mientras que San Juan del Río no se cumplió.

En cuanto al cumplimiento de la NOM-172- SEMARNAT-2019, el mes de mayo tuvo varios días con calidad de aire mala o inferior en partículas en la ZMQ, llegando hasta 16 días con estas condiciones para $PM_{2.5}$ y 11 días en el caso de PM_{10} , aumentando con respecto a lo registrado en abril. En el caso del dióxido de azufre, fueron 9 días en total con calidad aceptable en la ZMQ. Para ozono, se registraron 14 días con calidad mala en el promedio móvil de 8 horas y 30 días, con calidad aceptable o inferior. En SJR fueron 7 días con calidad mala de aire por partículas y se registró calidad aceptable para ozono en 14 días, aumentando ambos parámetros con respecto al mes anterior.

En cuanto a la meteorología, en la ZMQ, los vientos fueron mayormente suaves a moderados con velocidades máximas de 10 m/s, siendo más débiles que abril y contribuyendo menos a dispersar los contaminantes. La temperatura promedio pasó de 22.4 a 24.2°C con máxima de 34.5°C. La humedad relativa disminuyó ligeramente de 41 a 35 %, estando por debajo del promedio anual y se registraron precipitaciones con un total de 11 mm durante el mes. El índice UV estuvo en muy alto durante 27 días del mes, indicando que la población no debe mantenerse por más de 30 minutos bajo el sol entre las 12 y 18 horas.

V. Acrónimos

CAP	Estación de Monitoreo Carrillo Puerto
CEN	Estación de Monitoreo Centro
CO	Monóxido de Carbono
COR	Estación de Monitoreo Corregidora
EMA	Estación de Monitoreo El Marqués
EPG	Estación de Monitoreo Epigmenio González
FEO	Estación de Monitoreo Félix Osores
ICARS	Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud
JOV	Estación de Monitoreo Josefa Vergara
LMP	Límite Máximo Permisible
NO ₂	Dióxido de Nitrógeno
O ₃	Ozono
PM ₁₀	Partículas menores a 10 micrómetros
PM _{2.5}	Partículas menores a 2.5 micrómetros
ppb	Partes por billón
ppm	Partes por millón
SGC	Sistema de Gestión de Calidad
SJR	Estación de Monitoreo San Juan del Río
SMCA	Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire
SMCAQ	Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétaro
SO ₂	Dióxido de Azufre
µg/m ³	Microgramos por metro cúbico

VI. Referencias

- NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O_3). Valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población
- NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
- NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud.