

Informe mensual

Indicadores de Calidad del Aire

Septiembre 2022

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



Contenido

I. Introducción	1
II. Indicadores de calidad de aire	1
III. Meteorología.....	9
IV. Conclusiones.....	12
V. Acrónimos	13
VI. Referencias.....	14

Gráficas

Gráfica 1. Días con calidad del aire buena y aceptable por ozono (O ₃). Septiembre 2022.	4
Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O ₃), promedio horario. Septiembre 2022.	5
Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O ₃) promedio móvil de 8h. Septiembre 2022.	5
Gráfica 4. Días con calidad del aire buena y aceptable por partículas PM _{2.5} . Septiembre 2022.	6
Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM _{2.5}), móvil 12 h. Septiembre 2022.	7
Gráfica 6. Días con calidad del aire buena y aceptable por partículas PM ₁₀ estación CAP. Septiembre 2022.	7
Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM ₁₀), móvil 12 h. Septiembre 2022.....	8
Gráfica 8. Rosa de vientos de la estación Félix Osores (FEO). Septiembre 2022.....	9
Gráfica 9. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Septiembre 2022.....	9
Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Septiembre 2022.....	9
Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Septiembre 2022.....	9
Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Septiembre 2022.....	10
Gráfica 13. Comportamiento de la temperatura en la ZMQ. Septiembre 2022.	10
Gráfica 14. Comportamiento de la humedad relativa en la ZMQ. Septiembre 2022.	11
Gráfica 15. Comportamiento del índice UV en la ZMQ. Septiembre 2022.	11

Tablas

Tabla 1. Normas oficiales mexicanas de salud ambiental por contaminante.....	1
Tabla 2. Cumplimiento de normas de salud ambiental en materia de calidad de aire. Septiembre 2022....	2
Tabla 3. ICARS Intervalos de concentración para NO ₂ , CO, O ₃ y SO ₂	3
Tabla 4. ICARS Intervalos de concentración para PM ₁₀ y PM _{2.5}	3
Tabla 5. ICARS para ozono (O ₃) por día por estación del SMCAQ. Septiembre 2022.	4
Tabla 6. Horas con calidad del aire aceptable de ozono (O ₃). Septiembre 2022.....	5
Tabla 7. ICARS Partículas PM _{2.5} por día por estación del SMCAQ. Septiembre 2022.	6
Tabla 8. Horas por calidad del aire por partículas (PM _{2.5}). Septiembre 2022.....	6
Tabla 9. ICARS Partículas PM ₁₀ por día por estación del SMCAQ. Septiembre 2022.....	7
Tabla 10. Horas por calidad del aire por partículas (PM ₁₀). Septiembre 2022.....	8

I. Introducción

En este informe se presenta el comportamiento de la calidad del mes de septiembre de 2022, contiene el análisis de los datos generados para cada contaminante por estación con información validada. 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
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)		10 µg/m ³ Promedio anual
		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 de septiembre.

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

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

✓ Cumple

■ No se mide

✗ No cumple

Como se puede apreciar durante el mes de septiembre no se rebasaron los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en las normas oficiales mexicanas en materia de salud ambiental. Esto debido que se presentaron condiciones meteorológicas favorables para la dispersión que permitió una buena calidad de aire.

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 especifica 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)
Parámetro →					
Calidad de aire ↓	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 →		
Calidad de aire ↓	PP12 (µg/m ³)	PP12 (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

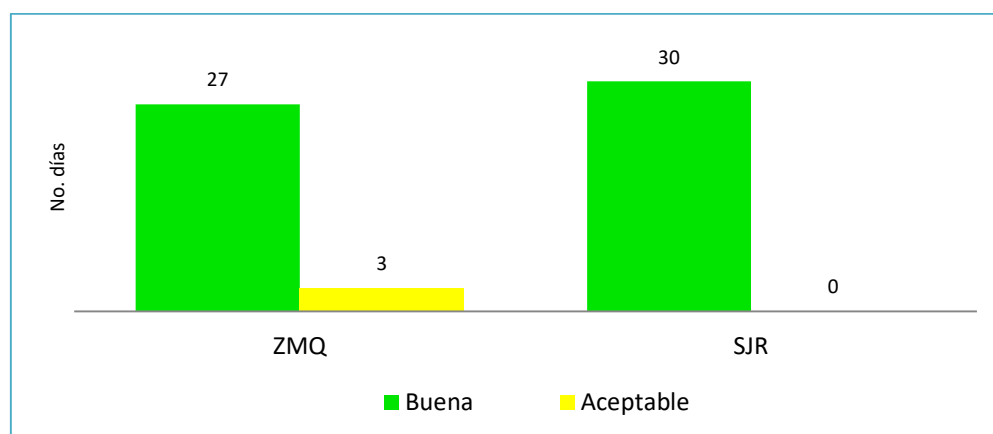
Con base en los valores mostrados en las tablas anteriores, se realizó el análisis de los datos reportados por día para cada estación por contaminante para septiembre de 2022, identificando si la calidad del aire fue buena, aceptable, mala o muy mala, de acuerdo con su máximo valor del día, representados 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) y partículas (PM_{2.5} y PM₁₀).

- **Ozono (O₃)**

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

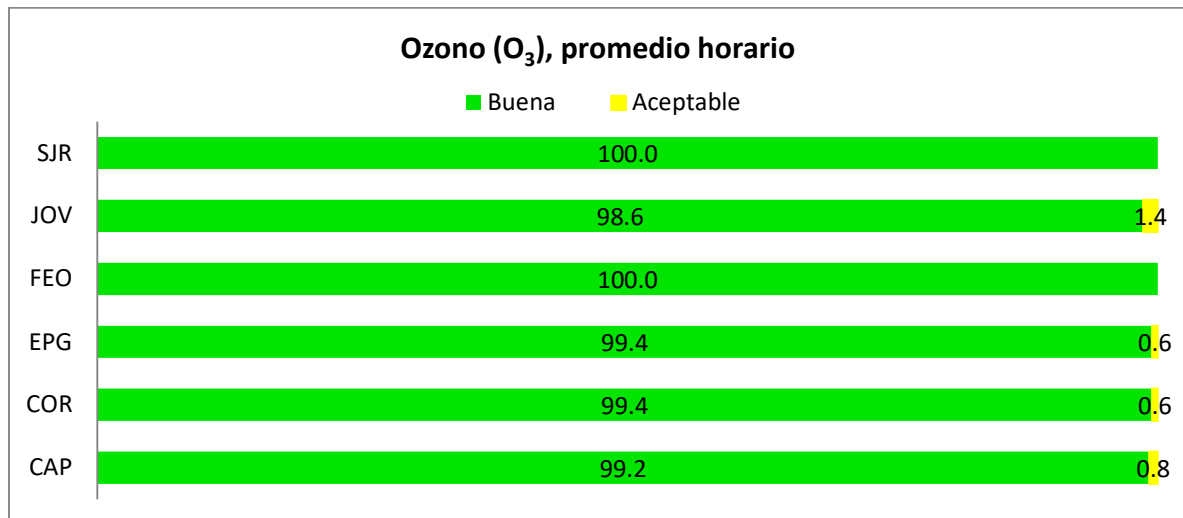
Estación	Ozono (O ₃), Septiembre 2022																														
	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	
Carrillo Puerto (CAP)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Corregidora (COR)																															
Epigmenio González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



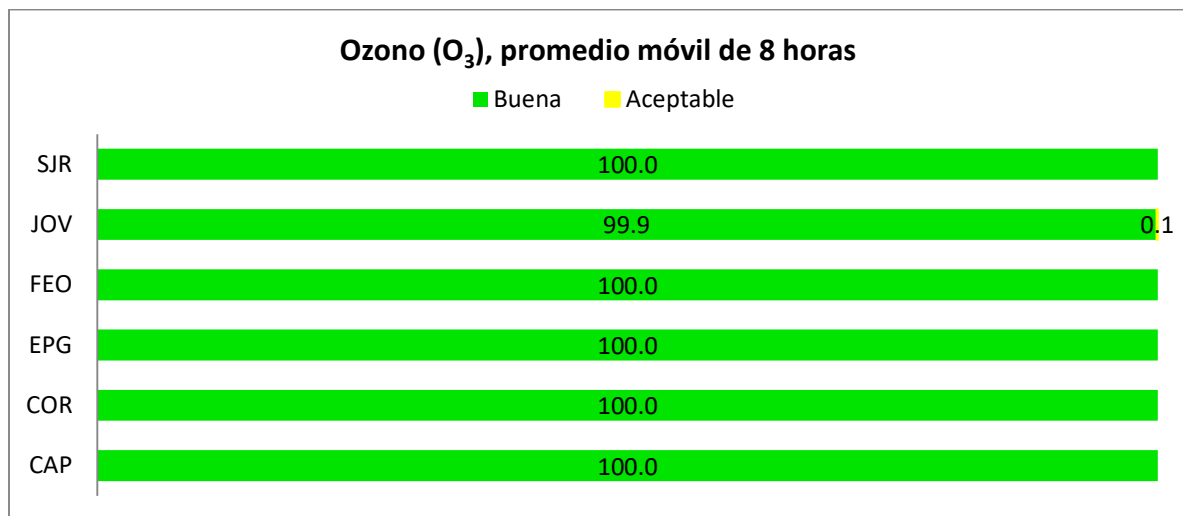
Gráfica 1. Días con calidad del aire buena y aceptable por ozono (O₃). Septiembre 2022.

Tabla 6. Horas con calidad del aire aceptable de ozono (O₃). Septiembre 2022.

Estación	Promedio horario		Promedio de 8 h	
	Horas con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable
CAP	712	6	720	-
COR	715	4	720	0
EPG	715	4	720	-
FEO	720	-	720	-
JOV	710	10	719	1
SJR	720	-	720	-



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

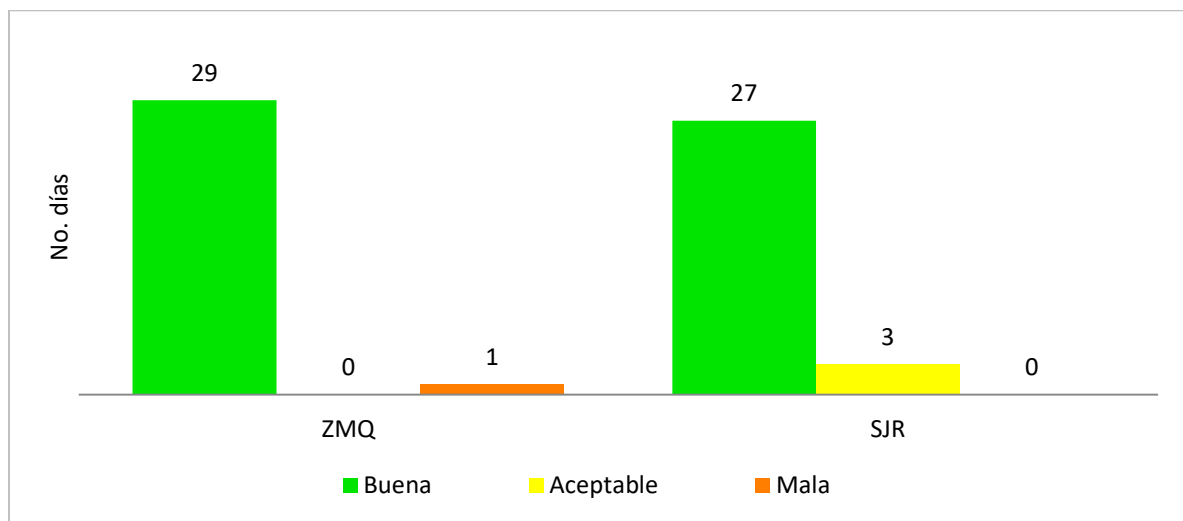


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil de 8h. Septiembre 2022.

- **Partículas (PM_{2.5})**

Tabla 7. ICARS Partículas PM_{2.5} por día por estación del SMCAQ. Septiembre 2022.

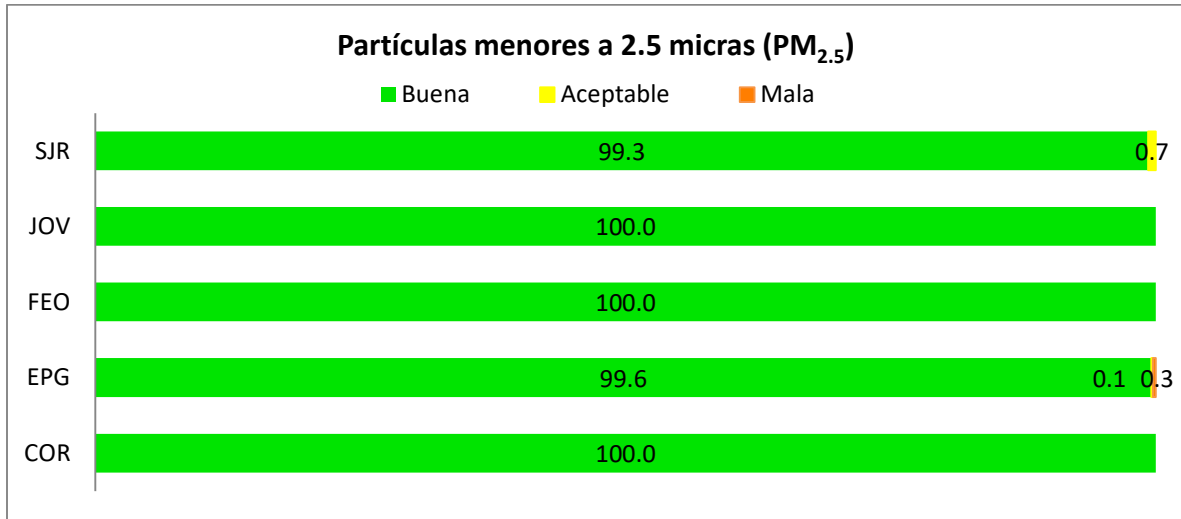
Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5}), Septiembre 2022																													
	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 4. Días con calidad del aire buena y aceptable por partículas PM_{2.5}. Septiembre 2022.

Tabla 8. Horas por calidad del aire por partículas (PM_{2.5}). Septiembre 2022.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h		
	Horas con calidad del aire		
	Buena	Aceptable	Mala
COR	718	-	-
EPG	703	1	2
FEO	693	-	-
JOV	706	-	-
SJR	689	5	-

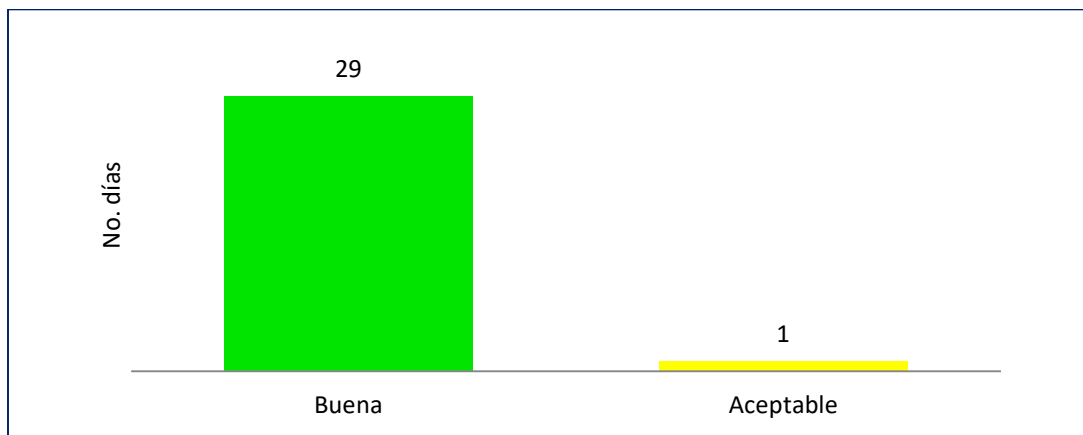


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM_{2.5}), móvil 12 h. Septiembre 2022.

- **Partículas (PM₁₀)**

Tabla 9. ICARS Partículas PM₁₀ por día por estación del SMCAQ. Septiembre 2022.

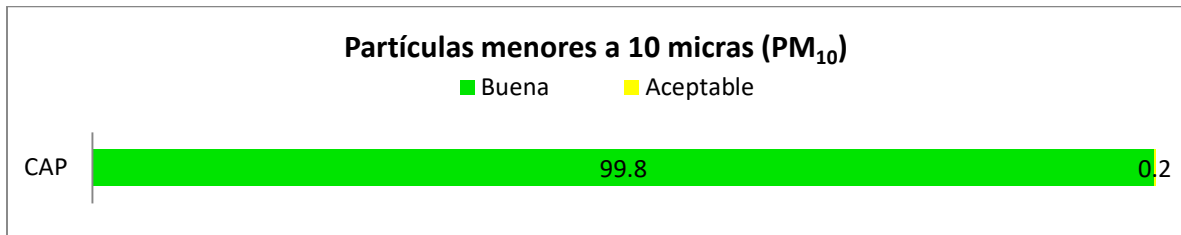
Estación	Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀), Septiembre 2022																													
	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Aceptable	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena



Gráfica 6. Días con calidad del aire buena y aceptable por partículas PM₁₀ estación CAP. Septiembre 2022.

Tabla 10. Horas por calidad del aire por partículas (PM₁₀). Septiembre 2022.

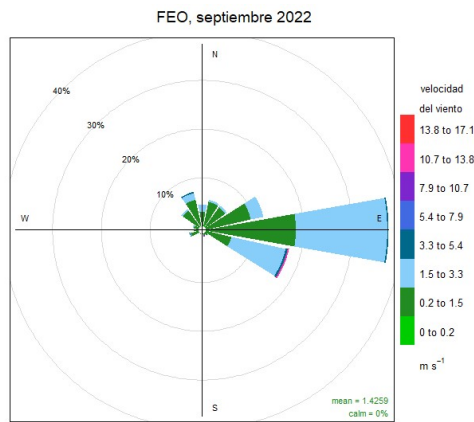
Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h	
	Horas con calidad del aire	
	Buena	Aceptable
CAP	641	1



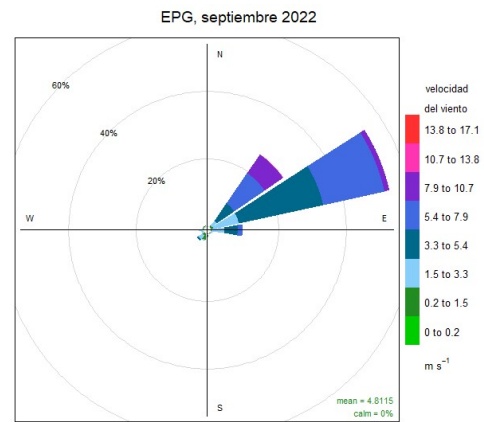
Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM₁₀), móvil 12 h. Septiembre 2022.

III. Meteorología

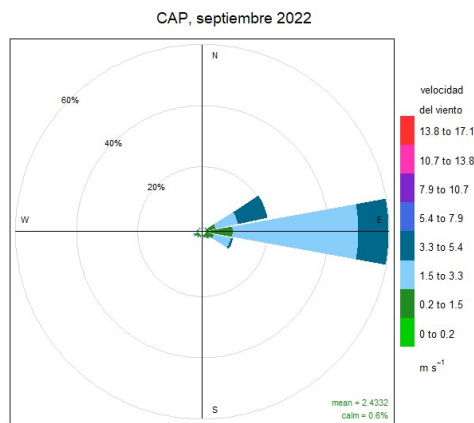
- **Velocidad y dirección de viento por estación.**



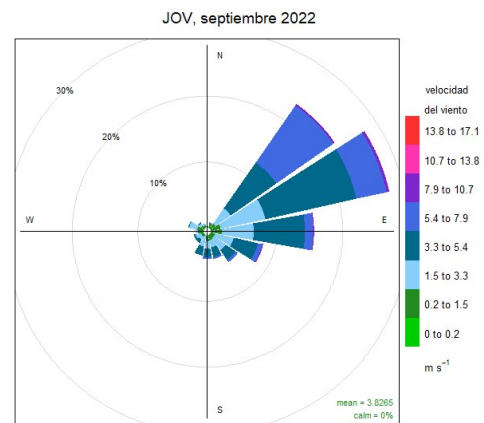
Gráfica 8. Rosa de vientos de la estación Félix Osoros (FEO). Septiembre 2022.



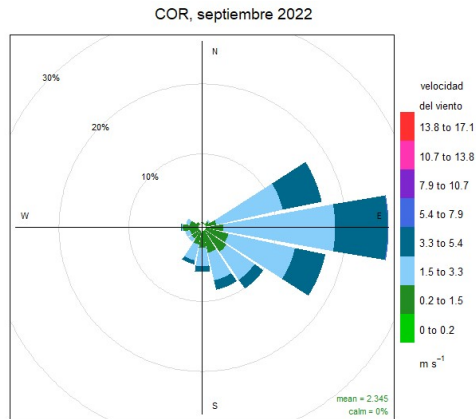
Gráfica 9. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Septiembre 2022.



Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Septiembre 2022.

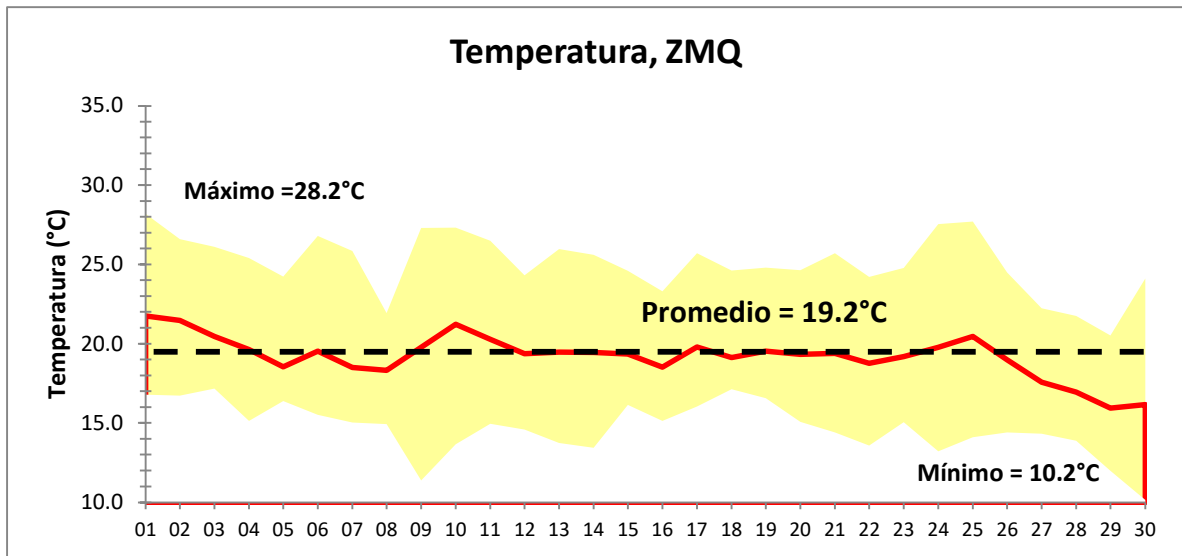


Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Septiembre 2022.



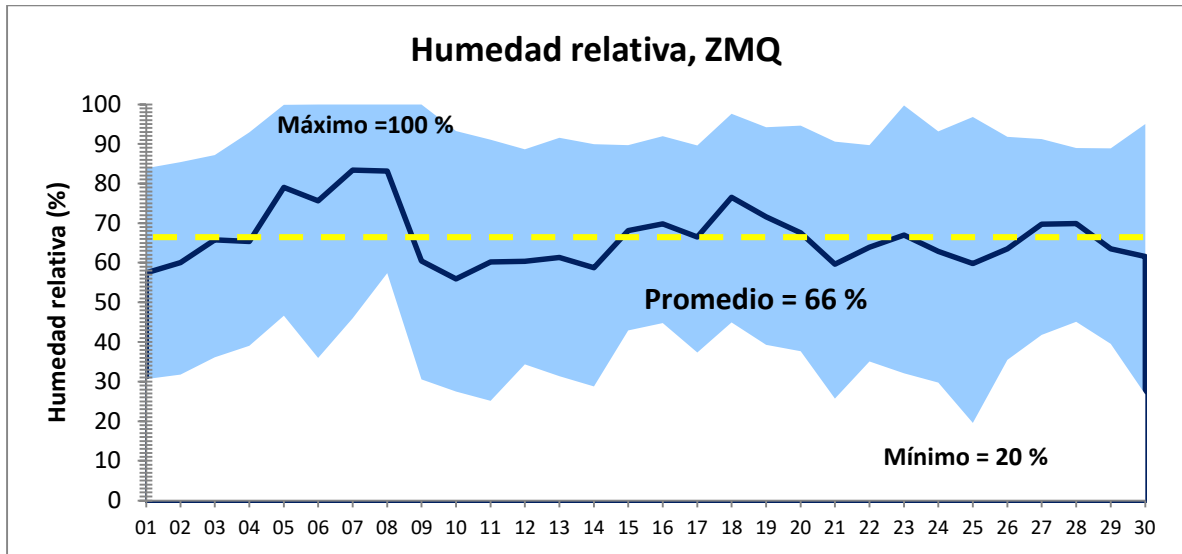
Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Septiembre 2022.

- **Temperatura**



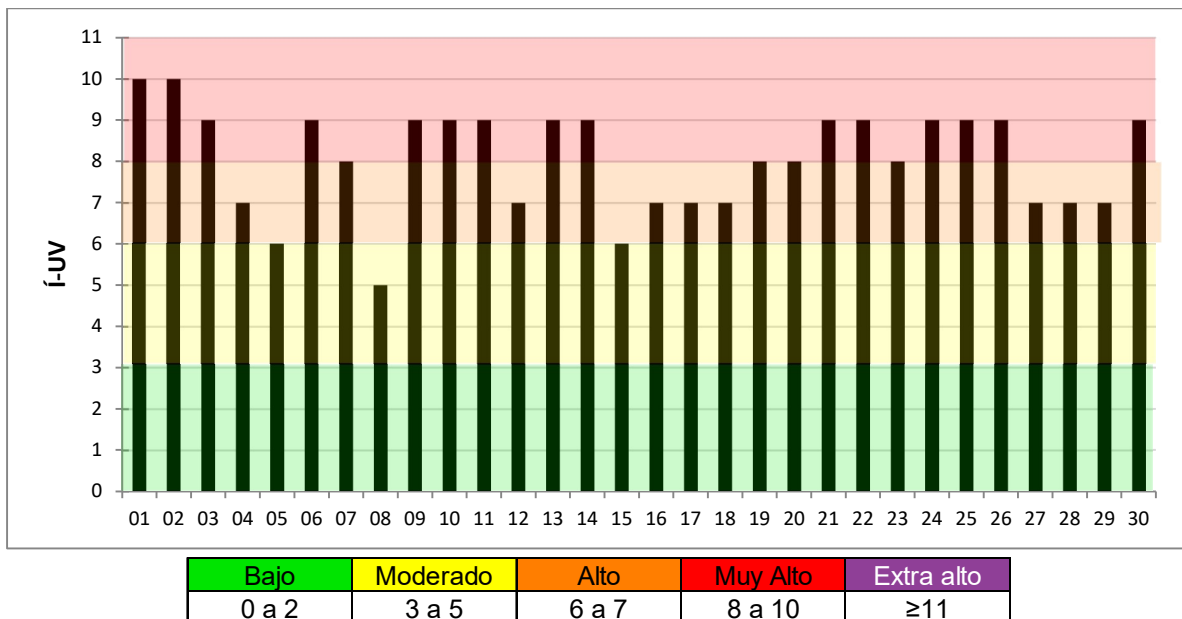
Gráfica 13. Comportamiento de la temperatura en la ZMQ. Septiembre 2022.

- **Humedad relativa**



Gráfica 14. Comportamiento de la humedad relativa en la ZMQ. Septiembre 2022.

- **Índice UV**



Gráfica 15. Comportamiento del índice UV en la ZMQ. Septiembre 2022.

IV. Conclusiones

Durante el mes de septiembre de 2022 se continuó con la tendencia favorable en cuanto a la calidad de aire en la Zona Metropolitana de Querétaro y San Juan del Río, reportando sólo dos horas de calidad mala por $PM_{2.5}$ en la ZMQ (relacionado a los festejos del 15 de septiembre) y únicamente 3 días de calidad aceptable en la ciudad de SJR, cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas en materia de salud ambiental.

En cuanto al índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud (ICARS) establecido en la NOM-172-SEMARNAT-2019, en el mes se registraron dos horas con calidad mala por $PM_{2.5}$ en la estación EPG y 1 hora de calidad aceptable por PM_{10} en la estación CAP. El ozono (O_3) se mantuvo en sus niveles más bajos registrando calidad aceptable en sólo 3 días, siendo el mínimo en lo que va del año. Por otro lado, SJR registro 3 días con calidad aceptable de aire por $PM_{2.5}$. El resto de los parámetros se mantuvieron en calidad buena en ambas ciudades del estado.

Para este mes se incorpora además del comportamiento de los contaminantes el análisis meteorológico de los parámetros medidos en la ZMQ. En cuanto a la velocidad y dirección de viento se notó una notable dominancia del viento del este, con velocidades máximas de hasta 11 m/s en las estaciones CAP, COR y FEO ubicadas más al occidente, mientras que las estaciones EPG y JOV ubicadas más al oriente se notaron una predominancia de los vientos del noroeste con velocidades promedio más altas que llegaron hasta los 13 m/s.

La temperatura continuó tendencia de disminución pasando de los 21.0 a 19.2°C, con una máxima temperatura de 28.2°C el 1 de septiembre y una mínima de 10.2°C registrada el 30 de septiembre. La humedad relativa registró un aumento de 61 a 66 % en promedio mensual con máximos de 100 % los días lluviosos y mínima de 20 % el 25 de septiembre, debido al mayor número de días nubosos por tormentas tropicales y la entrada de los primeros frentes fríos al país.

El índice UV que es un indicador de la intensidad de radiación ultravioleta registró un descenso respecto a los meses anteriores debido a la nubosidad, registro el valor más alto de 7 entre las 13:00 y 15:00 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
ZMQ	Zona Metropolitana de Querétaro
ZMSJR	Zona Metropolitana de San Juan del Río

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.