

Informe mensual

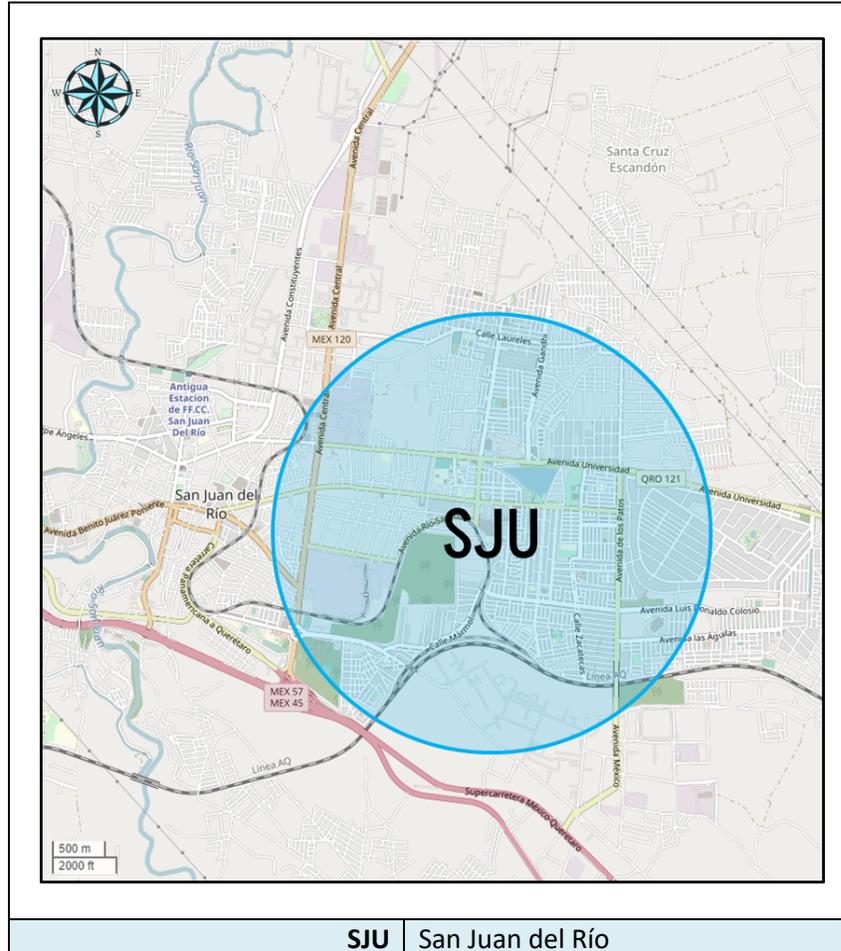
Indicadores de Calidad del Aire

JUNIO 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).....	5
	• Ozono (O ₃)	6
	• 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 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 junio de 2024. Los resultados son reflejados en la tabla 2:

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

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

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

El Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la 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. Este índice es informado cada hora todos los días del año a través de las distintas plataformas informativas con las que cuenta el SMCAQ. Cada una de las bandas de color tiene recomendaciones a la población mostradas en la tabla 4.

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

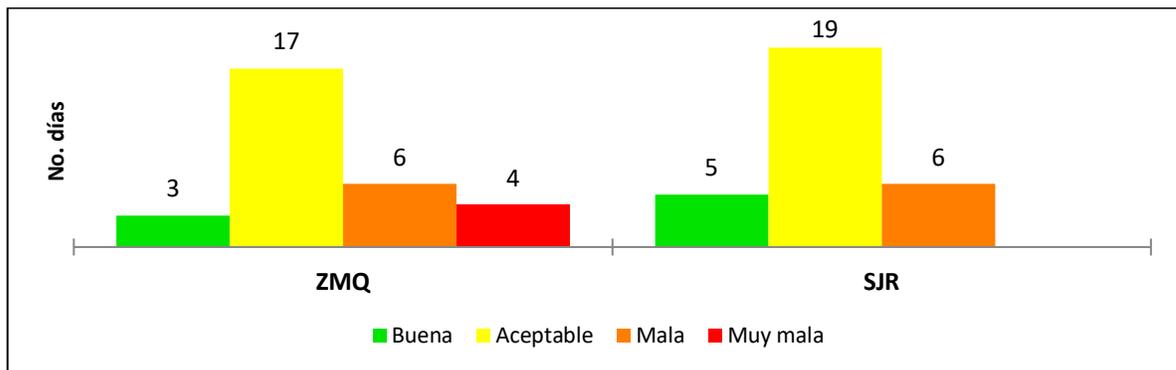
Índice ICARS	Riesgo asociado	Recomendaciones	
		Grupos sensibles	Población en general
Buena	Bajo	Disfruta de las actividades al aire libre	
Aceptable	Moderado	Considera reducir las actividades físicas vigorosas al aire libre.	Disfruta de las actividades al aire libre.
Mala	Alto	Evita las actividades 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 junio 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. Junio 2024.

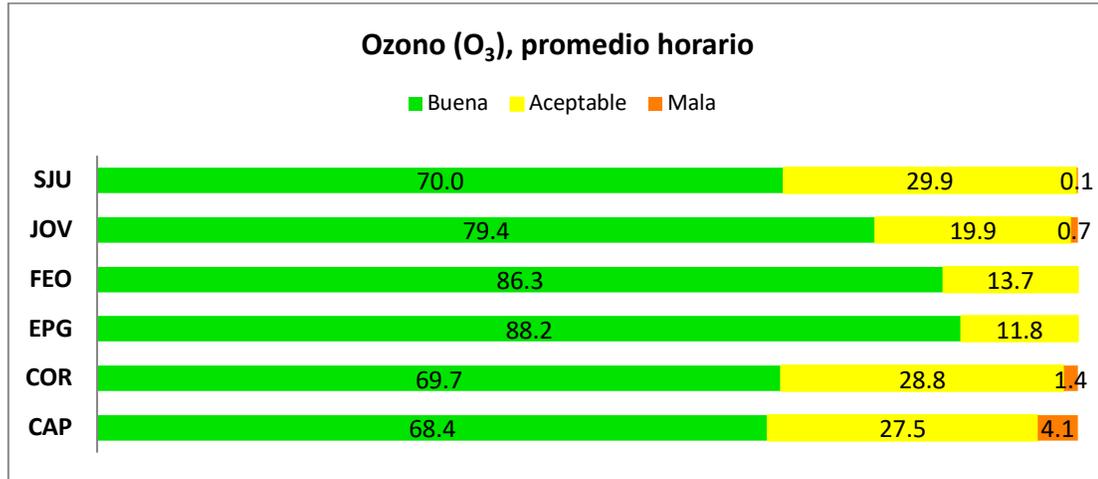
Estación	Ozono (O ₃), Junio 2024																													
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)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



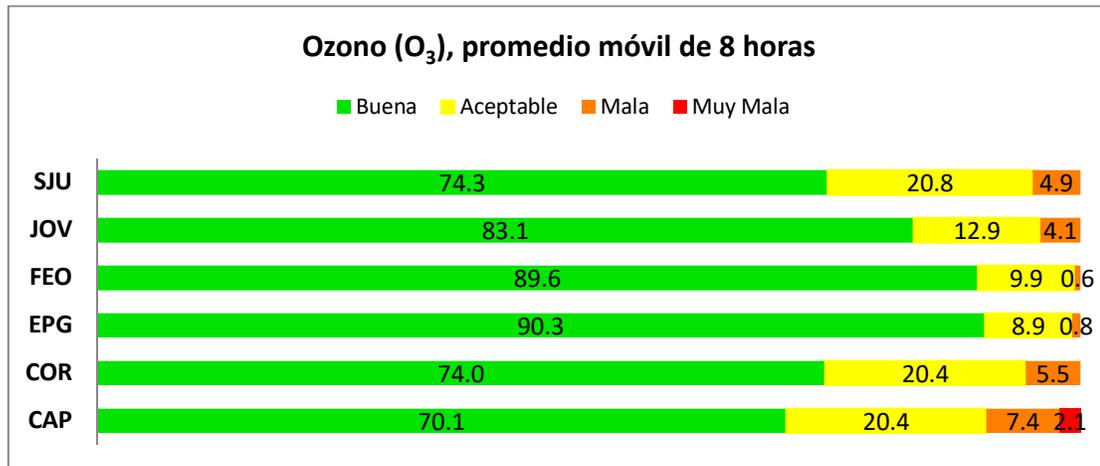
Gráfica 1. Conteo de días por calidad de aire por ozono en la ZMQ y en SJR. Junio 2024.

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

Estación	Promedio 1 h			Promedio móvil de 8 h			
	Buena	Aceptable	Mala	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
CAP	487	196	29	499	145	53	15
COR	491	203	10	522	144	39	-
EPG	633	85	-	650	64	6	-
FEO	617	98	-	645	71	4	-
JOV	569	143	5	593	92	29	-
SJU	504	215	1	535	150	35	-



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

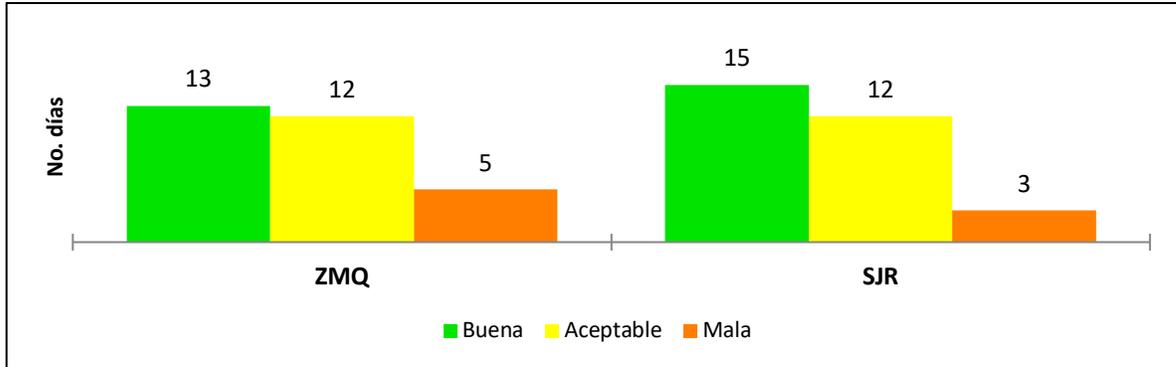


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil 8 h. Junio 2024.

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

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

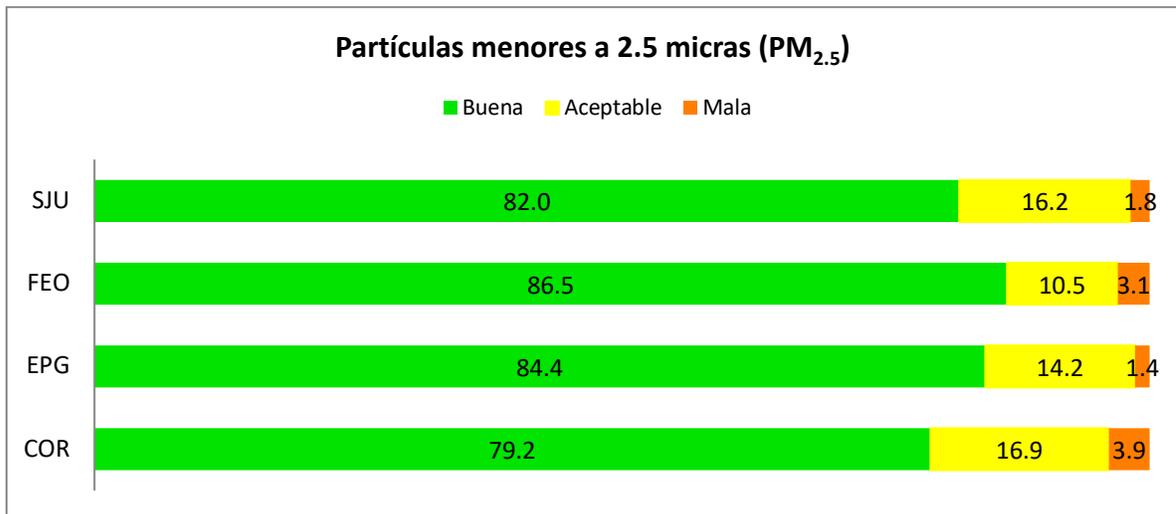
Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5}), Junio 2024																													
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Corregidora (COR)	M	M	M	A						A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A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



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

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

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h		
	Buena	Aceptable	Mala
COR	548	117	27
EPG	600	101	10
FEO	619	75	22
SJU	586	116	13

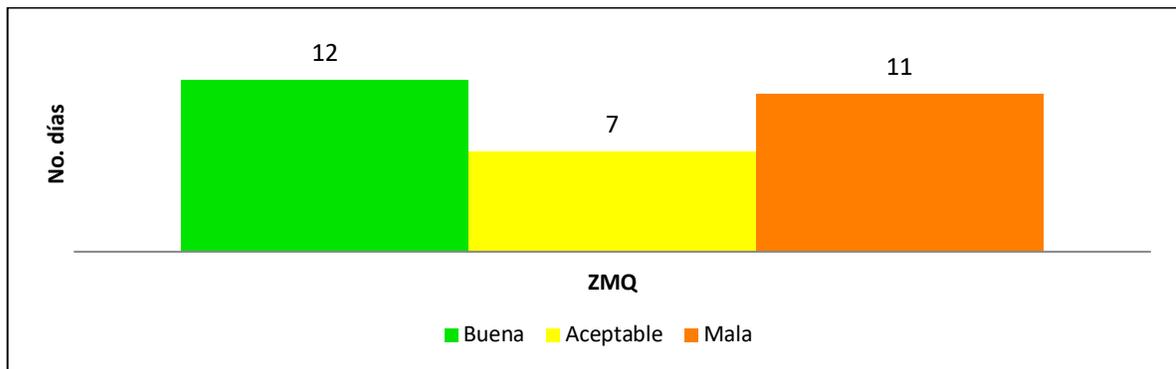


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM_{2.5}, promedio ponderado 12 h. Junio 2024.

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

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

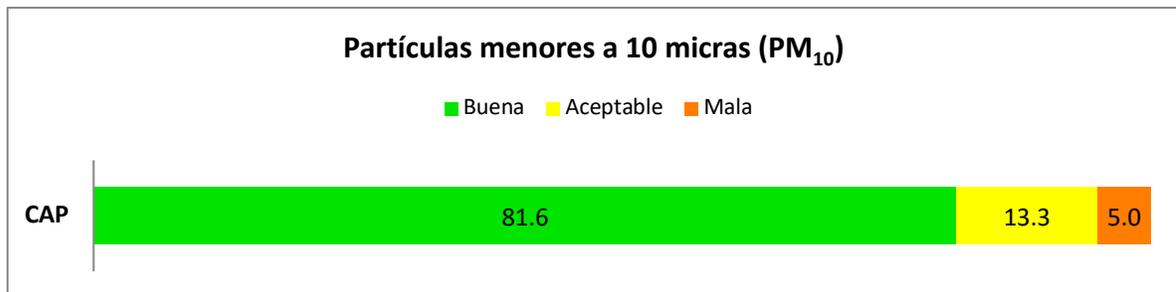
Estación	Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀), Junio 2024																													
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■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



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

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

Estación	Promedio ponderado de 12 h		
	Buena	Aceptable	Mala
CAP	582	95	36

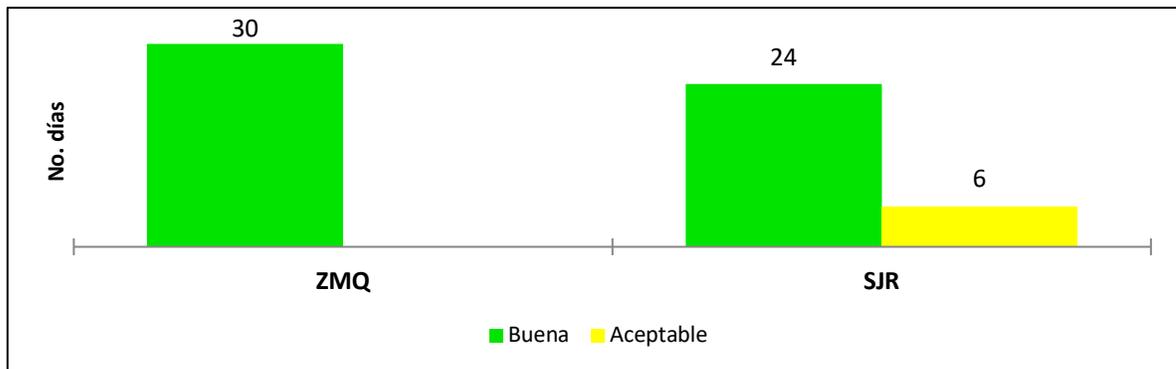


Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM₁₀), promedio ponderado 12 h. Junio 2024.

- **Dióxido de azufre (SO₂)**

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

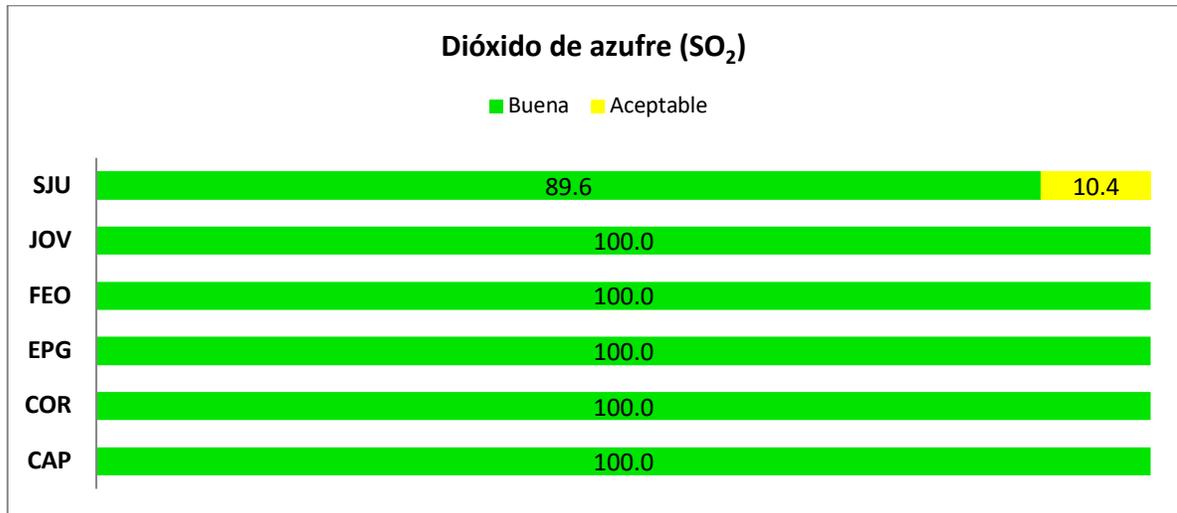
Estación	Dióxido de azufre (SO ₂), Junio 2024																													
	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Carrillo Puerto (CAP)	Buena																													
Corregidora (COR)	Buena		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



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

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

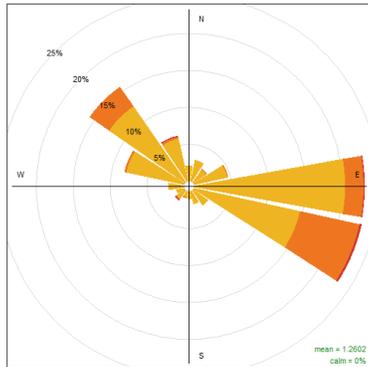
Estación	Promedio móvil 24 h	
	Buena	Aceptable
CAP	720	-
COR	720	-
EPG	665	-
FEO	720	-
JOV	720	-
SJU	645	75



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

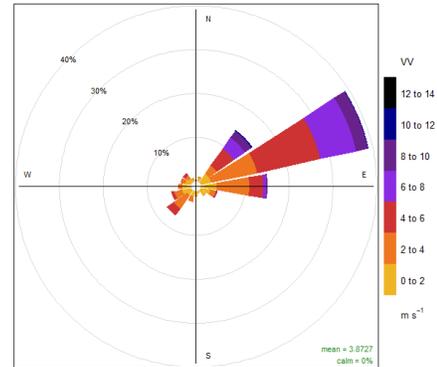
III. Meteorología

- **Velocidad y dirección de viento.**



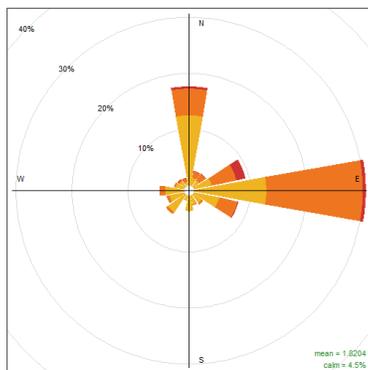
Frequency of counts by wind direction (%)

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



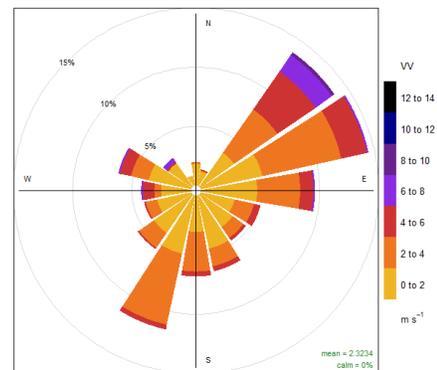
Frequency of counts by wind direction (%)

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



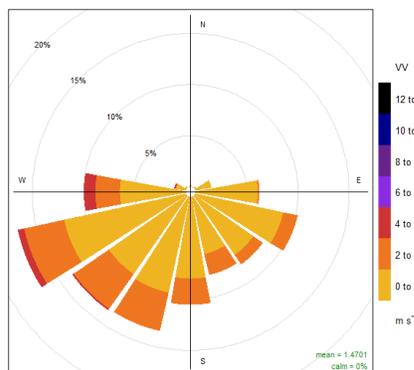
Frequency of counts by wind direction (%)

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



Frequency of counts by wind direction (%)

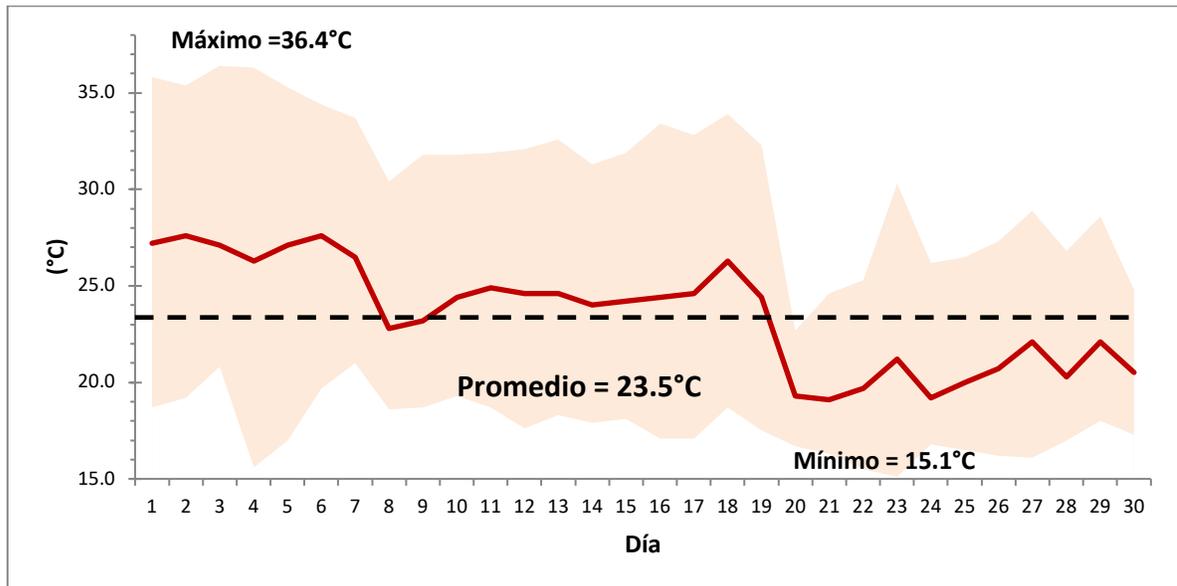
Gráfica 13. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Junio 2024.



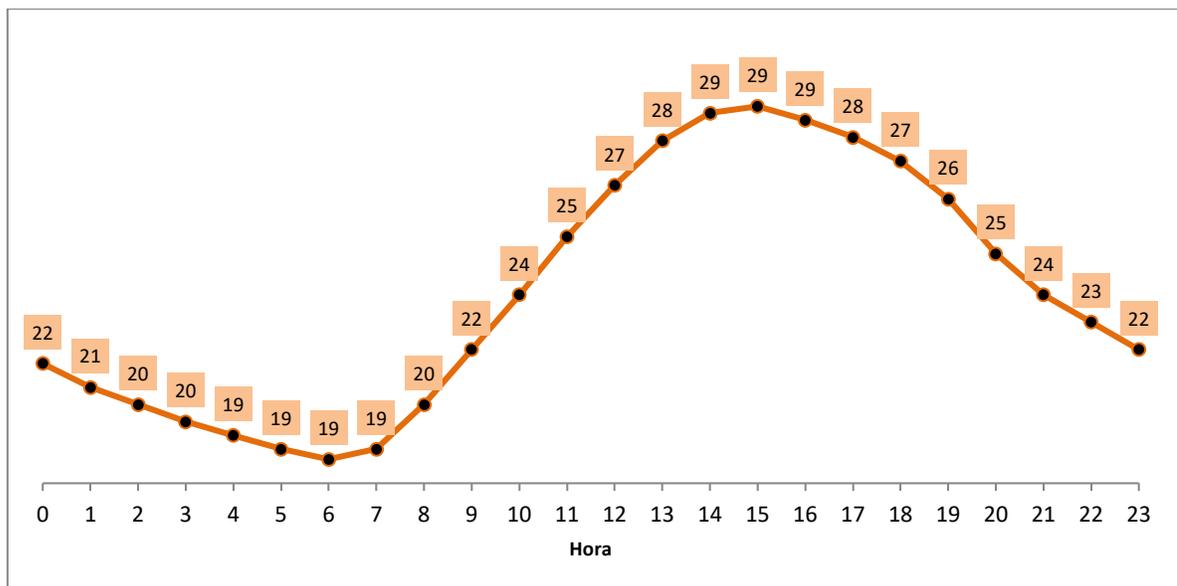
Frequency of counts by wind direction (%)

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

- **Temperatura**

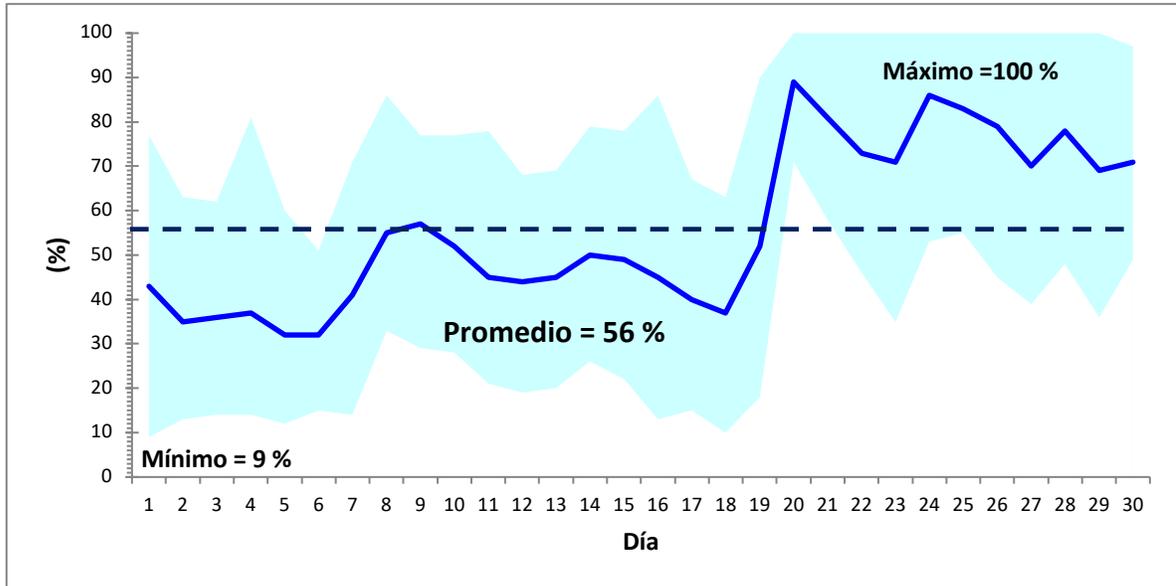


Gráfica 15. Promedio, máximo y mínimo diarios de la temperatura en la ZMQ. Junio 2024.

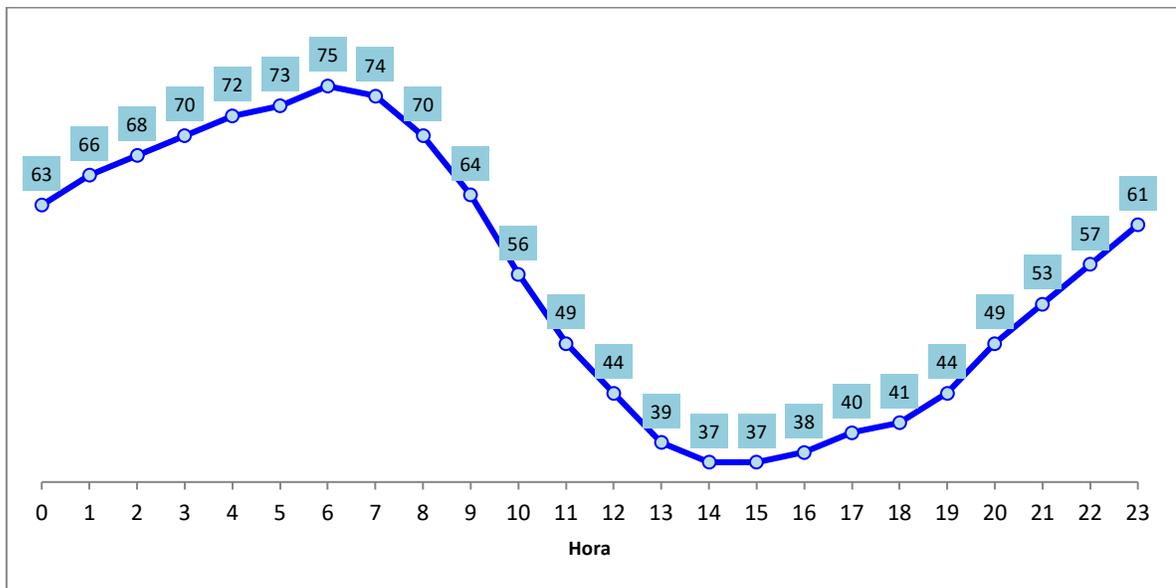


Gráfica 16. Promedio por hora de la temperatura en la ZMQ. Junio 2024.

- **Humedad relativa**

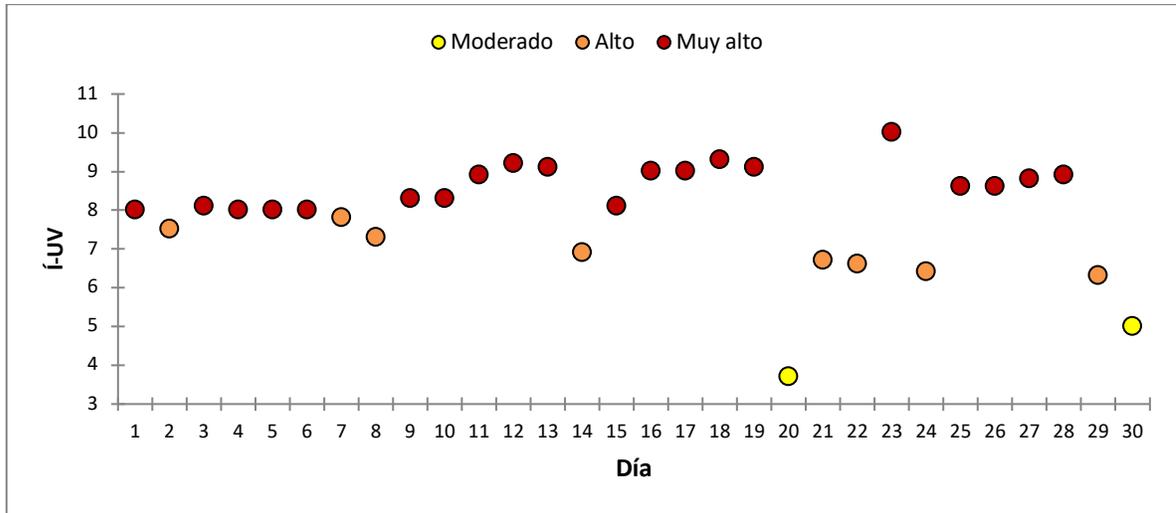


Gráfica 17. Promedio, máximo y mínimo diarios de la humedad relativa en la ZMQ. Junio 2024.

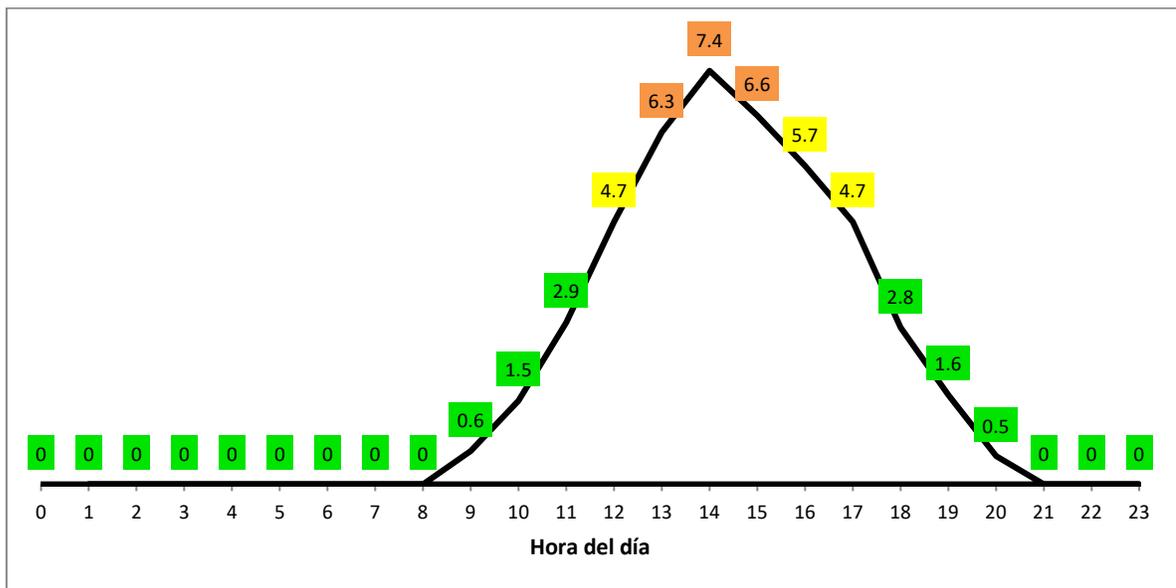


Gráfica 18. Promedio por hora de humedad relativa en la ZMQ. Junio 2024.

- Índice UV

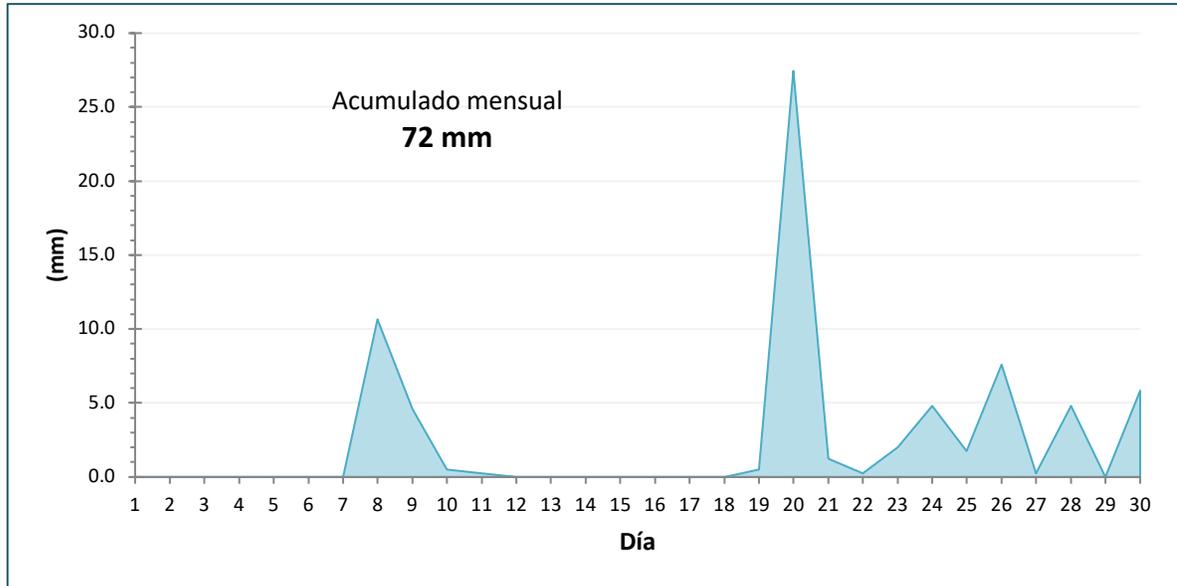


Gráfica 19. Máximos diarios del índice UV en la ZMQ. Junio 2024.



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

- **Precipitación**



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

IV. Conclusiones

En el mes de junio de 2024, cuatro de los seis contaminantes medidos en el SMCAQ estuvieron por encima de los LMP establecidos en sus respectivas normas de salud ambiental: O₃, SO₂, PM_{2.5} y PM₁₀. Para el SO₂ fue solamente 1 día donde se rebaso en la estación SJU. El ozono registró un total de 15 días en la ZMQ y 11 en la ciudad de SJR. PM_{2.5} tuvo dos días de incumplimiento en la ZMQ y 1 en SJR. Por último, PM₁₀ tuvo 1 día en la estación CAP.

En el Índice de Aire y Salud (establecido en la NOM-172-SEMARNAT-2019) los contaminantes que tuvieron al menos una hora de calidad aceptable durante el mes fueron: ozono (O₃), material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) y dióxido de azufre (SO₂).

El ozono fue el contaminante con mayor número de días en calidad mala o muy mala, donde 6 días en calidad mala y 4 días en calidad muy mala del mes alcanzaron dicha condición en la ZMQ y 6 días en calidad mala en SJR. Fueron hasta cerca de 10 % de las horas en calidad mala o peor y hasta 30 % en calidad aceptable o inferior para el promedio móvil de 8 horas. En el promedio horario fueron hasta 4 % de horas en calidad mala y hasta ~32 % en calidad aceptable y mala.

El siguiente contaminante en cuanto a días de calidad mala fueron las PM₁₀, sólo medidas en la estación CAP. Tuvo un total de 10 días de calidad mala y otros 7 días en calidad aceptable. En porcentaje de horas, fueron 5 % de las horas en calidad mala y ~18 % en calidad aceptable o mala.

Pasando a las PM_{2.5}, fueron 5 días en calidad mala (más otros 12 en calidad aceptable) en la ZMQ y 3 días en calidad mala en SJR (más otros 12 en calidad aceptable). El porcentaje de horas fue de hasta cerca de 4 % horas en calidad mala durante el mes y de hasta 20 % de las horas en calidad aceptable o mala.

Por último, el SO₂ solamente alcanzó calidad aceptable en SJR mientras que las estaciones de la ZMQ se mantuvieron en calidad buena por este contaminante durante todo el mes. Fueron 6 días de calidad aceptable con ~10 % de las horas totales del mes.

En cuanto al viento en la ZMQ la estación FEO tuvo predominancia de viento desde el este - suroeste con cerca de 45 % de la frecuencia y velocidades promedio de 0 a 2 m/s con máximas de 5 m/s. EPG tuvo una mayor frecuencia de viento desde el este - noreste con el 70 % de la frecuencia, velocidades promedio de 4 a 8 m/s y máximas de 13 m/s. CAP tuvo dos direcciones predominantes, la norte con cerca de 20 % de la frecuencia y la este con aproximadamente 30 %. Las velocidades máximas fueron de 6 m/s y promedio de 2 a 4 m/s. JOV tuvo también dos direcciones principales: la noreste con aproximadamente 30 % y la suroeste con cerca de 25 %. Las velocidades promedio fueron de 2 a 6 m/s y máximas de 10 m/s. Por último, COR tuvo

predominancia de viento desde el sur – suroeste con cerca del 50 %, promedios de 0 a 2 m/s y máximas de 6 m/s.

La temperatura registró un descenso notable de 3.7°C de mayo a junio con un promedio de 23.5°C. La máxima registrada fue de 36.4°C mientras que la mínima fue 15.1°C el día 23. Las horas más calurosas fue el período entre 14:00 y 16:00 horas con 29°C en promedio y la mínima fue entre las 4:00 y 7:00 horas con 19°C de promedio.

La humedad relativa aumentó significativamente de mayo a junio pasando del 32 al 56 % en promedio durante el mes. Se registró una máxima de 100 % en 10 días del mes mientras que la mínima fue de 9 % el 1 de junio. La hora más húmeda en promedio fueron las 6 AM con 75 % mientras que las horas más secas fueron las 14:00 y 15:00 horas con 37 %.

El índice UV tuvo su máximo el día 23 de junio (10.0), alcanzando categoría muy alta durante la mayor parte del mes (20 días), típico de la época. El promedio estuvo en alto entre las 13:00 y 17:00 horas.

La precipitación registró un acumulado de 72 mm en el mes, siendo un valor 17 mm por debajo del histórico informado por la Comisión Estatal de Aguas para el mes de junio.

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.