

Informe mensual

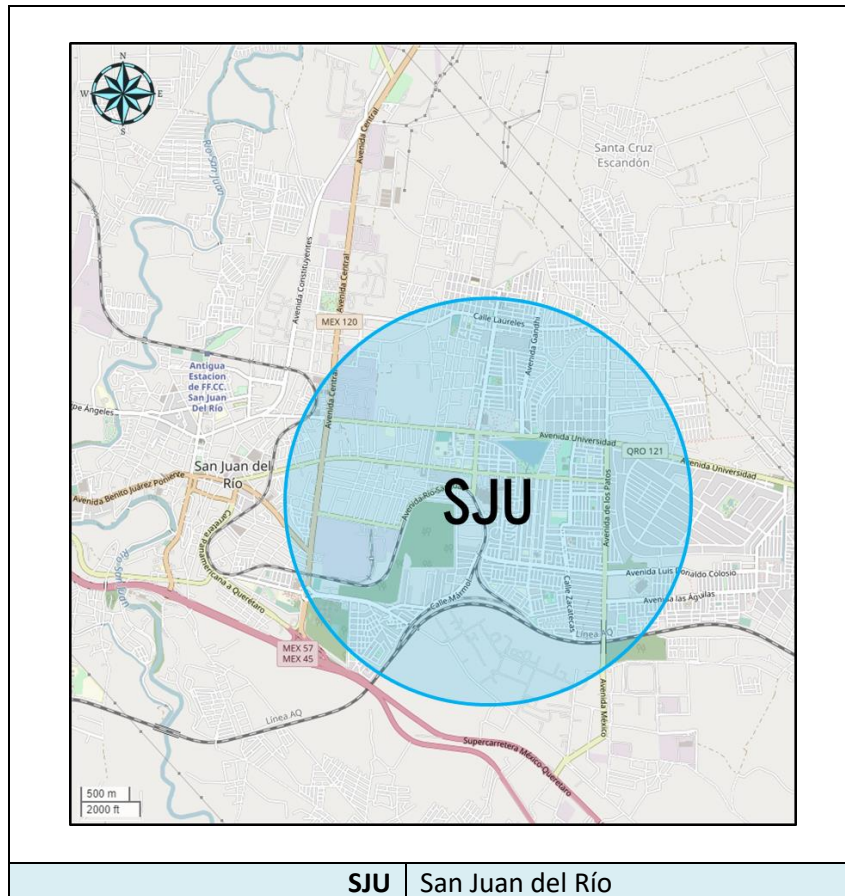
Indicadores de Calidad del Aire

Agosto 2023

**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 (O3)	6
Partículas menores a 2.5 micras (PM2.5).....	8
Partículas menores a 10 micras (PM10).....	9
III. Meteorología.....	11
Velocidad y dirección de viento.....	11
Temperatura	12
Humedad relativa	13
Índice UV.....	14
Precipitación	15
IV. Conclusiones.....	16
V. Acrónimos	18
VI. Referencias.....	19



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

El monitoreo de la calidad del aire se realiza con el fin de proteger la salud de la población y proporcionar herramientas a las autoridades municipales y estatales para la toma de decisiones preventivas y restrictivas respecto al tema en caso de ser necesario.

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 del mes inmediato anterior. Lo que representa además el nivel de procesamiento de información validada 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 a los Límites Máximos Permisibles (LMP) de exposición, (este análisis es parcial dado que depende de lo establecido para cada contaminante en la NOM respectiva), 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 breve 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 2023.

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 • 0.065 ppm, promedio móvil de 8 h 	28 de octubre de 2021
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 máximos diarios horarios percentiles 99 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"> • 41 µg/m³ Promedio de 24 h • 10 µg/m³ Promedio anual 	27 de octubre de 2021
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)		<ul style="list-style-type: none"> • 70 µg/m³ Promedio de 24 h • 36 µg/m³ Promedio anual 	

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas de referencia

Atendiendo los límites establecidos por la normatividad en materia de salud ambiental, se realizó la evaluación de los datos del mes de agosto de 2023. Los resultados sobre el cumplimiento se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Cumplimiento de normas de salud ambiental en materia de calidad de aire. Agosto 2023.

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

✓ Cumple
 ✗ No cumple

No se mide

En el mes de agosto de 2023, el ozono fue el único contaminante criterio que incumplió con los LMP establecidos en la normativa que lo rige, la NOM-020-SSA1-2021, en la cual todas las estaciones de la ZMQ superaron el LMP del promedio de 8 horas, y en el promedio horario cuatro estaciones superaron el LMP. En cuanto a la ciudad de SJR, se mantuvo dentro de los límites normativos en materia de salud ambiental en la evaluación del mes en todos los contaminantes criterio evaluados.

Para un mayor detalle se realizó el conteo de días limpios por ciudad. Un día es limpio si ningún contaminante supera los LMP establecidos en cada una de las normas que rigen a los contaminantes criterio. En la siguiente tabla se hizo un conteo parcial de días limpios por contaminante para después hacer el conteo total para el mes de agosto de 2023.

Tabla 3. Días limpios en la ZMQ y en SJR. Agosto 2023.

Contaminante	Días limpios	
	ZMQ	SJR
NO ₂	31	31
CO	31	31

O ₃	25	31
SO ₂	31	31
PM _{2.5}	31	31
PM ₁₀	31	

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. Este índice es informado hora tras hora durante 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 consigo recomendaciones para que la población proteja su salud al seguir dichas medidas. Estas medidas son presentadas en la siguiente tabla.

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

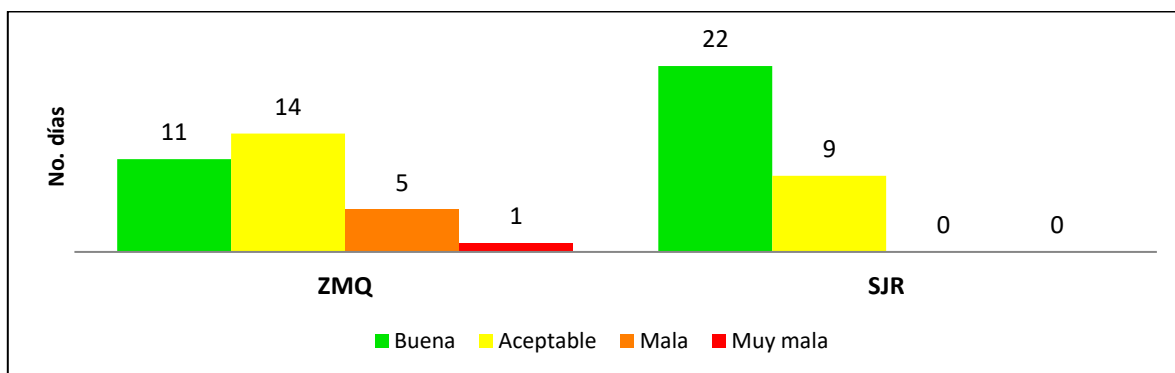
Índice ICARS	Riesgo asociado	Recomendaciones	
		Grupos sensibles	Población en general
Buena	Bajo	Disfruta de las actividades al aire libre	
Aceptable	Moderado	Considera reducir las actividades físicas vigorosas al aire libre.	Disfruta de las actividades al aire libre.
Mala	Alto	Evita las actividades 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 (ICARS) de aquellos contaminantes que tuvieron al menos 1 hora de calidad aceptable en el mes de agosto de 2023: ozono (O₃) 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. Agosto 2023.

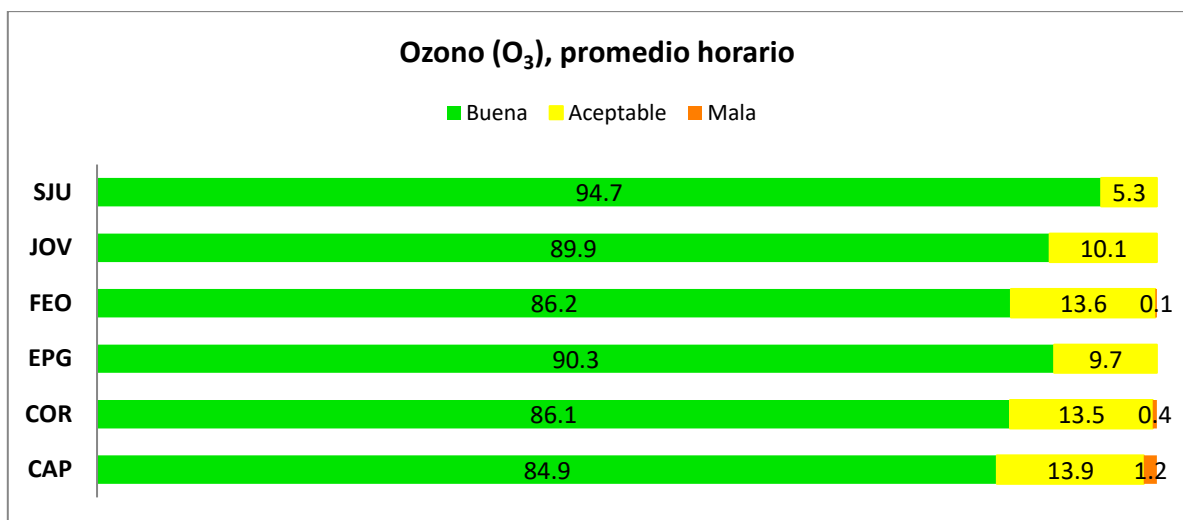
Estación	Ozono (O ₃), Agosto 2023																														
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corregidora (COR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Epigmenio González (EPG)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Félix Osores (FEO)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Josefa Vergara (JOV)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
San Juan del Río (SJR)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



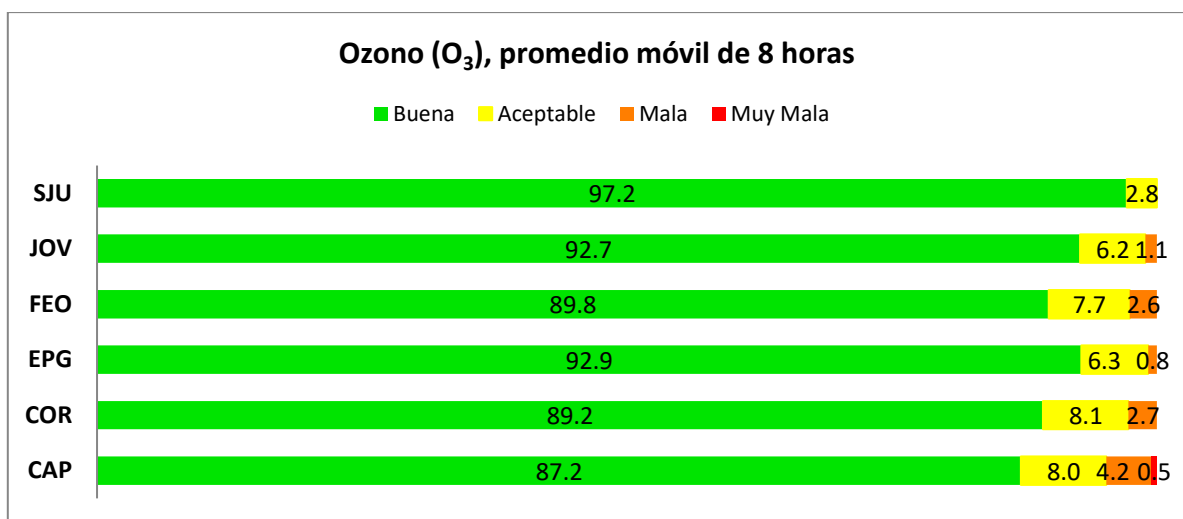
Gráfica 1. Conteo de días por calidad de aire por ozono en la ZMQ y en SJR. Agosto 2023.

Tabla 6. Recuento de horas por calidad de aire por ozono en las estaciones del SMCAQ, Agosto 2023.

Estación	Promedio 1 h			Promedio móvil de 8 h			
	Buena	Aceptable	Mala	Buena	Aceptable	Mala	Muy mala
CAP	625	102	9	639	59	31	4
COR	640	100	3	664	60	20	-
EPG	672	72	-	691	47	6	-
FEO	639	101	1	668	57	19	-
JOV	666	75	-	690	46	8	-
SJU	703	39	-	721	21	-	-



Gráfica 2. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃), promedio 1 h. Agosto 2023.

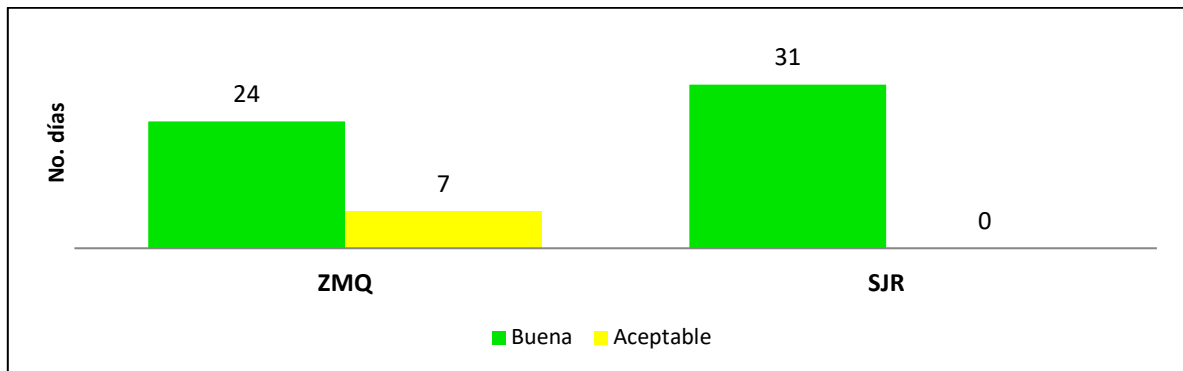


Gráfica 3. Calidad del aire en porcentaje de horas. Ozono (O₃) promedio móvil 8 h. Agosto 2023.

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

Tabla 7. Calendario ICARS de partículas PM_{2.5} por estación del SMCAQ. Agosto 2023.

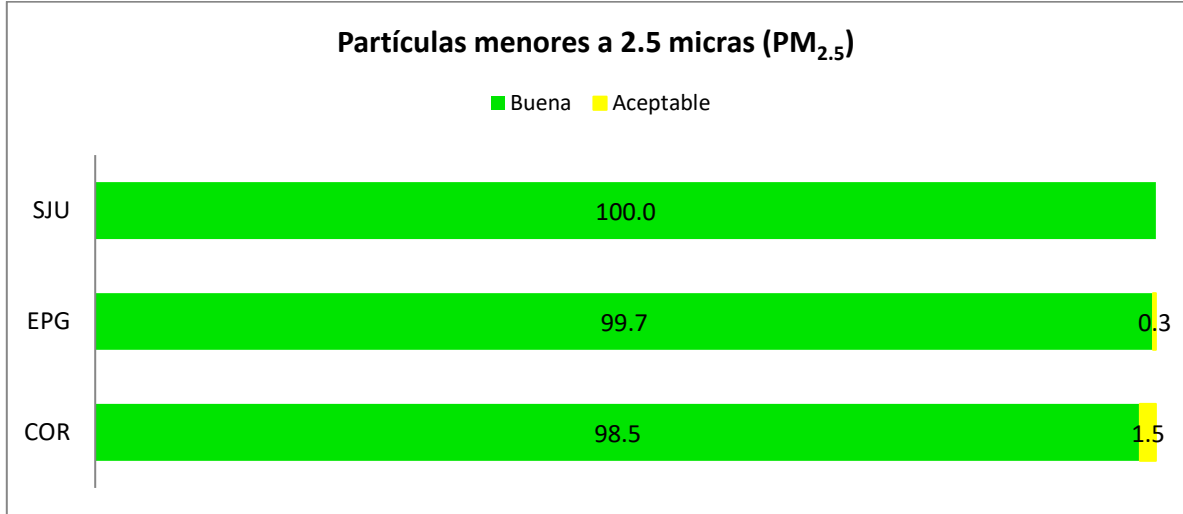
Estación	Partículas menores a 2.5 micras (PM _{2.5}), Agosto 2023																														
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Corregidora (COR)	Buena	Buena	Buena	Aceptable	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Epigmenio González (EPG)	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
San Juan del Río (SJU)	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena



Gráfica 4. Conteo de días por calidad de aire para partículas PM_{2.5} en la ZMQ y en SJR. Agosto 2023.

Tabla 8. Recuento de horas por calidad del aire por PM_{2.5} en las estaciones del SMCAQ. Agosto 2023.

Estación	Promedio móvil ponderado de 12 h	
	Buena	Aceptable
COR	725	11
EPG	734	2
SJU	726	-

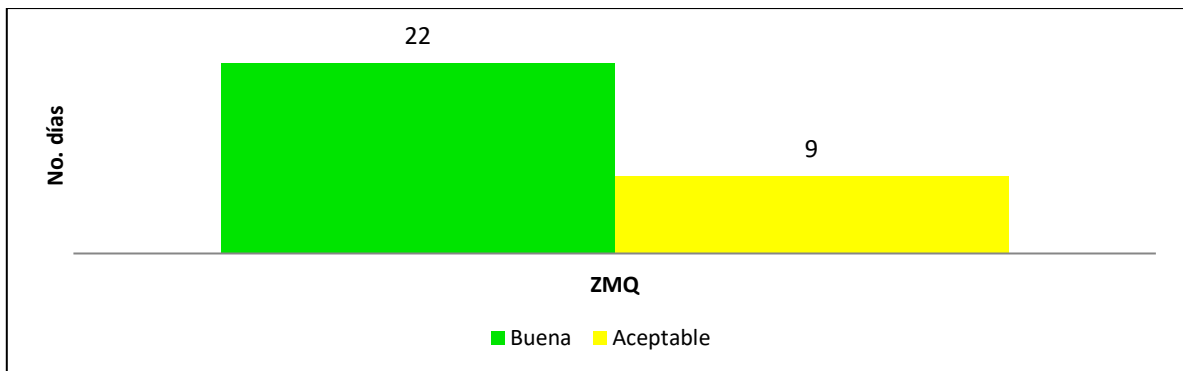


Gráfica 5. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas PM_{2.5}, promedio ponderado 12 h. Agosto 2023.

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

Tabla 9. Calendario ICARS de partículas PM₁₀, estación CAP. Agosto 2023.

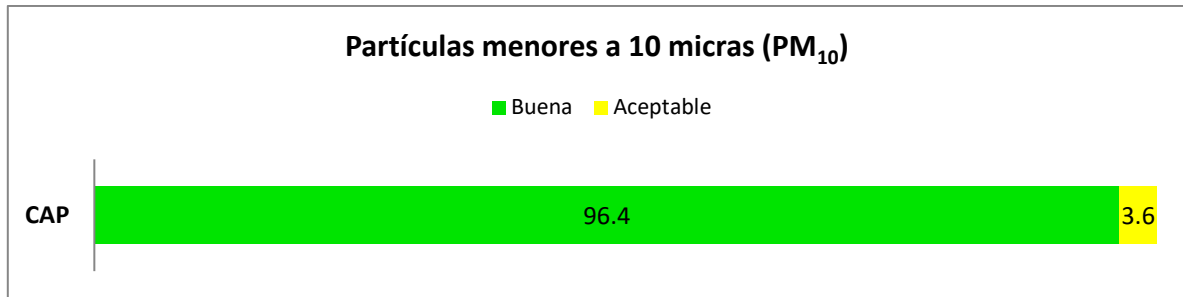
Estación	Partículas menores a 10 micras (PM ₁₀), Agosto 2023																														
	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Carrillo Puerto (CAP)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Gráfica 6. Conteo de días por calidad de aire para partículas PM₁₀ en la ZMQ. Agosto 2023.

Tabla 10. Recuento de horas por calidad de aire por PM₁₀ en las estaciones del SMCAQ. Agosto 2023.

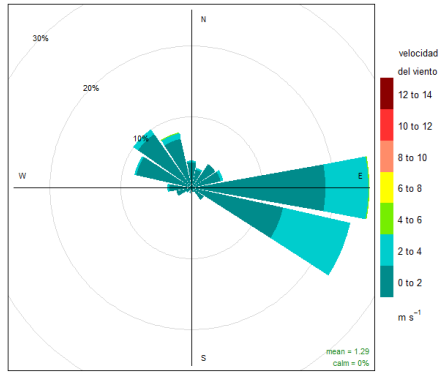
Estación	Promedio ponderado de 12 h	
	Buena	Aceptable
CAP	704	26



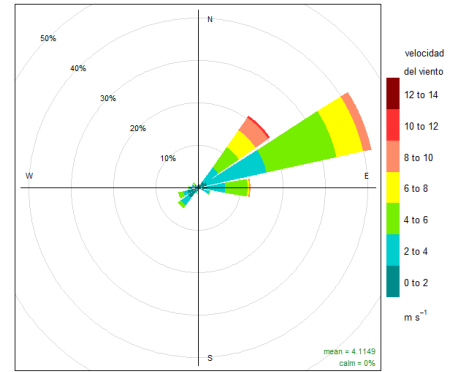
Gráfica 7. Calidad del aire en porcentaje de horas. Partículas (PM₁₀), promedio ponderado 12 h. Agosto 2023.

III. Meteorología

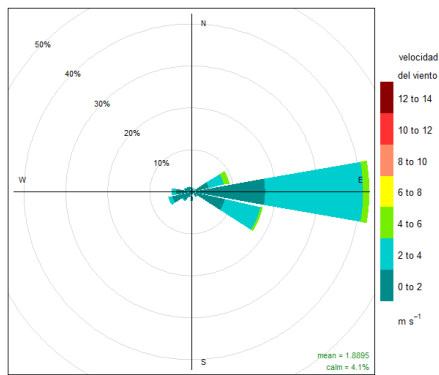
- **Velocidad y dirección de viento.**



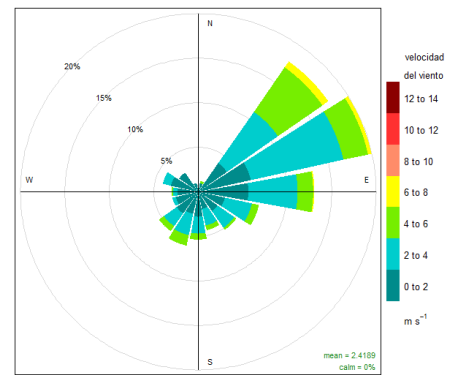
Gráfica 8. Rosa de vientos de la estación Félix Osores (FEO). Agosto 2023.



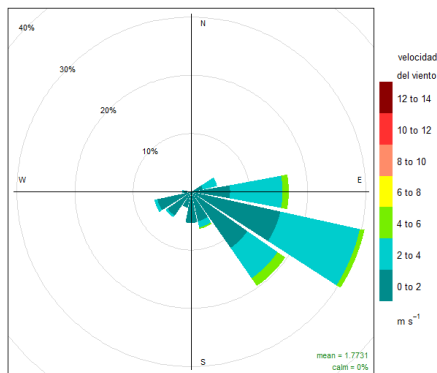
Gráfica 9. Rosa de vientos de la estación Epigmenio González (EPG). Agosto 2023.



Gráfica 10. Rosa de vientos de la estación Carrillo Puerto (CAP). Agosto 2023.

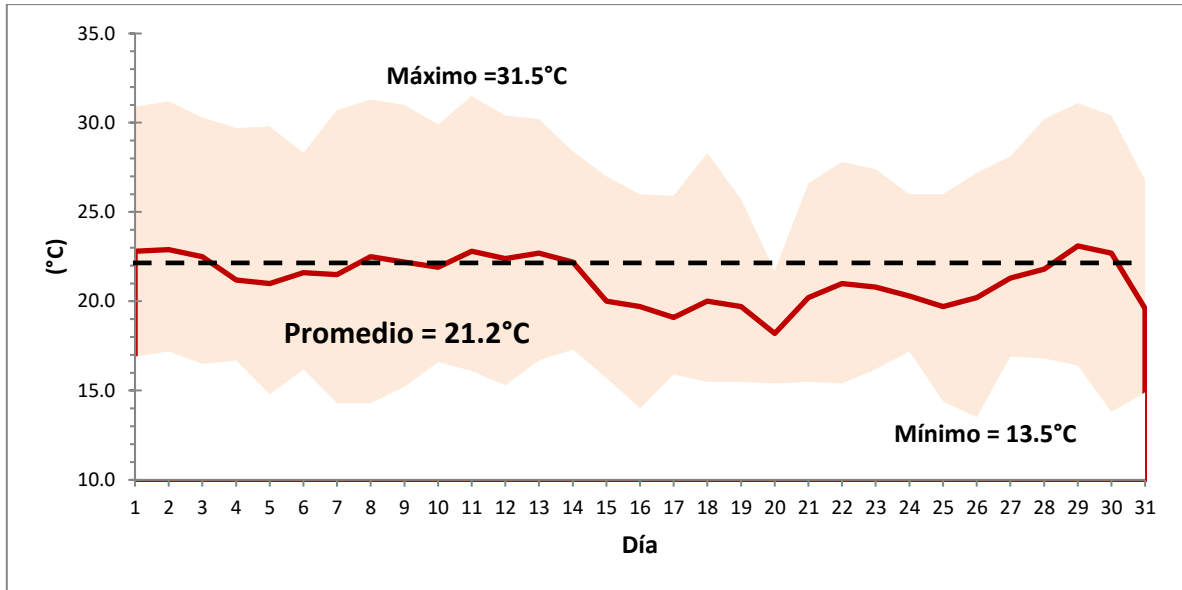


Gráfica 11. Rosa de vientos de la estación Josefa Vergara (JOV). Agosto 2023.

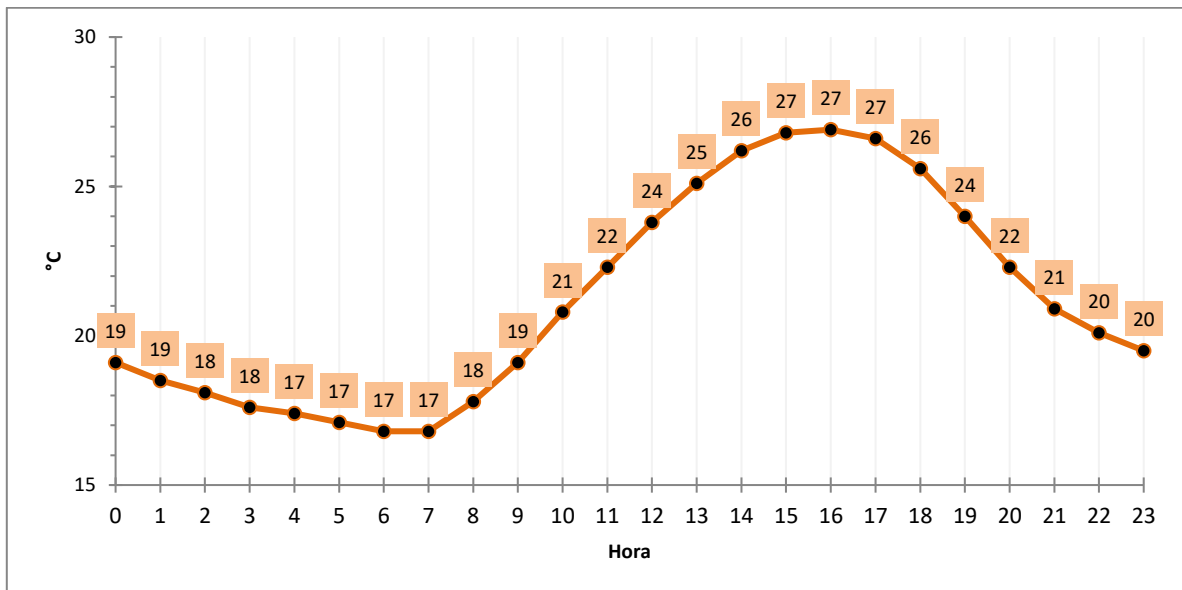


Gráfica 12. Rosa de vientos de la estación Corregidora (COR). Agosto 2023.

- **Temperatura**

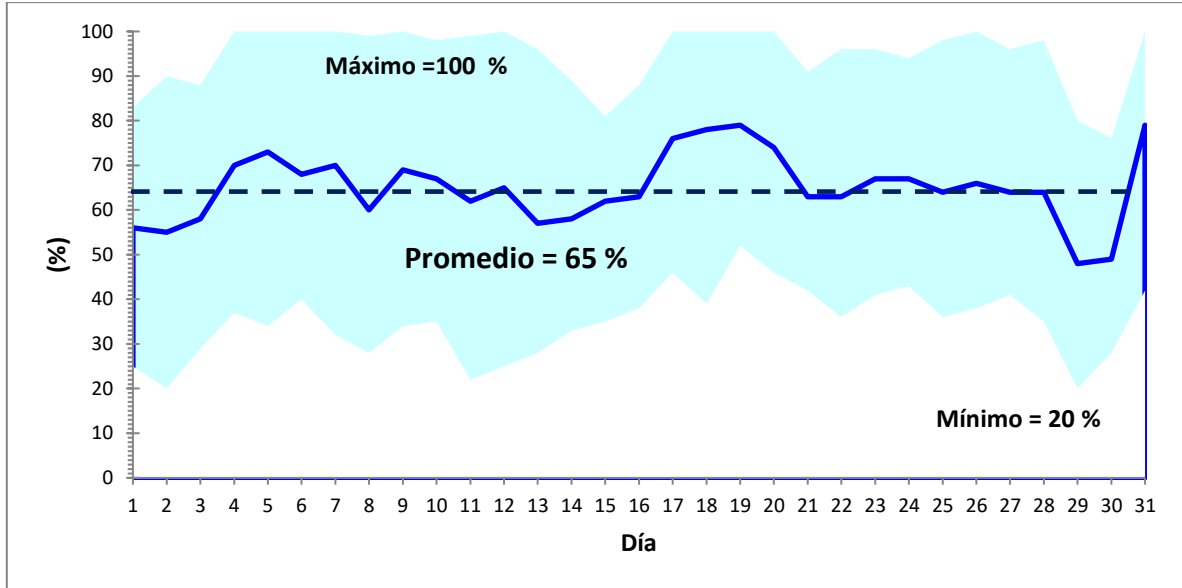


Gráfica 13. Promedio, máximo y mínimo diarios de la temperatura en la ZMQ. Agosto 2023.

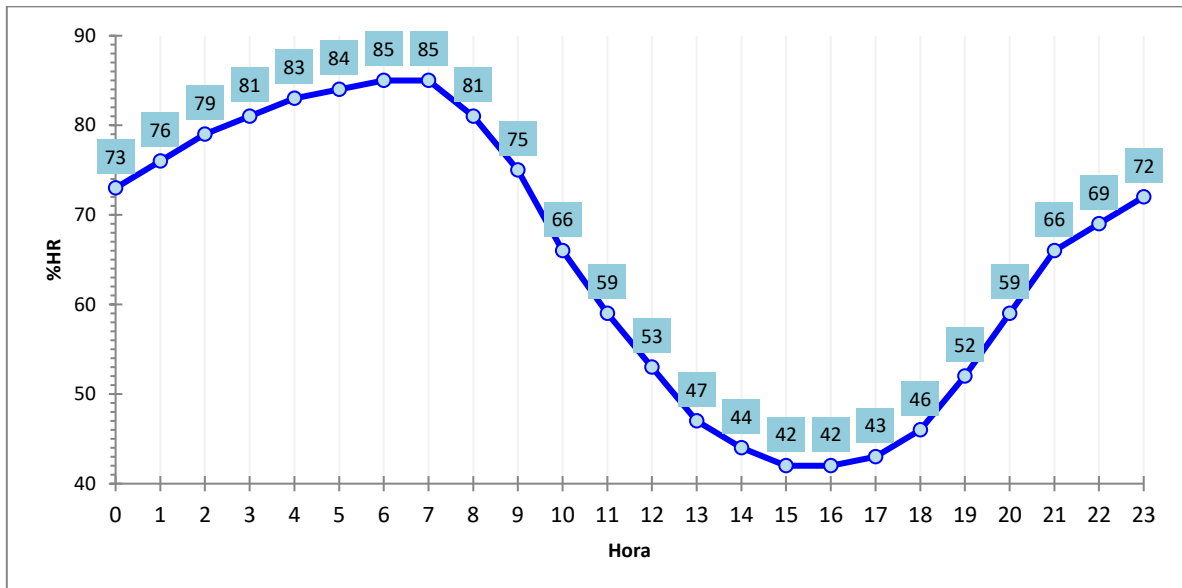


Gráfica 14. Promedio por hora de la temperatura en la ZMQ. Agosto 2023.

- **Humedad relativa**

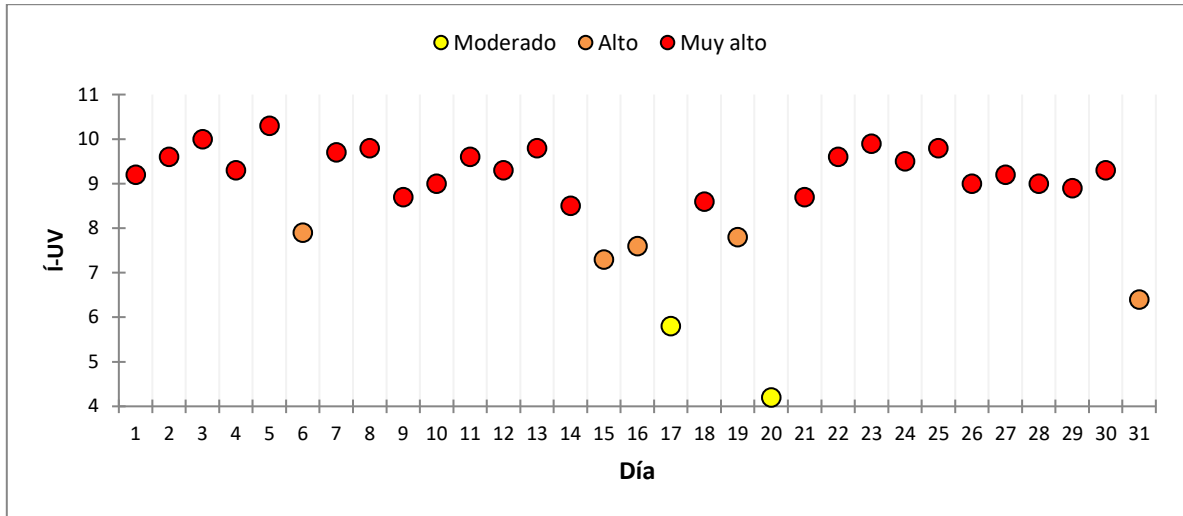


Gráfica 15. Promedio, máximo y mínimo diarios de la humedad relativa en la ZMQ. Agosto 2023.



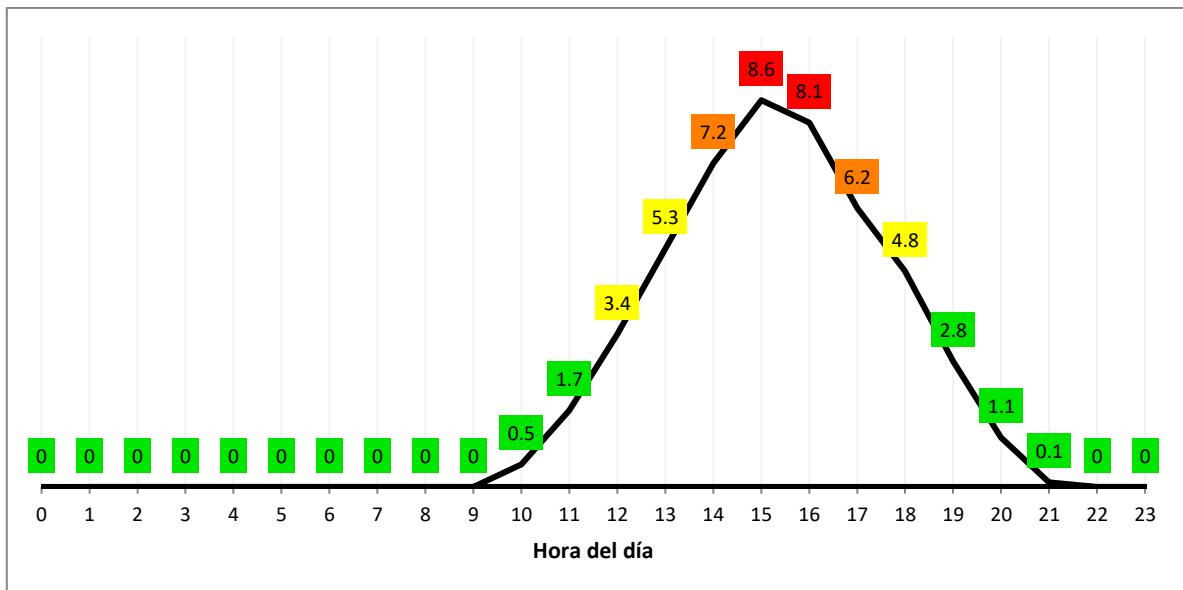
Gráfica 16. Promedio por hora de humedad relativa en la ZMQ. Agosto 2023.

- Índice UV



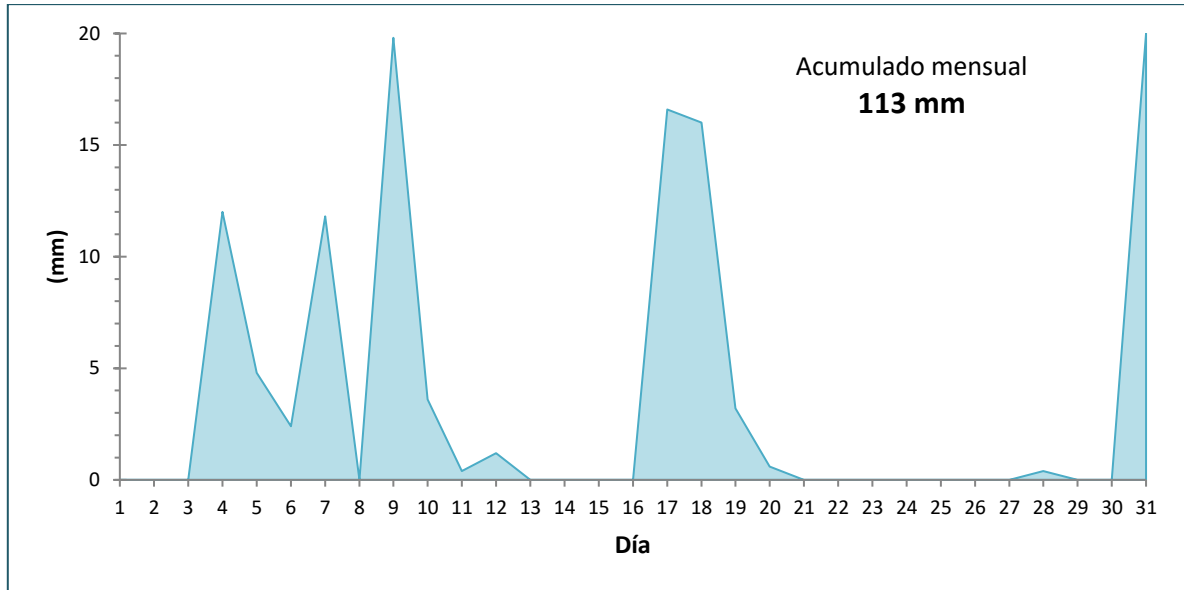
Categoría	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto	Ext. Alto
Vabr	0 a 2	3 a 5	6 a 7	8 a 10	≥11

Gráfica 17. Máximos diarios del índice UV en la ZMQ. Agosto 2023.



Gráfica 18. Promedio por hora del día del índice UV en la ZMQ. Agosto 2023.

- **Precipitación**



Gráfica 19. Acumulados diarios de precipitación pluvial en la ZMQ. Agosto 2023.

IV. Conclusiones

En el mes de agosto de 2023, el ozono fue el único contaminante que superó los Límites Máximos Permisibles (LMP), establecidos en las Normas Oficiales de Salud Ambiental en la ZMQ. El promedio móvil de 8 horas estuvo por arriba del LMP en cinco estaciones y el promedio horario en cuatro estaciones. Registrando 25 días limpios en la ZMQ (81 %). En la ciudad de SJR, se mantuvo dentro de los LMP en todos los contaminantes criterio evaluados durante el mes.

Continuando con la revisión del índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud, establecido en la NOM-172-SEMARNAT-2019, dos contaminantes tuvieron calidad de aire aceptable o mayor: partículas suspendidas, tanto PM_{10} como $PM_{2.5}$, y para Ozono O_3 .

Las partículas suspendidas menores a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), registraron siete días con calidad aceptable en la ZMQ, en un total de 13 horas durante todo el mes. En la ciudad de SJR, se durante todo el mes se tuvo buena calidad de aire por este contaminante.

Las partículas menores a 10 micras (PM_{10}) registraron 9 días con calidad de aire aceptable y un total de 26 horas, representando menos del 4 % de tiempo con esta calidad de aire.

Finalmente, el ozono en la ZMQ contó un día de calidad del aire muy mala en promedio móvil de 8 horas en la estación CAP (11 de agosto) y 5 días con calidad del arie mala (7 al 13 de agosto). El total se registraron 11 días de calidad del aire buena (35 %), 14 días con calidad del aire aceptable (45%) y 6 días (20 %) en calidad mala o superior.

La meteorología de la ZMQ en el mes de agosto de 2023, en cuanto al viento, se observa en general un viento dominante proveniente del este. La estación CAP, el viento del este mostró mayor dominancia con hasta 70 % de los vientos en esta dirección, con minorías desde el oeste; velocidades máximas de 6 m/s y mayoritariamente entre los 2 y 4 m/s.

La estación COR tuvo la mayor parte del viento del este – sureste, con cerca del 65 % y minorías desde el sur y suroeste; velocidades promedio de entre 2 y 4 m/s y máximas de 6 m/s. EPG, tuvo dominancia de vientos desde el este – noreste, con 65 % del total, con velocidades promedio de 4 a 8 m/s y máximas de 11 m/s. FEO tuvo una mayor dominancia de vientos del este – sureste, con cerca de 50 % del tiempo. Las velocidades promedio estuvieron entre 1 y 3 m/s, máximas de 5 m/s. JOV tuvo dominancia de viento desde el este–sureste con alrededor de 50 %. Velocidades promedio de entre 3 y 6 m/s, con máximas de 8 m/s.

El promedio de temperatura fue de 22.1 a 21.2°C, la máxima de 31.5°C el día 11 de agosto mientras que la mínima de 13.5°C el 26 de agosto. El mayor promedio por hora se registró entre las 15:00 y 17:00 horas con 27°C mientras que las mínimas fueron entre las 4:00 y 7:00 horas con 17°C en promedio.

La humedad relativa con un promedio mensual de 65 %. La máxima humedad registrada fue de 100 % en 12 días del mes, mientras que la mínima de 20 % el día 29 de agosto. En cuanto al perfil horario, se registró una máxima humedad promedio entre las 6:00 y 7:00 horas con 85 % y el mínimo fue entre las 15:00 y 16:00 horas con 42 %.

En cuanto al índice UV la mayoría de los días tuvieron un índice muy alto como máximo, debido a la nubosidad abundante presentada durante algunos días.

Se registraron un total de 15 días con precipitación pluvial, sumando un total de 113 mm para el mes de agosto, con máximos de 20 mm acumulados los días 9 y 31 de agosto.

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 (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.