

Informe mensual

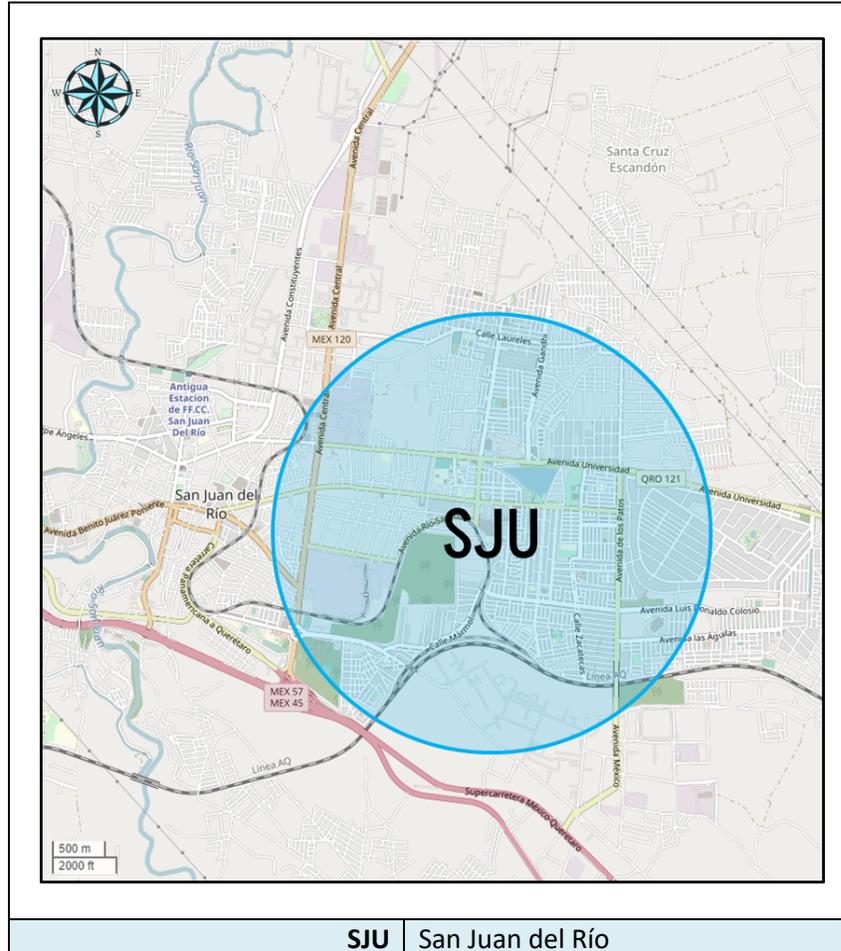
Indicadores de Calidad del Aire

Mayo 2024

**Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire
del Estado de Querétaro (CeMCAQ)**

Contenido

I.	Introducción.....	1
II.	Indicadores de calidad de aire	3
II.1	Normas de Salud Ambiental en materia de Calidad de Aire.....	3
II.2	Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud (ICARS).....	4
•	Ozono (O ₃)	5
•	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5}).....	7
•	Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀)	9
•	Dióxido de azufre (SO ₂)	10
III.	Meteorología	12
•	Velocidad y dirección de viento.....	12
•	Temperatura.....	13
•	Humedad relativa	14
•	Índice UV.....	15
•	Precipitación.....	16
IV.	Conclusiones.....	17
V.	Acrónimos.....	19
VI.	Referencias	20



Mapa 2. Ubicación de la estación del SMCAQ de la ciudad de San Juan del Río.

El presente documento muestra el comportamiento de la calidad de aire, mediante el análisis de los datos generados en cada estación de monitoreo para cada contaminante con información validada, lo que representa el nivel de procesamiento de información que tiene actualmente el SMCAQ.

La evaluación de indicadores se realiza conforme lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de salud ambiental por contaminante de acuerdo con 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, muy mala o extremadamente mala, con los que se mantiene informada a la población. Asimismo, se incluye un 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 criterio y en cada una se establecen los LMP por tiempos de exposición como medida de protección a la salud de la población. En la tabla 1 se muestran los establecidos actualizados hasta el año 2024.

Tabla 1. Normas oficiales mexicanas de salud ambiental por contaminante.

Contaminante	NOM vigente	Límites y tiempos de exposición	Última actualización
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	NOM-023-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 0.106 ppm, promedio horario • 0.021 ppm, promedio anual 	27 de octubre de 2021
Monóxido de carbono (CO)	NOM-021-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 26.0 ppm, promedio horario • 9.0 ppm, promedio móvil de 8 h 	29 de octubre de 2021
Ozono (O ₃)	NOM-020-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 0.090 ppm, promedio horario • 0.060 ppm, promedio móvil de 8 h* 	28 de diciembre de 2023*
Dióxido de azufre (SO ₂)	NOM-022-SSA1-2019	<ul style="list-style-type: none"> • 0.04 ppm, promedio 24 h máximo de 3 años • 0.075 ppm, promedio trianual del percentil 99 de máximos horarios diarios de 3 años 	20 de agosto de 2019
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	NOM-025-SSA1-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 33 µg/m³ Promedio de 24 h* • 10 µg/m³ Promedio anual 	27 de diciembre de 2023*
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)		<ul style="list-style-type: none"> • 60 µg/m³ Promedio de 24 h* • 28 µg/m³ Promedio anual * 	

* Cumplimiento gradual para el año 3, Tabla 1 de cada norma de referencia.

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas de referencia

Atendiendo los límites establecidos en las normas, se realizó la evaluación de los datos del mes de mayo de 2024. Los resultados son reflejados en la tabla 2:

Tabla 2. Cumplimiento de normas de salud ambiental en materia de calidad de aire. Mayo 2024.

Contaminante	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJU
Dióxido de nitrógeno (promedio horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (promedio horario)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monóxido de carbono (promedio	✓	✓	✓	✓	✓	✓

de las distintas plataformas informativas con las que cuenta el SMCAQ. Cada una de las bandas de color tiene recomendaciones a la población. Tabla 4.

Tabla 4. Recomendaciones del índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud por riesgo asociado.

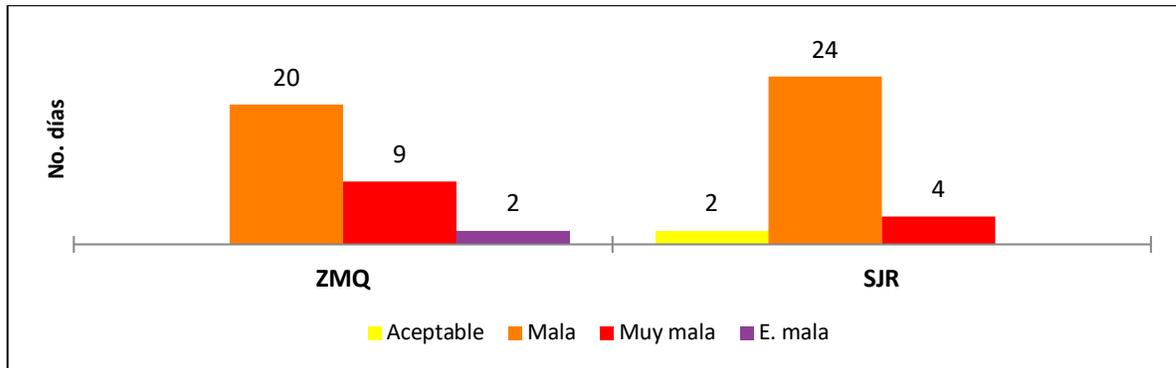
Índice ICARS	Riesgo asociado	Recomendaciones	
		Grupos sensibles	Población en general
Buena	Bajo	Disfruta de las actividades al aire libre	
Aceptable	Moderado	Considera reducir las actividades físicas vigorosas al aire libre.	Disfruta de las actividades al aire libre.
Mala	Alto	Evita las actividades físicas al aire libre (moderadas y vigorosas).	Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre.
Muy mala	Muy alto	No realices actividades al aire libre. Acude al médico si presentas síntomas respiratorios o cardíacos.	Evita las actividades físicas al aire libre.
Extremadamente mala	Extremadamente alto	Permanece en espacios interiores. Acude al médico si presentas síntomas respiratorios o cardíacos.	

A continuación se muestra un análisis del índice de calidad de aire y riesgos a la salud de aquellos contaminantes que tuvieron al menos 1 hora de calidad aceptable en el mes de mayo de 2024: ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂) y partículas suspendidas menores a 10 micras y 2.5 micras (PM₁₀ y PM_{2.5}).

- **Ozono (O₃)**

Tabla 5. Calendario ICARS de ozono (O₃) por estación del SMCAQ. Mayo 2024.

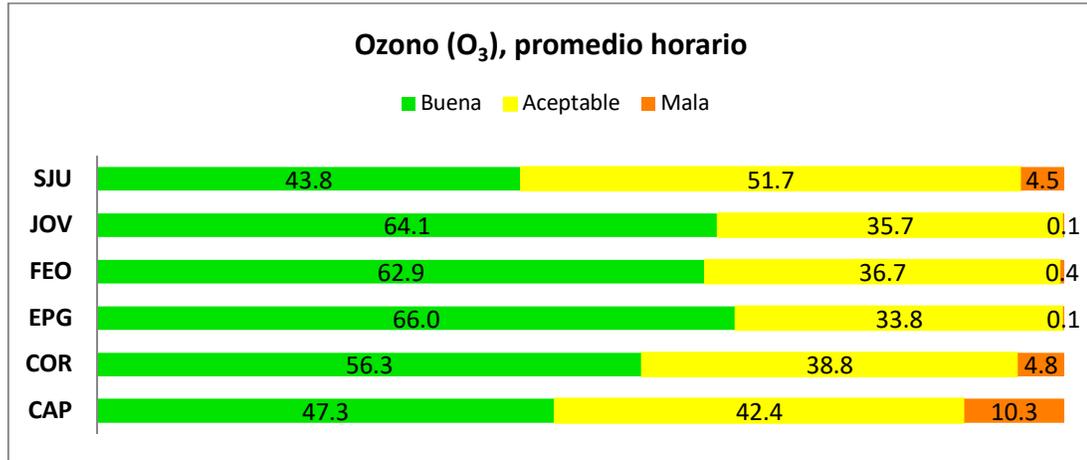
Estación	Ozono (O ₃), Mayo 2024																														
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White	White	Purple	Red	Red	Red	Red	Purple	Red	Red	Red	Orange	Red	Red	Orange
Corregidora (COR)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	White	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Red	White	Red	Red	Red	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange							
Epigmenio González (EPG)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	White	Yellow	Orange																				
Félix Osores (FEO)	Yellow	Orange																													
Josefa Vergara (JOV)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Green	Yellow	White	Orange																		
San Juan del Río (SJU)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	White	Orange	Yellow	Orange												



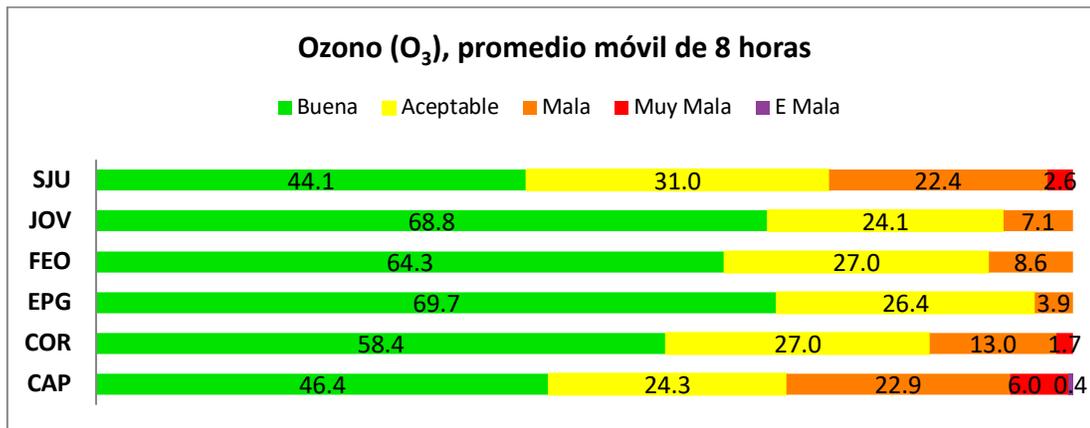
Gráfica 1. Conteo de días por calidad de aire por ozono en la ZMQ y en SJR. Mayo 2024.

Tabla 6. Recuento de horas por calidad de aire por ozono en las estaciones del SMCAQ. Mayo 2024.

Estación	Promedio 1 h			Promedio móvil de 8 h				
	Buena	Aceptable	Mala	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala	E mala
CAP	348	312	76	340	178	168	44	3
COR	409	282	35	422	195	94	12	-
EPG	476	244	1	500	189	28	-	-
FEO	462	270	3	471	198	63	-	-
JOV	467	260	1	504	177	52	-	-
SJU	322	380	33	323	227	164	19	-



Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃), promedio 1 h. Mayo 2024.

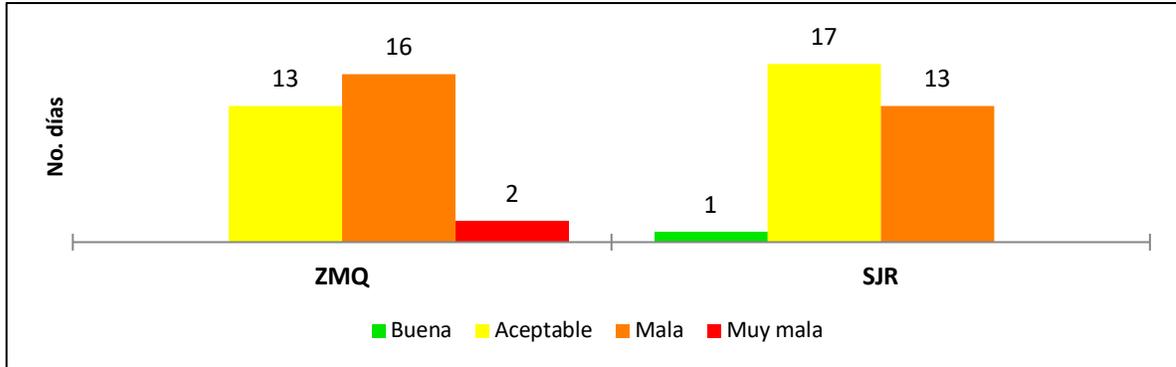


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil 8 h. Mayo 2024.

- **Partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5})**

Tabla 7. Calendario ICARS de partículas PM_{2.5} por estación del SMCAQ. Mayo 2024.

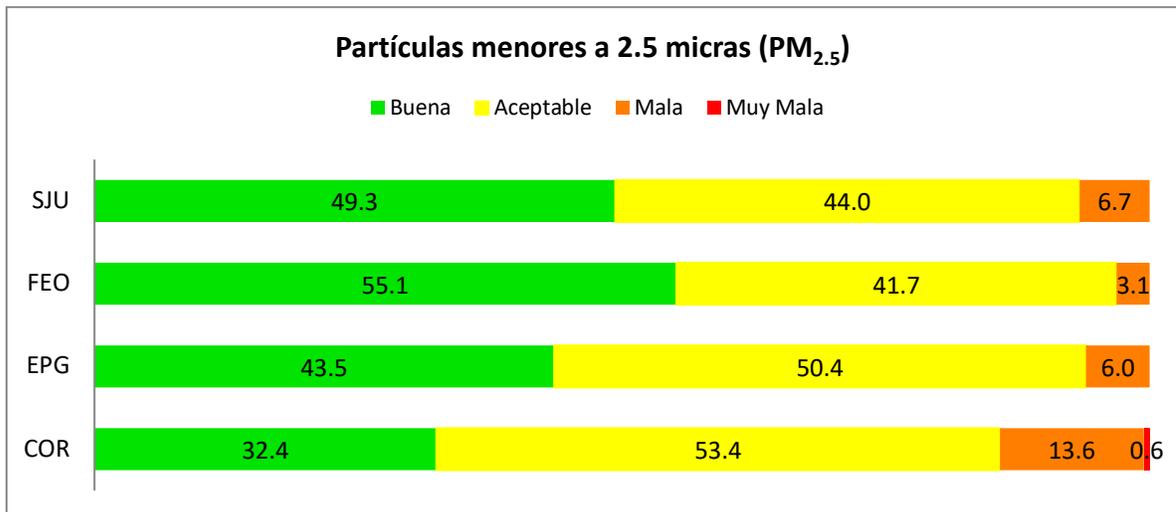
Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5}), Mayo 2024																														
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJU)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 4. Conteo de días por calidad de aire para partículas PM_{2.5} en la ZMQ y en SJR. Mayo 2024.

Tabla 8. Recuento de horas por calidad del aire por PM_{2.5} en las estaciones del SMCAQ. Mayo 2024.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h			
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
COR	219	361	92	4
EPG	310	359	43	-
FEO	404	306	23	-
SJU	362	323	49	-

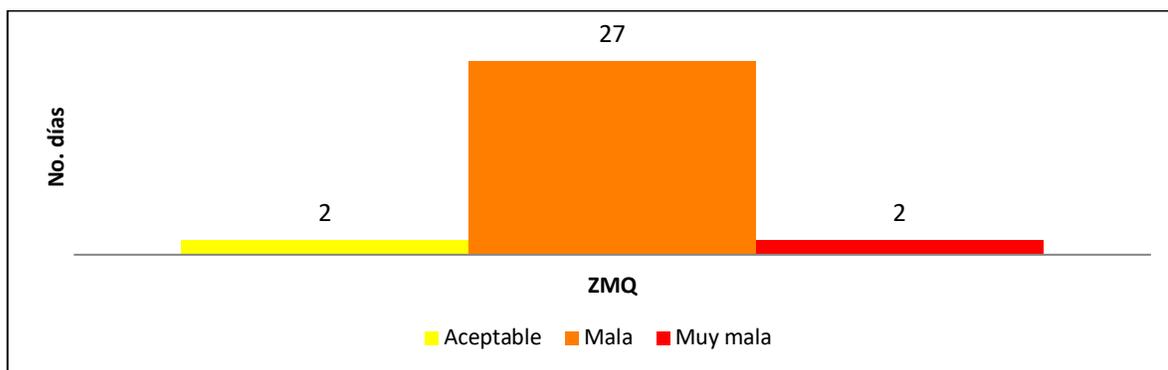


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM_{2.5}, promedio ponderado 12 h. Mayo 2024.

- **Partículas menores a 10 micras (PM₁₀)**

Tabla 9. Calendario ICARS de partículas PM₁₀, estación CAP. Mayo 2024.

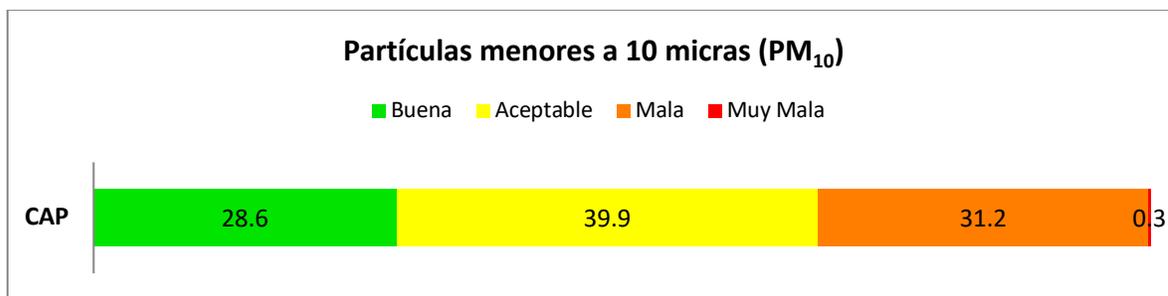
Estación	Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀), Mayo 2024																																
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Carrillo Puerto (CAP)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange



Gráfica 6. Conteo de días por calidad de aire para partículas PM₁₀ en la ZMQ. Mayo 2024.

Tabla 10. Recuento de horas por calidad de aire por PM₁₀ en la estación CAP. Mayo 2024.

Estación	Promedio ponderado de 12 h			
	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
CAP	213	297	232	2

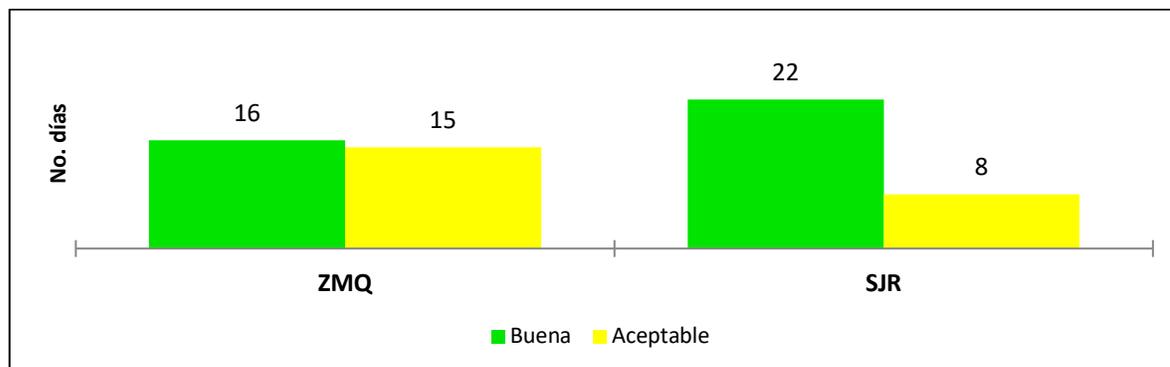


Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM₁₀), promedio ponderado 12 h. Mayo 2024.

- **Dióxido de azufre (SO₂)**

Tabla 11. Calendario ICARS de dióxido de azufre (SO₂) por estación del SMCAQ. Mayo 2024.

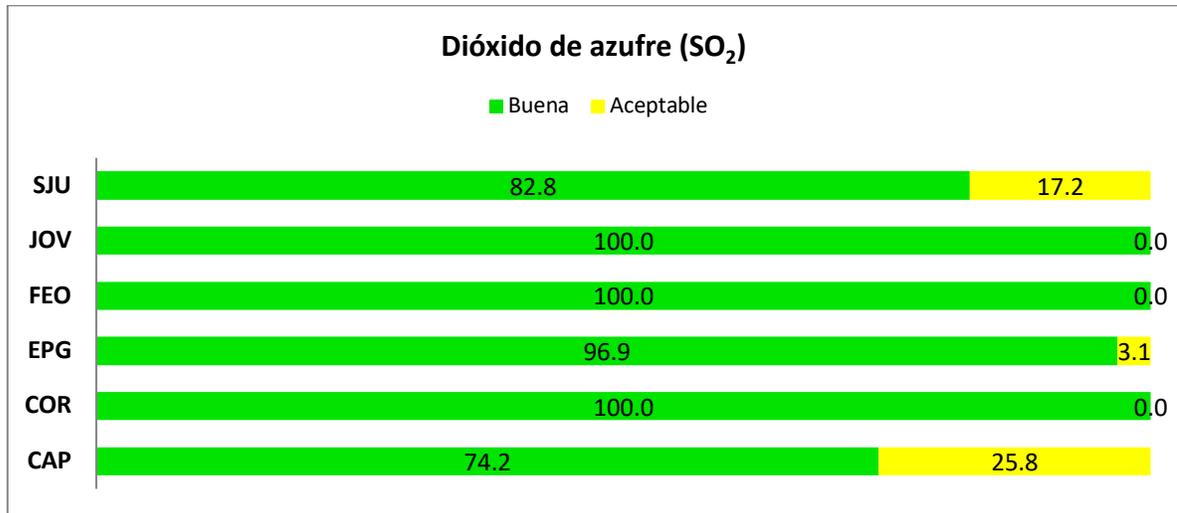
Estación	Dióxido de azufre (SO ₂), Mayo 2024																														
	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJU)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 8. Conteo de días por calidad de aire por SO₂ en la ZMQ y en SJR. Mayo 2024.

Tabla 12. Recuento de horas por calidad de aire por SO₂ en las estaciones del SMCAQ. Mayo 2024.

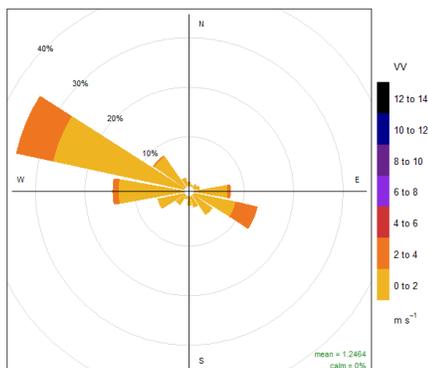
Estación	Promedio móvil 24 h	
	Buena	Aceptable
CAP	538	187
COR	725	-
EPG	617	20
FEO	724	-
JOV	723	-
SJU	594	123



Gráfica 9. Calidad del aire en porcentaje de horas. Dióxido de azufre (SO₂). Mayo 2024.

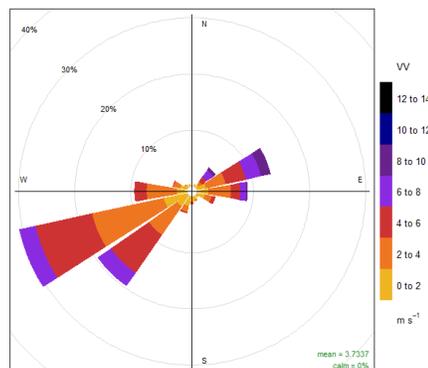
III. Meteorología

- **Velocidad y dirección de viento.**



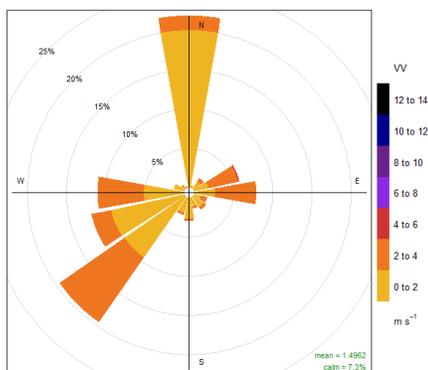
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Félix Osores (FEO). Mayo 2024.



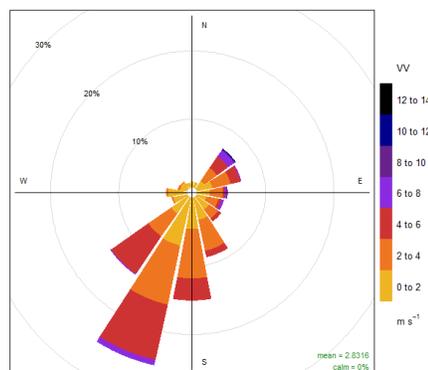
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Mayo 2024.



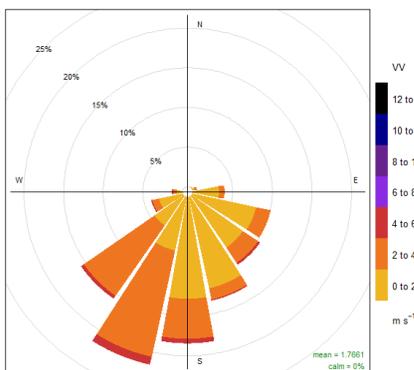
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Mayo 2024.



Frequency of counts by wind direction (%)

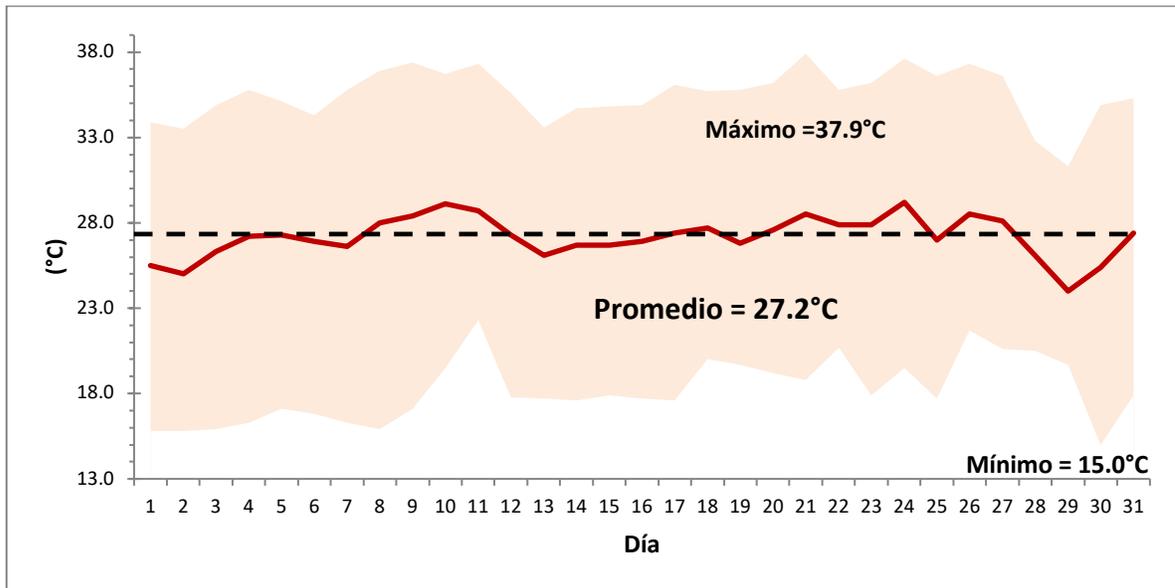
Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Mayo 2024.



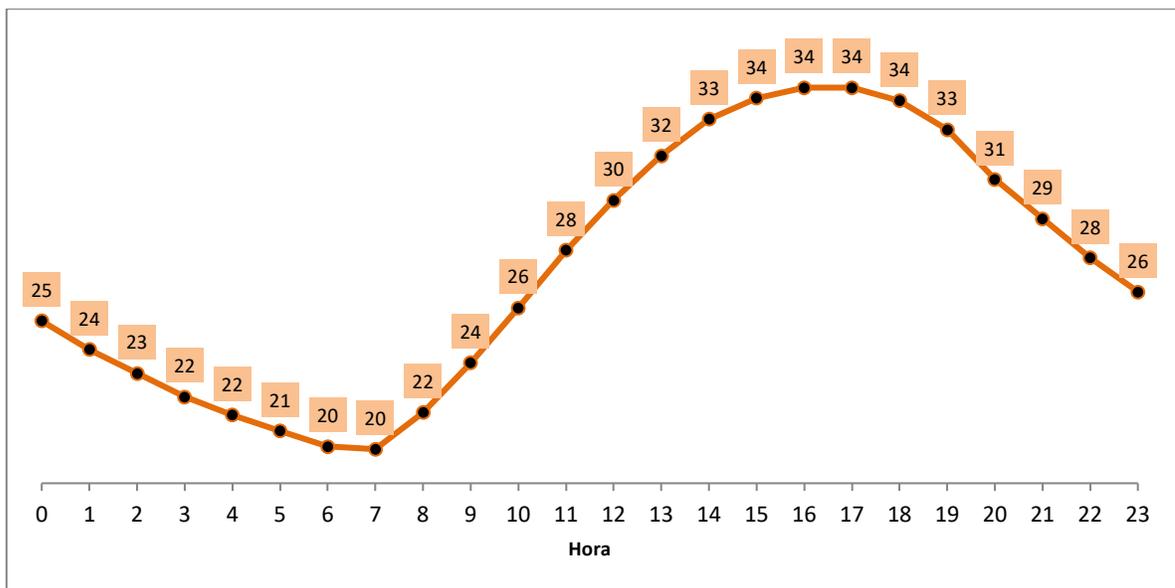
Frequency of counts by wind direction (%)

Gráfica 14. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Mayo 2024.

- **Temperatura**

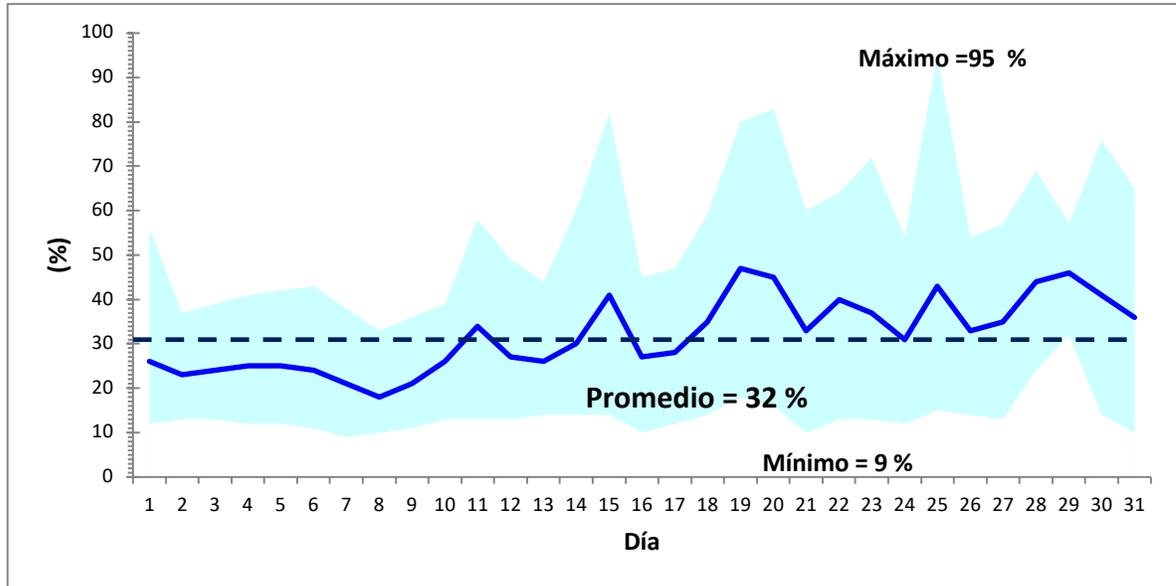


Gráfica 15. Promedio, máximo y mínimo diarios de la temperatura en la ZMQ. Mayo 2024.

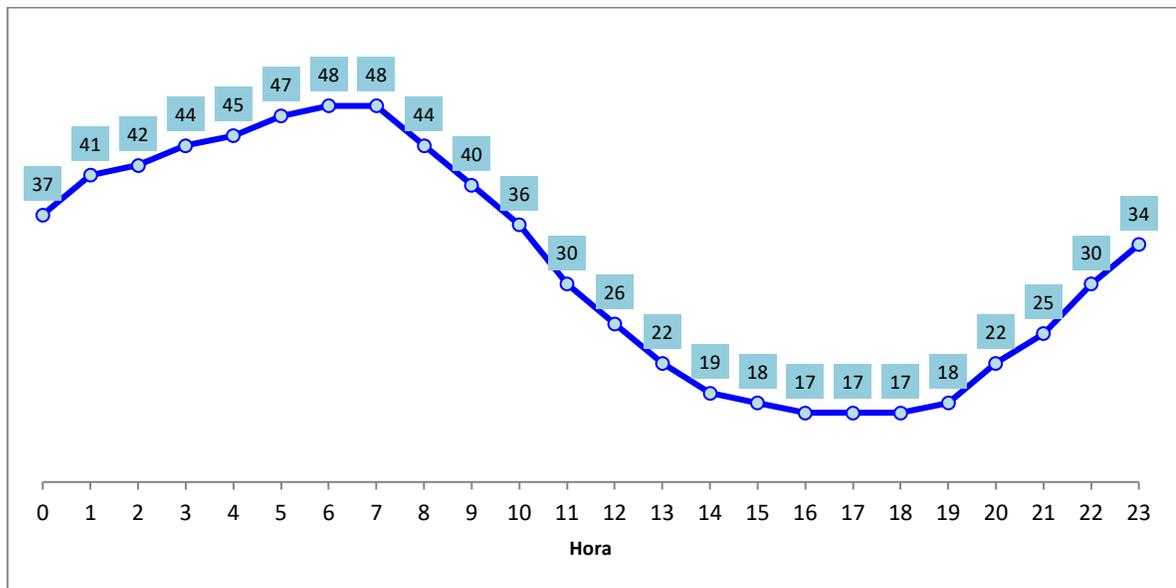


Gráfica 16. Promedio por hora de la temperatura en la ZMQ. Mayo 2024.

- **Humedad relativa**

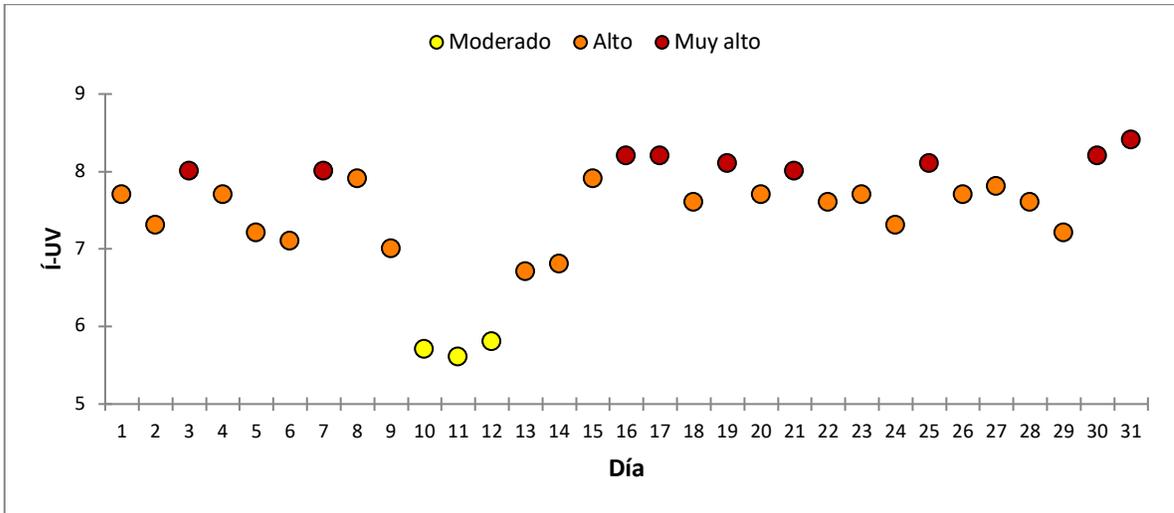


Gráfica 17. Promedio, máximo y mínimo diarios de la humedad relativa en la ZMQ. Mayo 2024.

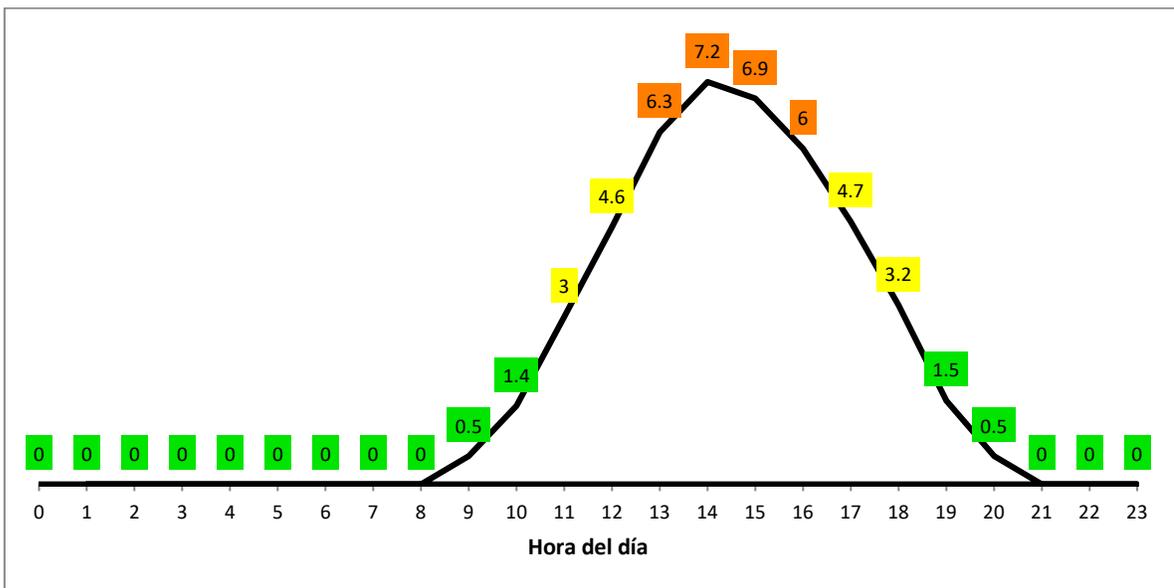


Gráfica 18. Promedio por hora de humedad relativa en la ZMQ. Mayo 2024.

- Índice UV

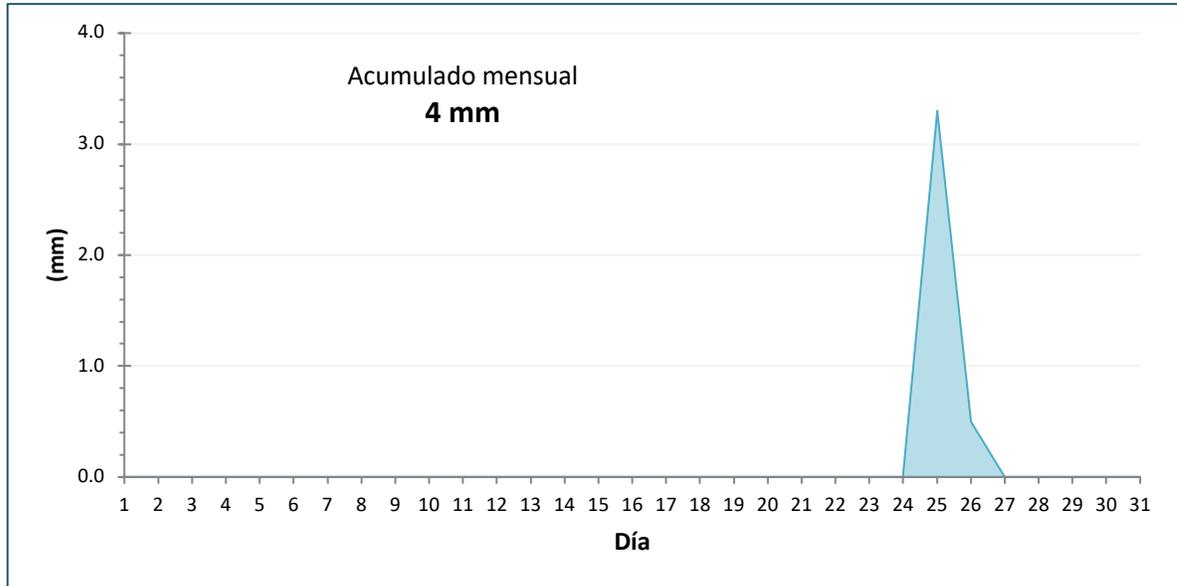


Gráfica 19. Máximos diarios del índice UV en la ZMQ. Mayo 2024.



Gráfica 20. Promedio por hora del día del índice UV en la ZMQ. Mayo 2024.

- **Precipitación**



Gráfica 21. Precipitación acumulada en la ZMQ. Mayo 2024.

IV. Conclusiones

El mes de mayo del presente año 2024 los indicadores normativos fueron uno de los aspectos que reflejaron las altas concentraciones de los contaminantes medidos, en que 4 contaminantes superaron el valor del límite máximo permisible: $PM_{2.5}$, PM_{10} , O_3 y SO_2 . El caso más destacado fue el del ozono, donde el LMP horario fue superado en todas las estaciones mientras que el LMP del promedio móvil de 8 horas se superó en todos los días del mes. El SO_2 superó su LMP horario en las estaciones de CAP y SJU hasta en 3 días. El LMP de las partículas (tanto PM_{10} como $PM_{2.5}$) se superó en todas las estaciones que lo miden. En el caso de CAP (única que mide PM_{10}) en 21 días fue superado su LMP.

El ozono fue el contaminante que tuvo un mayor número de horas en calidad mala o peor, alcanzando incluso extremadamente mala en la estación Carrillo Puerto. Tanto en la ZMQ como en SJR, todos los días medidos alcanzaron calidad aceptable o peor. La primera tuvo todos sus días con al menos una hora de calidad mala o peor alcanzado extremadamente mala en 2 días del mes. En la ciudad de SJR el conteo registró 2 días con calidad aceptable y el resto en calidad mala o peor, con muy mala en 4 días. En porcentaje fueron entre 0.1 y 10 % de horas en calidad mala o peor (para promedio horario) y entre 7 y 29 % de horas en calidad mala o peor para el promedio móvil de 8 horas en las estaciones del SMCAQ.

Las $PM_{2.5}$ en la ZMQ registraron 18 días en calidad mala o peor mientras que sólo fue 1 día de dicha calidad en SJR (13 días en calidad mala). El porcentaje de horas muestra que fueron entre 3 y 14 % de horas con calidad mala o peor y entre 45 y 68 % incluyendo calidad aceptable o peor.

PM_{10} en la estación CAP registro 2 días en aceptable y el resto de calidad mala y muy mala. El 29 % de las horas del mes fueron de buena calidad, con 31.5 % en calidad mala o peor.

El SO_2 registró 15 días en total con calidad aceptable en la ZMQ (registrados en CAP y EPG) por 8 días en SJR. El porcentaje de horas en calidad aceptable fue de 3 y 26 % en la ZMQ y 17 % en SJR.

En cuanto al viento en la ZMQ la estación FEO tuvo predominancia de viento desde el noroeste con cerca de 45 % de la frecuencia y velocidades promedio de 0 a 2 m/s con máximas de 4 m/s. EPG tuvo una mayor frecuencia de viento desde el suroeste con el 50 % de la frecuencia, velocidades promedio de 4 a 6 m/s y máximas de 10 m/s. CAP reflejó dos direcciones predominantes, primero la norte con cerca de 25 % de la frecuencia y suroeste con aproximadamente 35 %. Las velocidades máximas fueron de 5 m/s y promedio de 2 a 4 m/s. En JOV la dirección de predominancia fue en suroeste con aproximadamente el 45 %, velocidades

promedio de 4 a 6 m/s y máximas de 9 m/s. Por último, COR tuvo predominancia de viento desde el sur – suroeste con cerca del 50 %, promedios de 2 a 4 m/s y máximas de 6 m/s.

La temperatura de abril a mayo aumentó en 3.5°C en promedio pasando a 27.2°C, que es el máximo al menos en los últimos 4 años para un mes. La máxima registrada fue de 37.9°C (21 de mayo) mientras que la mínima fue de 15.0°C (30 de mayo). El período más caluroso fue el comprendido entre las 15 y 18 horas con 34°C mientras que el más fresco fue entre las 6 y 7 horas con 20°C.

La humedad relativa registró un descenso respecto a abril de 2 % pasando a 32 % en el promedio mensual. La máxima registrada fue de 95 % el 25 de mayo mientras que la mínima fue de 9 % el 7 de mayo. Las horas más húmedas fueron entre las 6 y 7 AM con 48 % mientras que las más secas fueron en el período de 4 a 6 PM con 17 %. Respecto al mismo período del año 2023, se registró un significativo descenso de 14 %.

El índice UV tuvo su máximo el día 31 de mayo, alcanzando alto durante la mayor parte del mes. El promedio estuvo en alto entre las 13 y 17 horas.

La precipitación registró un acumulado de 4 mm en el mes, siendo un valor 23 mm por debajo del histórico reportado por la Comisión Estatal de Aguas.

V. Acrónimos

°C	Grados Celsius
%HR	Porcentaje de humedad relativa
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
I-UV	Índice Ultravioleta (UV)
ICARS	Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud
JOV	Estación de Monitoreo Josefa Vergara
LMP	Límite Máximo Permisible
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros de precipitación
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	Ciudad de San Juan del Río
SJU	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

VI. Referencias

- NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O₃). Valores normados para la concentración de ozono (O₃) 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 (SO₂). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO₂) 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 (NO₂). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) 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 PM₁₀ y PM_{2.5}. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ 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.