

## Informe mensual

# Indicadores de Calidad del Aire

Octubre 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.....	13
V. Acrónimos .....	14
VI. Referencias.....	15

## 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 LMP 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 <sub>2</sub> )	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 <sub>3</sub> )	NOM-020-SSA1-2021	0.090 ppm, promedio horario 0.065 ppm, promedio móvil de 8 h
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	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 <sub>2.5</sub> )	NOM-025-SSA1-2021	41 µg/m <sup>3</sup> Promedio de 24 h
Partículas menores a 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )		10 µg/m <sup>3</sup> Promedio anual
		70 µg/m <sup>3</sup> Promedio de 24 h
		36 µg/m <sup>3</sup> 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. Octubre 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 <sub>2.5</sub> (promedio 24 h)		✓	✓	✗	✗	✓
Partículas PM <sub>10</sub> (promedio 24 h)	✗					

✓ Cumple

✗ No cumple

■ No se mide

Durante el mes de octubre todos los contaminantes cumplieron con los límites máximos permisibles a excepción del material particulado en las estaciones Carrillo Puerto (CAP) en Partículas menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y en las estaciones de Félix Osores (FEO) y Josefa Vergara (JOV) para partículas menores a 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>) esto debido a que los equipos estuvieron en mantenimiento por lo que no se alcanzó la suficiencia del 75% que establece la norma.

## 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 NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub>.

Contaminante criterio →	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Monóxido de carbono (CO)	Ozono (O <sub>3</sub> )		Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )
Parámetro →	PH (ppm)	PM8 (ppm)	PH (ppm)	PM8 (ppm)	PM24 (ppm)
Calidad de aire ↓					
<b>Buena</b>	0.107	8.75	0.051	0.051	0.008
<b>Regular</b>	>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
<b>Mala</b>	>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
<b>Muy mala</b>	>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
<b>Extremadamente mala</b>	>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 PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

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

PM<sub>10</sub>=Material particulado menor a 10 micras  
PM<sub>2.5</sub>=Material particulado menor a 2.5 micras  
µg/m<sup>3</sup>=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 octubre de 2022, identificando si

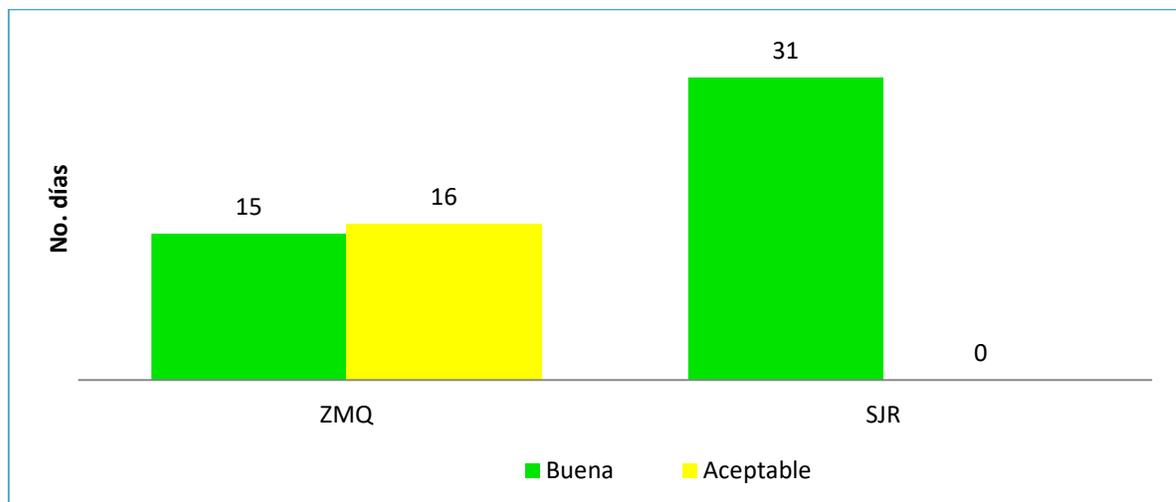
la calidad del aire fue buena, aceptable, mala o muy mala, de acuerdo con su máximo valor del día, representados en los calendarios y gráficas siguientes.

A continuación, se muestra el comportamiento para los contaminantes que tuvieron calidad del aire aceptable o inferior, que en el periodo fueron ozono (O<sub>3</sub>), partículas (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

- **Ozono (O<sub>3</sub>)**

Tabla 5. ICARS para **ozono (O<sub>3</sub>)** por día por estación del SMCAQ. Octubre 2022.

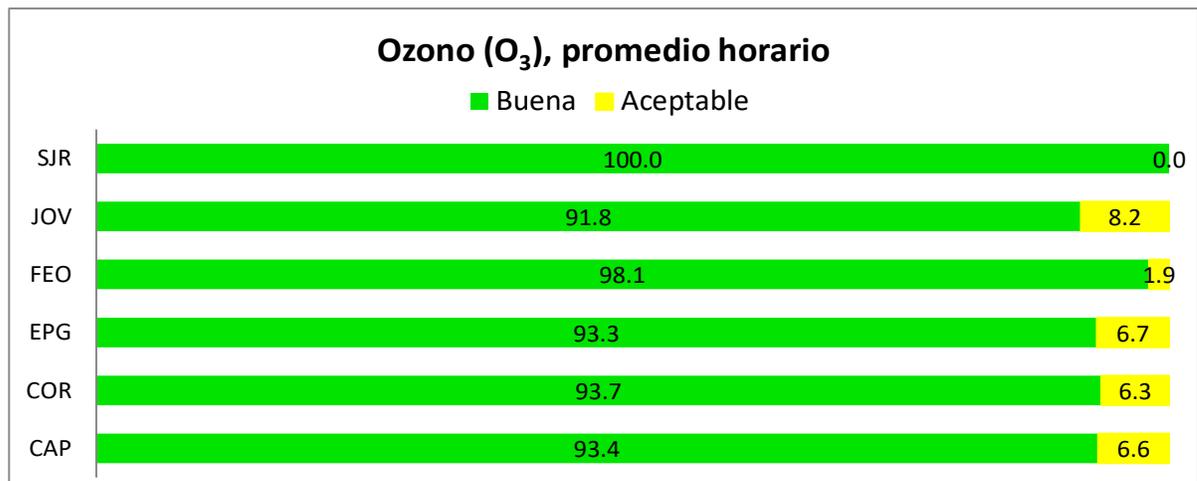
Estación	Ozono (O <sub>3</sub> ), Octubre 2022																														
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■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



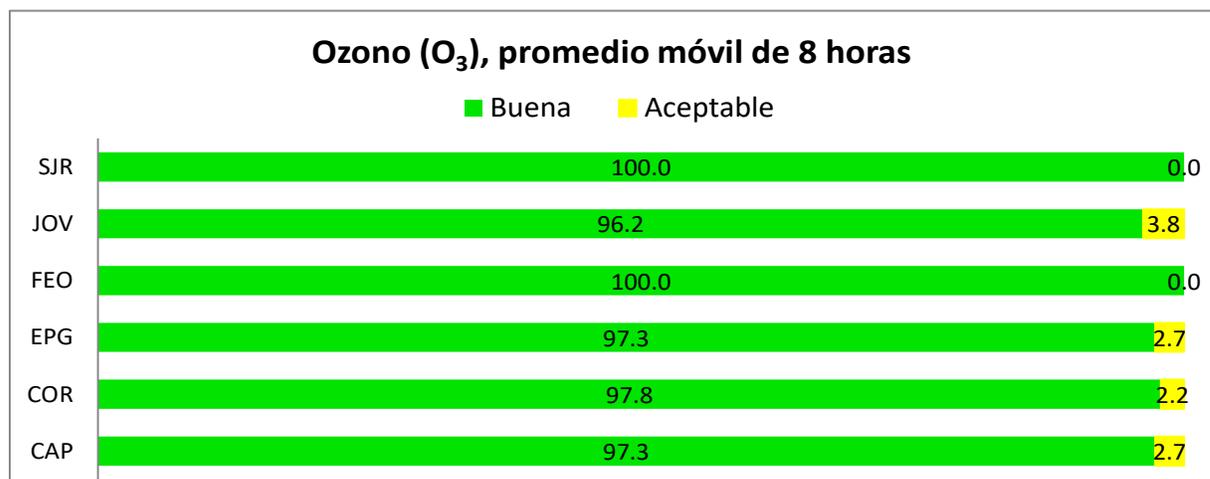
Gráfica 1. Días con calidad del aire buena y aceptable por **ozono (O<sub>3</sub>)**. Octubre 2022.

Tabla 6. Horas con calidad del aire aceptable de ozono (O<sub>3</sub>). Octubre 2022.

Estación	Promedio horario		Promedio de 8 h	
	Horas con calidad del aire			
	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable
CAP	692	49	724	20
COR	696	47	728	16
EPG	693	50	724	20
FEO	727	14	744	0
JOV	680	61	710	28
SJR	744	-	744	-



Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. **Ozono (O<sub>3</sub>), promedio horario.** Octubre 2022.



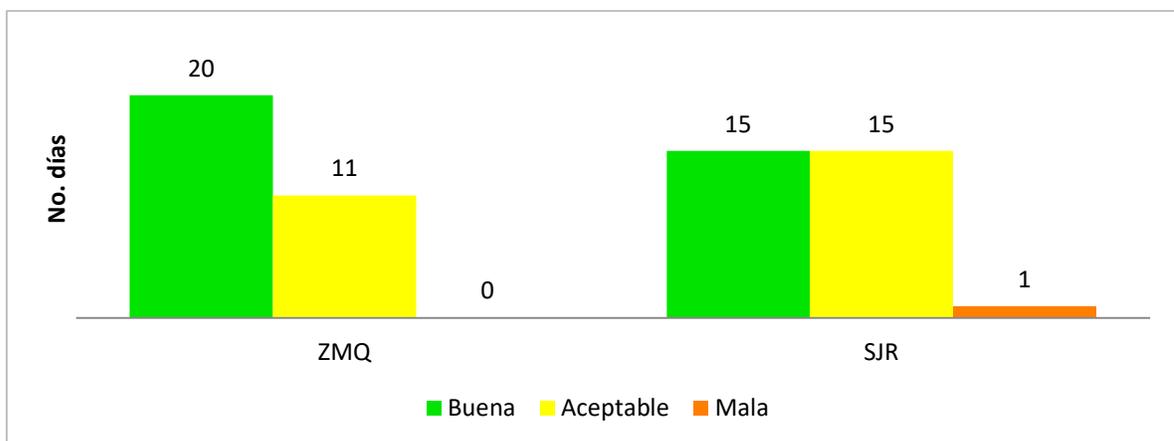
Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. **Ozono (O<sub>3</sub>) promedio móvil de 8h.** Octubre 2022.

- **Partículas (PM<sub>2.5</sub>)**

Tabla 7. ICARS Partículas PM<sub>2.5</sub> por día por estación del SMCAQ. Octubre 2022.

Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> ), Octubre 2022																															
	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	S	D	L	
Corregidora (COR)																																
Epigmenio González (EPG)																																
Félix Osores (FEO)																																
Josefa Vergara (JOV)																																
San Juan del Río (SJR)																																

Equipo en mantenimiento       No cuenta con equipo



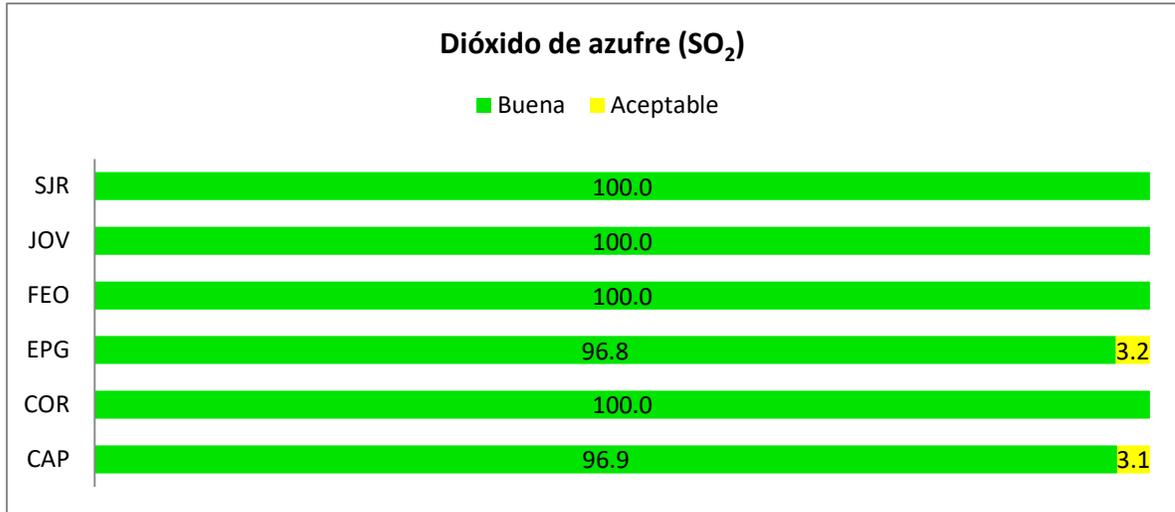
Gráfica 4. Días con calidad del aire buena, aceptable y mala por partículas PM<sub>2.5</sub>. Octubre 2022.

Tabla 8. Horas por calidad del aire por partículas (PM<sub>2.5</sub>). Octubre 2022.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h		
	Horas con calidad del aire		
	Buena	Aceptable	Mala
COR	704	37	-
EPG	709	30	-
FEO	134	4	-
JOV	553	6	-
SJR	668	52	2



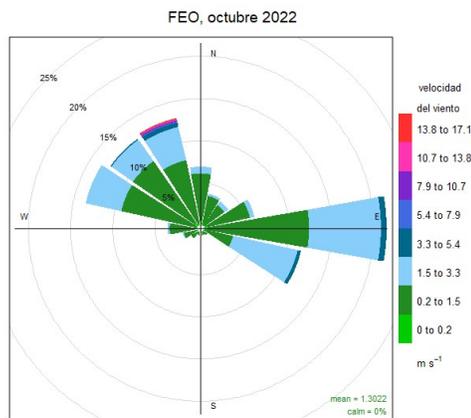




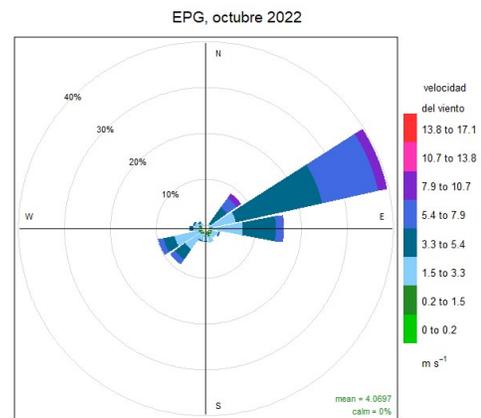
Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), promedio móvil de 24 h. Octubre 2022.

### III. Meteorología

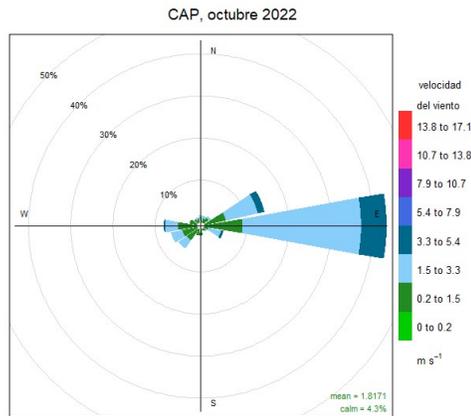
- Velocidad y dirección de viento por estación.



Gráfica 8. Rosa de vientos de la estación Félix Osores (FEO). Octubre 2022.

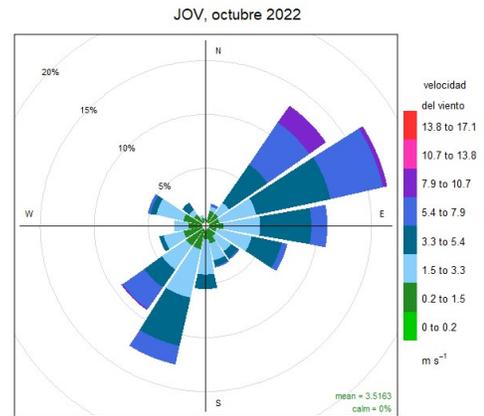


Gráfica 9. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Octubre 2022.



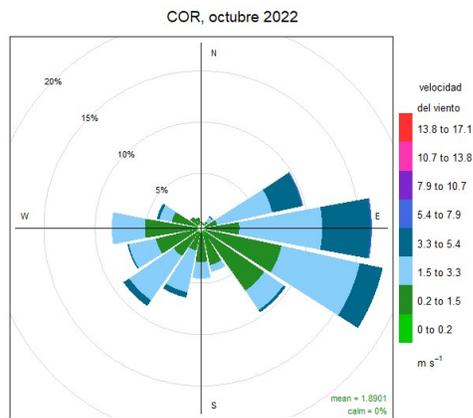
Frequency of counts by wind direction (%)

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



Frequency of counts by wind direction (%)

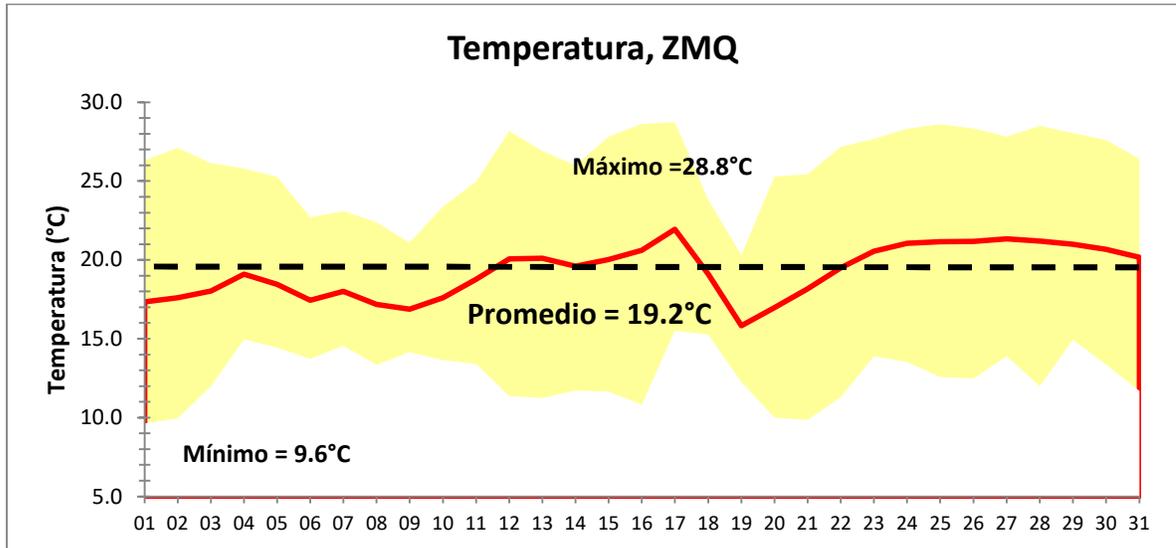
Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Octubre 2022.



Frequency of counts by wind direction (%)

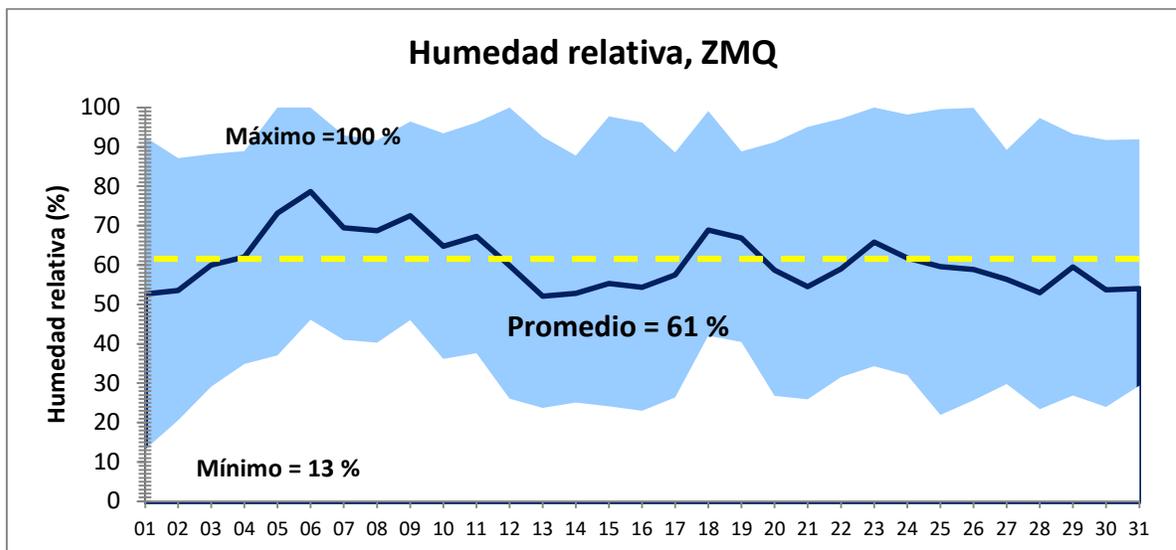
Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Octubre 2022.

- **Temperatura**



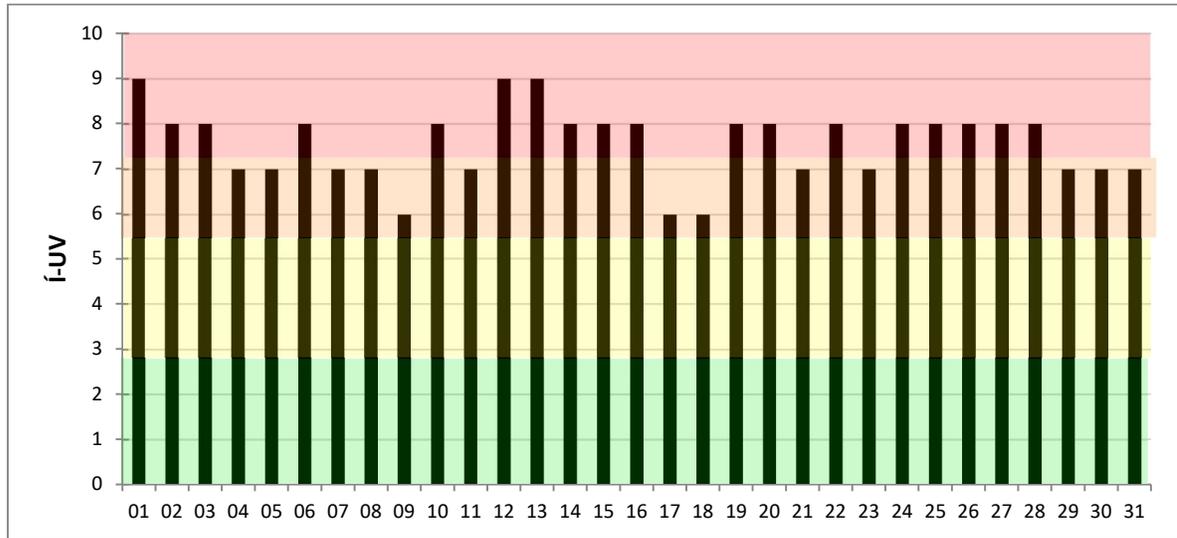
Gráfica 14. Comportamiento de la temperatura en la ZMQ. Octubre 2022.

- **Humedad relativa**



Gráfica 15. Comportamiento de la humedad relativa en la ZMQ. Octubre 2022.

- Índice UV



Categoría	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	Ext. Alto
Vabr	0 a 2	3 a 5	6 a 7	8 a 10	≥11

Gráfica 16. Comportamiento diario del índice UV en la ZMQ. Octubre 2022.

## IV. Conclusiones

En el mes de octubre de 2022 se tuvieron condiciones favorables para la dispersión de contaminantes, hasta los últimos 10 días, en los cuales se incrementaron los niveles de contaminación debido al descenso de temperatura, llegando a calidad mala en algunos días.

En cuanto al cumplimiento del límite máximo permisible para cada contaminante, todos cumplieron a excepción del material particulado en las estaciones de CAP, FEO y JOV debido a que no se logró la suficiencia de información porque los equipos estuvieron en mantenimiento por varios días y no se alcanzó con el mínimo de 75 % de datos válidos.

En cuanto al análisis del Índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud (ICARS), incluido en la NOM-172- SEMARNAT-2019, el ozono ( $O_3$ ) también presentó un aumento, registrando 16 días con calidad aceptable en la ZMQ, mientras que SJR tuvo la totalidad de sus horas en calidad buena para este contaminante. Respecto al material particulado se registró un día con calidad mala por  $PM_{2.5}$  en la estación de San Juan del Río con otros 15 días de calidad aceptable, mientras que en la ZMQ se tuvieron un total de 11 días con calidad aceptable para este contaminante. Para  $PM_{10}$ , los 6 días del mes que estuvo en funcionamiento el equipo se registró al menos una hora con calidad del aire mala. En cuanto al comportamiento del dióxido de azufre ( $SO_2$ ) en CAP y EPG se registraron un par de días con calidad aceptable, aumentando en general la concentración de este contaminante. El resto de los contaminantes criterio ( $NO_2$  y CO) se mantuvieron en calidad buena.

Del análisis meteorológico se observa que la velocidad y dirección del viento, registraron en las estaciones EPG y JOV predominancia de vientos del noreste con velocidades de hasta 10 m/s y vientos del suroeste con velocidades más bajas, de hasta 5 m/s. La estación CAP mostró su predominancia de vientos del este (mayormente débiles, con velocidad máxima de 5 m/s), al igual que COR y FEO, donde en COR también hubo gran porcentaje de viento del suroeste, mientras que en FEO predominaron los del noroeste con velocidades cercanas de 13 m/s.

El promedio mensual de la temperatura se mantuvo en 19.2°C, siendo la máxima de 28.8°C el 16 de octubre y la mínima de 9.6°C registrada el 1 de octubre. Por otro lado, humedad relativa comenzó a disminuir pasando de 66 a 61 %.

El índice UV registró un descenso debido a la nubosidad, sin embargo, para los días en los que registró mayores valores fueron entre las 13 y 15 horas con un promedio de 7, que entra en el rango de alto.

## 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 Osoreo
ICARS	Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud
JOV	Estación de Monitoreo Josefa Vergara
LMP	Límite Máximo Permisible
NO <sub>2</sub>	Dióxido de Nitrógeno
O <sub>3</sub>	Ozono
PM <sub>10</sub>	Partículas menores a 10 micrómetros
PM <sub>2.5</sub>	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 <sub>2</sub>	Dióxido de Azufre
µg/m <sup>3</sup>	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<sub>3</sub>). Valores normados para la concentración de ozono (O<sub>3</sub>) 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<sub>2</sub>). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) 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<sub>2</sub>). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) 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<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> 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.