SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE
QUERÉTARO

QUERÉTARO
GOBIERNO DEL ESTADO
Juntos, Adelante.

CONTIGO
TODOS AVANZAMOS

ESTADO Y TENDENCIAS
DE CALIDAD DEL AIRE 2025



Informe Anual

Estado y Tendencias de la Calidad del Aire del Estado de Querétaro

Año 2025

Centro de Monitoreo de Calidad del Aire del Estado de Querétaro

Directorio

Mauricio Kuri González

Gobernador Constitucional del Estado de Querétaro

Marco Antonio Del Prete Tercero

Secretario de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro

Ricardo Javier Torres Hernández

Subsecretario de Medio Ambiente

Teófilo Mario Gómez Su

Director de Control Ambiental

Belisario Sánchez Alaníz

Jefe de Verificación Vehicular

Elaborado por:

Servicios Ambientales Integrales de Consultoría y Cambio Climático (SACYCC)

D.R. Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable del Estado de Querétaro
Boulevard Bernardo Quintana 204, Colonia Carretas, C.P. 76050
Querétaro, Querétaro
www.aire.cemcaq.mx
Marzo 2026.

Contenido

Acrónimos 6

Resumen Ejecutivo 8

I. Introducción 10

II. Comportamiento y tendencia de los contaminantes criterio 11

II.1 Comportamiento y tendencia del dióxido de nitrógeno (NO2) 12

II.2 Comportamiento y tendencia del monóxido de carbono (CO) 16

II.3 Comportamiento y tendencia del ozono (O_3) 19

II.4 Comportamiento y tendencias del dióxido de azufre (SO_2) 25

II.5 Comportamiento y tendencias de partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) 29

II.6 Comportamiento y tendencias partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) 32

III. Evaluación normativa 36

III.1 Evaluación normativa NO2. 38

III.2 Evaluación normativa CO. 39

III.3 Evaluación normativa O_3. 41

III.4 Evaluación normativa SO_2. 42

III.5 Evaluación normativa PM_{10}. 44

III.6 Evaluación normativa $PM_{2.5}$ 45

IV. Índice AIRE Y SALUD (IAS) en el estado de Querétaro en 2025. 47

IV.1 índice Aire y Salud por NO2. 48

IV.2 índice Aire y Salud por CO. 51

IV.3 índice Aire y Salud por O_3. 54

IV.4 índice Aire y Salud por SO_2. 57

IV.5 índice Aire y Salud por PM_{10}. 61

IV.6 índice Aire y Salud por $PM_{2.5}$. 63
IV.7 Índice AIRE Y SALUD combinado. 66

V. Meteorología en la Zona Metropolitana de Querétaro en el año 2025 71
V.1 Temperatura ambiente 72
V.2 Humedad relativa 74
V.3 Presión barométrica 76
V.4 Radiación solar 78
V.5 Precipitación pluvial 80
V.6 Viento 81

Anexos

I. Estaciones de monitoreo
II. Recomendaciones por grupo de población banda cromática de Índice Aire y Salud
III. Estadística descriptiva 2025 de contaminantes criterio por estación de monitoreo
IV. Calendarios 2025, Índice de Arie y Salud combinado por estación de monitoreo

Gráficas

Gráfica 2. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales NO2 en 2025. -- 14
Gráfica 3. Mapa de promedios anuales 2025 para NO2. ---------- 15
Gráfica 4. Tendencia 2021-2025 del NO2 en la ZMQ y en SJR. ---------- 15
Gráfica 6. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales CO en 2025. ---- 17
Gráfica 7. Mapa de promedios anuales en 2025 para CO. ---------- 18
Gráfica 8. Tendencia 2021-2025 del CO en la ZMQ y en SJR. ---------- 19
Gráfica 9. Gráfico de isopletas de ozono en relación a las concentraciones de NO_X y COV (Mitloehner, 2006). ---------- 21
Gráfica 11. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales O_3 en 2025. --- 23
Gráfica 12. Mapa de promedios anuales 2025 para O_3. ---------- 24
Gráfica 13. Tendencia 2021-2025 del O_3 en la ZMQ y en SJR. ---------- 25
Gráfica 15. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales SO_2 en 2025. -- 27
Gráfica 16. Mapa de promedios anuales en 2025 para SO_2. ---------- 28
Gráfica 17. Tendencia 2021-2025 del SO_2 en la ZMQ y en SJR. ---------- 28
Gráfica 19. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales PM_{10} en 2025. - 31
Gráfica 20. Mapa de promedio anual en 2025 para PM_{10}. ---------- 31
Gráfica 21. Tendencia 2021-2025 de las PM_{10} en la ZMQ. ---------- 32
Gráfica 23. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales $PM_{2.5}$ en 2025. 34
Gráfica 24. Mapa de promedios anuales en 2025 para $PM_{2.5}$. ---------- 35
Gráfica 25. Tendencia 2021-2025 de las $PM_{2.5}$ en la ZMQ y SJR. ---------- 36
Gráfica 27. Gráfico de cumplimiento NOM-023-SSA1-2021 - NO2. ---------- 39
Gráfica 29. Gráfico de cumplimiento NOM-021-SSA1-2021 - CO. ---------- 40
Gráfica 31. Gráfico de cumplimiento NOM-020-SSA1-2021 O3 ---------- 42
Gráfica 33. Gráfico de cumplimiento NOM-022-SSA1-2019 SO_2. ---------- 44
Gráfica 35. Gráfico de cumplimiento NOM-025-SSA1-2021 PM_{10} ---------- 45
Gráfica 37. Gráfico de cumplimiento NOM-025-SSA1-2021 $PM_{2.5}$. ---------- 46
Gráfica 38. Calendarios máximos diarios IAS NO2 en ZMQ. Año 2025. ---------- 49
Gráfica 39. Calendarios máximos diarios IAS NO2 en SJR. Año 2025. ---------- 49
Gráfica 40. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS NO2 Año 2025. ---------- 50
Gráfica 41. Porcentaje de horas por estación de monitoreo IAS NO2. Año 2025. 51
Gráfica 42. Calendarios máximos diarios IAS CO en ZMQ. Año 2025. ---------- 51
Gráfica 43. Calendarios máximos diarios IAS CO en SJR. Año 2025. ---------- 52
Gráfica 44. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS por CO. Año 2025. ---------- 53
Gráfica 45. Porcentaje de horas por estación de monitoreo IAS por CO. Año 2025. ---------- 53

Gráfica 46. Calendarios máximos diarios IAS por O3 en ZMQ. Año 2025. ------- 54
Gráfica 47. Calendarios máximos diarios IAS por O3 en SJR. Año 2025.--------- 55
Gráfica 48. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS por O3. Año 2025. ---------- 56
Gráfica 49. Porcentaje de horas por estación de monitoreo IAS O3. Año 2025. -- 57
Gráfica 50. Calendario de máximos diarios del Índice AIRE Y SALUD (IAS) por dióxido de azufre en la ZMQ. Año 2025.---------- 58
Gráfica 51. Calendarios máximos diarios IAS por SO2 en SJR. Año 2025. ------- 59
Gráfica 52. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS por SO2. Año 2025. --------- 60
Gráfica 53. Porcentaje de horas por estación de monitoreo del IAS por SO2. Año 2025. ---------- 60
Gráfica 54. Calendarios máximos diarios IAS por PM_{10} en ZMQ. Año 2025.------ 61
Gráfica 55. Porcentaje de horas en ZMQ IAS por PM_{10}. Año 2025. ---------- 62
Gráfica 56. Calendario de máximos diarios IAS por $PM_{2.5}$ en la ZMQ. Año 2025. - 63
Gráfica 57. Calendario máximos diarios IAS por $PM_{2.5}$ en SJR. Año 2025. ------- 64
Gráfica 58. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS por $PM_{2.5}$. Año 2025. -------- 65
Gráfica 59. Porcentaje de horas por estación de monitoreo IAS por $PM_{2.5}$. Año 2025. ---------- 66
Gráfica 60. Calendarios máximos diarios IAS combinado en ZMQ. Año 2025. --- 67
Gráfica 61. Calendario de máximos diarios IAS combinado en SJR. Año 2025. -- 68
Gráfica 62. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR del IAS combinado. Año 2025. -- 69
Gráfica 63. Porcentaje de horas por estación de monitoreo del IAS combinado. Año 2025. ---------- 70
Gráfica 64. Temperatura ambiente en la ZMQ durante 2025.---------- 73
Gráfica 65. Análisis mensuales de temperatura ambiente en ZMQ durante 2025. 73
Gráfica 66. Humedad relativa en la ZMQ durante 2025. ---------- 75
Gráfica 67. Análisis mensuales de humedad relativa en ZMQ durante 2025.----- 75
Gráfica 68. Promedios de presión barométrica en la ZMQ durante 2025.-------- 77
Gráfica 69. Análisis mensuales de presión barométrica en ZMQ durante 2025.-- 77
Gráfica 70. Comportamiento de radiación solar en la ZMQ durante 2025.------- 79
Gráfica 71. Análisis mensuales de radiación solar en ZMQ durante 2025. ------- 79
Gráfica 72. Acumulados de precipitación pluvial en la ZMQ durante 2025. ------ 80
Gráfica 73. Rosa de vientos promedio anual en ZMQ durante 2025. ------------- 82
Gráfica 74. Rosas de vientos anuales por estación en ZMQ durante 2025.------- 83

Tablas

Tabla 1. Contaminantes criterio medidos por estación en el CeMCAQ. ---------- 10
Tabla 2. Indicadores y límites máximos permisibles normativos por contaminante criterio (COFEPRIS, 2025). ---------- 37

Tabla 3. Resumen de la evaluación normativa del dióxido de nitrógeno (NO2) en 2025. ---------- 38
Tabla 4. Resumen de la evaluación normativa del monóxido de carbono (CO) en 2025. ---------- 40
Tabla 5. Resumen de la evaluación normativa del ozono (O_3) en 2025.. ---------- 41
Tabla 6. Resumen de la evaluación normativa del dióxido de azufre (SO_2) en 2025.. ---------- 43
Tabla 7. Resumen de la evaluación normativa de las partículas suspendidas PM_{10} en 2025.. ---------- 44
Tabla 8. Resumen de la evaluación normativa de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$ en 2025.. ---------- 46
Tabla 9. Rangos, colores y riesgos por banda cromática y contaminante para el Índice AIRE Y SALUD (IAS), según la NOM-172-SEMARNAT-2023, en el año 2025. ---------- 47
Tabla 10. Conteo de días por ciudad del IAS por dióxido de nitrógeno. Año 2025. ---------- 50
Tabla 11. Conteo de días por ciudad del IAS por monóxido de carbono. Año 2025. ---------- 52
Tabla 12. Conteo de días por ciudad del IAS por ozono. Año 2025.---------- 55
Tabla 13. Conteo de días por ciudad del IAS por dióxido de azufre. Año 2025. -- 59
Tabla 14. Conteo de días en la ZMQ del IAS por partículas suspendidas PM_{10}. Año 2025. ---------- 62
Tabla 15. Conteo de días por ciudad del IAS por partículas suspendidas $PM_{2.5}$. Año 2025. ---------- 64
Tabla 16. Conteo de días por ciudad del IAS combinado. Año 2025.---------- 68

Mapas

Mapa 1. Rosas de vientos anuales por sitio de monitoreo en ZMQ durante 2025. 81
Mapa 2. Ubicación de las estaciones de monitoreo en ZMQ durante 2025. ------ 86

Imágenes

Imagen 1. Infografía del dióxido de nitrógeno (NO2). ---------- 12
Imagen 2. Infografía del monóxido de carbono (CO). ---------- 16
Imagen 3. Infografía del ozono (O_3). ---------- 20
Imagen 4. Infografía del dióxido de azufre (SO_2).---------- 26
Imagen 5. Infografía de las partículas suspendidas PM_{10}. ---------- 29
Imagen 6. Infografía de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$. ---------- 33

Acrónimos

NO2	Dióxido de nitrógeno
CO	Monóxido de carbono
O_3	Ozono
SO_2	Dióxido de azufre
$PM_{2.5}$	Partículas suspendidas menores a 2.5 micrómetros (µm)
PM_{10}	Partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (µm)
NOM	Norma Oficial Mexicana
LMP	Límite Máximo Permisible
CAP	Estación de Monitoreo Carrillo Puerto
COR	Estación de Monitoreo Corregidora
EPG	Estación de Monitoreo Epigmenio González
FEO	Estación de Monitoreo Félix Osores
JOV	Estación de Monitoreo Josefa Vergara
EMA	Estación El Marqués (antes 5 de febrero)
SJR	Estación de Monitoreo San Juan del Río
IAS	Índice AIRE Y SALUD
ZMQ	Zona Metropolitana de Querétaro
VV	Velocidad de viento
DV	Dirección de viento
TM	Temperatura ambiente
PB	Presión barométrica
HR	Humedad relativa
PP	Precipitación pluvial

RS	Radiación solar
°C	Grados Celsius
m/s	Metros por segundo
mbar	Milibares
W/m^2	Watts por metro cuadrado
mm	Milímetros de precipitación de lluvia
ppb	Partes por billón
ppm	Partes por millón
µg/m^3	Microgramos por metro cúbico

Resumen Ejecutivo

Durante el 2025 se tuvo un funcionamiento óptimo del Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire del estado de Querétaro (SMCAQ), al contar con información durante todo el año lo que permitió determinar el comportamiento y tendencias de los contaminantes criterio medidos por el sistema, evaluar el cumplimiento normativo respectivo a las normas de salud y el índice AIRE y SALUD (IAS), reafirmando el compromiso para informar la calidad de aire que la población respira.

El dióxido de nitrógeno (NO_2) tuvo concentraciones promedio anuales de entre 0.011 y 0.015 ppm. Monóxido de carbono (CO) registró concentraciones anuales de 0.20 a 0.31 ppm. Dióxido de azufre (SO_2) varió entre 0.002 a 0.004 ppm en medias anuales. El ozono (O_3) osciló en promedios anuales de 0.026 a 0.032 ppm. Partículas menores a 2.5 µm ($PM_{2.5}$) tuvo promedios anuales de entre 14 y 17 µg/m^3. Partículas menores a 10 µm (PM_{10}) medido solo en la estación CAP, tuvo una media anual de 40 µg/m^3. En el caso del NO_2, el CO, el SO_2, las $PM_{2.5}$ y las PM_{10}, se registraron picos de concentración horaria, uno por las mañanas, entre las 6:00 y 10:00 horas, y otro vespertino nocturno, entre las19:00 y 22:00 horas. En cambio, el O_3 presentó pico de concentración máxima horaria, entre las 13:00 a 18:00 horas.

En la evaluación normativa, con respecto a las normas de salud, el NO_2 y CO cumplieron en todas las estaciones. El SO_2 cumplió en la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ), pero en la estación de San Juan del Río (SJR) se superó el Límite Máximo Permisible (LMP) del promedio horario en algunos días. El O_3, las $PM_{2.5}$ y las PM_{10} registraron incumplimiento de los límites máximos permisibles en todas las estaciones.

Respecto al Índice AIRE y SALUD (IAS) el NO_2 el 84.7% de los días del año presentó calidad del aire buena en la ZMQ y el 98.6% en SJR. El resto fue calidad del aire aceptable. El CO registró calidad del aire buena el 100% de los días del año, tanto en ZMQ como en SJR. El O_3 en la ZMQ el 37.5% de los días del año se tuvo calidad del aire buena, el 58.3% aceptable y solo el 4.2% fue mala. En SJR, el 56.5% de los días del año se tuvo calidad del aire buena, el 40.9% aceptable y solo el 2.6% fue mala. El SO_2 en la ZMQ registró 99.7% de los días del año calidad del aire buena y 0.3% aceptable. En SJR el 91.9% fue calidad del aire buena, el 7.2% fue aceptable y el 0.8% fue mala. Las PM_{10} en la ZMQ registró el 55.7% de los días del año con calidad del aire buena, el 11.1% aceptable, el 31.2% mala, 1.7% mala y 0.3% muy mala. Las $PM_{2.5}$ en la ZMQ registró el 28.7% de los días del año con calidad del aire

buena, el 51.8% aceptable, el 19.2% mala y 0.3% muy mala. En SJR el 53.0% fue buena, 45.6% aceptable y 1.4% mala.

Sobre la meteorología medida por el SMCAQ, la temperatura ambiente registró un promedio anual de 19.8 °C, con una máxima de 35.7 °C y mínima de 2.3 °C. El mes más cálido fue mayo mientras que enero fue el más frío. En la humedad relativa, la media anual alcanzó un valor de 58 %, un máximo de 99 % y un mínimo de 3 %. Junio fue el mes más húmedo y marzo el más seco. La presión barométrica tuvo una media anual de 816.6 mbar, con un máximo absoluto de 828.8 mbar y mínimo absoluto de 804.8 mbar. La radiación solar tuvo un máximo absoluto de 963 W/m^2 siendo el mes de abril el que registro la mayor cantidad de radiación solar. En el viento, la dirección predominante fue el este noreste, seguido del suroeste. La velocidad promedio del viento fue de 1.5 m/s con una máxima de 11.9 m/s. La precipitación pluvial registró 817 mm acumulados, repartidos en 81 días, lo que convierte el 2025 en el año más lluvioso registrado desde 1941. El mes más lluvioso fue agosto con 189.0 mm. Cabe destacar que las anteriores condiciones climáticas contribuyeron a que los niveles de contaminación fueran menores respecto al 2024 y 2023.

I. Introducción.

El Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire es administrado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable a través de la Subsecretaría de Medio Ambiente y su Dirección de Control Ambiental.

Actualmente cuenta con 7 estaciones de monitoreo, 6 en la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ) y una más en la ciudad de San Juan del Río (SJR). El detalle de las estaciones y sus ubicaciones pueden observarse en el anexo I.

Los contaminantes criterio medidos en cada una de las estaciones se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Contaminantes criterio medidos por el SMCAQ.

Estación	NO2	CO	O_3	SO_2	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Carrillo Puerto (CAP)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Corregidora (COR)	✓	✓	✓	✓		✓
Epigmenio González (EPG)	✓	✓	✓	✓		✓
Félix Osores (FEO)	✓	✓	✓	✓		✓
Josefa Vergara (JOV)	✓	✓	✓	✓		
El Marqués (EMA) (antes 5 feb)	✓					
San Juan del Río (SJR)	✓	✓	✓	✓		✓

✓ Se mide ■ No se mide

En el caso de la estación El Marqués EMA (anteriormente denominada 5 de febrero por su ubicación en el mirador de 5 de febrero por el periodo de abril a noviembre 2025), debido a problemas con el suministro de energía eléctrica en el edificio no fue posible contar con suficiencia de información en ese periodo, por lo que se decidió reubicarla al municipio de El Marqués donde ha estado operando a partir de diciembre del año pasado.

La información de calidad del aire se publica en los siguientes sitios:

- Página web del CeMCAQ: http://aire.cemcaq.mx/
- Red social X con el perfil: @CeMCAQ
- Aplicación móvil "AmbienteQro", disponible para Android e iOS.
- Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire, SINAICA: https://sinaica.inecc.gob.mx/

II. Comportamiento y tendencia de los contaminantes criterio

La contaminación del aire representa una problemática tanto para la salud pública como la preservación del medio ambiente. Definida en términos simples: es la emisión de sustancias que alteran la composición natural de la atmósfera y superan su capacidad de diluirlos, dispersarlos o depositarlos; causando efectos indeseables en el medio ambiente, la salud, economía y más[1].

En el año 1970, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA), estableció 6 contaminantes que, por su presencia importante en la atmósfera y afectaciones importantes a la salud, los denominó como "criterio", es decir, aquellos que deben de ser medidos para asegurar una calidad de aire digna. Estos son: el dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), material particulado (PM) y el plomo (Pb).

A pesar de que el plomo sigue siendo un contaminante criterio, los cambios en sus regulaciones y disminución de uso ha propiciado una disminución importante en sus concentraciones desde la década de 1990, por lo que en la mayoría de los Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire alrededor del mundo se ha dejado de medir.

El año 2025 fue un año atípico en cuanto a la climatología ya que se registró el año más lluvioso en décadas, donde la Comisión Nacional de Aguas (CONAGUA) estableció que al menos desde 1941 no se registraba dicha cantidad de precipitación[2]. Dicha condición trajo alta humedad y vientos a una velocidad favorable que mejoraron la dispersión y deposición de los contaminantes, teniendo gran cantidad de días con calidad del aire buena y aceptable.

[1] Petruzzello, M. (2024, 24 abril). Air Pollution. Britannica. Recuperado 3 de febrero de 2026, de https://www.britannica.com/science/air-pollution

[2] Salgado, A. (2025, 15 octubre). 2025, año con las lluvias más intensas en 80 años. El Universal Querétaro. https://www.eluniversalqueretaro.mx/nacion/2025-ano-con-las-lluvias-mas-intensas-en-80-anos/

II.1 Comportamiento y tendencia del dióxido de nitrógeno (NO_2)

Es un gas de color rojizo con un olor penetrante. Es un contaminante que causa diversos daños a la salud y que es un contribuyente importante del smog fotoquímico, el cual es una combinación de gases y partículas de color opaco muy presente durante la época fría y que causa gran daño a la salud de la población[3]. Sus principales fuentes y efectos se pueden observar en la infografía de la imagen 1.



Imagen 1. Infografía del dióxido de nitrógeno (NO2).

El NO_2 es un contaminante criterio que es utilizado como indicador de los óxidos de nitrógeno (NO_X), los cuales son la suma del monóxido de nitrógeno (NO) y del NO_2. Varía en gran parte junto con el tráfico vehicular. Sin embargo, el pico está ligeramente desplazado de las horas pico, debido a que un considerable porcentaje es de origen secundario, es decir, surge de la oxidación del NO que se emite desde los escapes de los vehículos. Esto, junto con las condiciones meteorológicas de dispersión son las que determinan las tendencias en diferentes escalas de tiempo.

En la gráfica 2, se muestra el análisis temporal del NO_2. Comenzando por el comportamiento por hora del día, se observa que es muy similar entre la ZMQ y SJR. En el caso de la ZMQ, entre las 7:00 y 9:00 horas, se observó una elevación de niveles, alcanzado un máximo de 19.8 ppb a las 8:00 horas. En San Juan del Río,

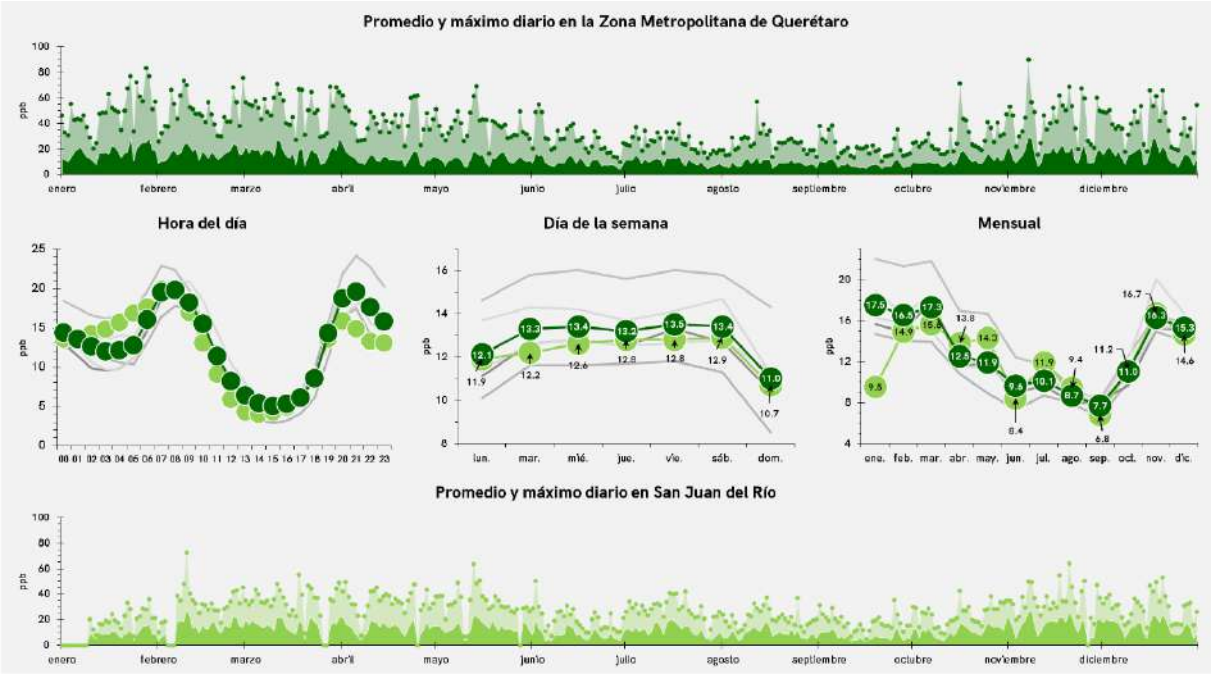
[3] US EPA. (2025, 10 julio). Basic information about NO2. Recuperado 26 de enero de 2026, de https://www.epa.gov/NO2-pollution/basic-information-about-NO2

presentó un comportamiento similar en el mismo rango de horas, con un máximo de 19.9 ppb a las 7:00 horas. La otra elevación de concentraciones ocurrió en la tarde – noche, observando que tuvo una concentración similar a la de la mañana en la ZMQ, con un máximo de 19.6 ppb a las 21:00 horas. En SJR, este incremento fue menor que el matutino, con un máximo de 15.9 ppb a las 20:00 horas.

En cuanto a los promedios por día de la semana, entre los martes y sábados es donde se reflejó un promedio mayor. El valor mayor alcanzado los viernes en ambas zonas, con 13.5 y 12.9 ppb en promedio, respectivamente. El menor promedio, en cambio, fue los domingos donde el promedio fue de 11.0 ppb en ZMQ y 10.7 ppb en SJR.

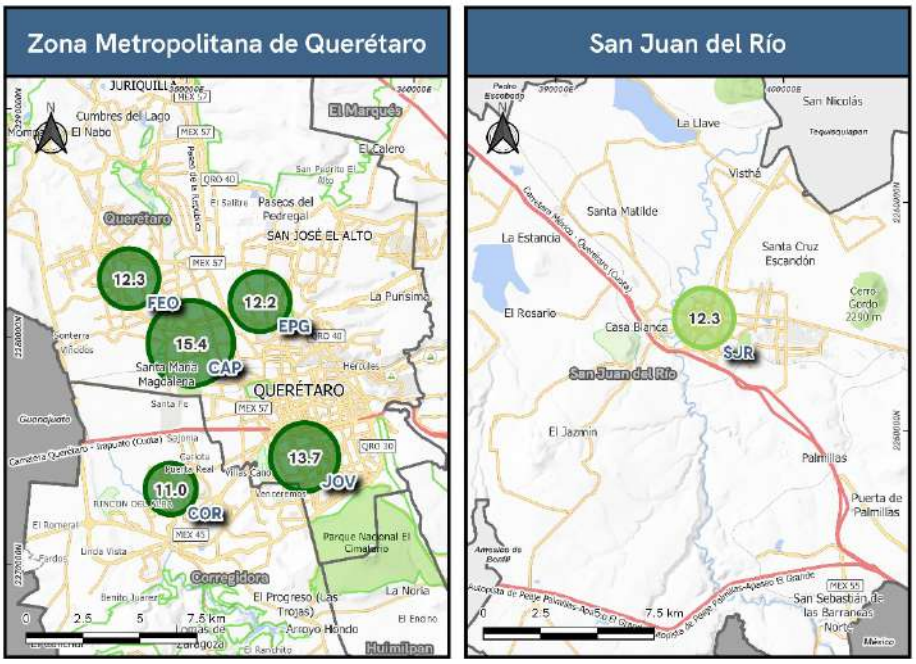
El comportamiento mensual refleja la relación del NO_2 con la dispersión de contaminantes. En ambas zonas, su mayor promedio ocurrió durante la época fría, donde las condiciones de dispersión son menores, teniendo atmósferas estables y fenómenos de inversión térmica. En esta época, entre noviembre y marzo, se tuvieron promedios encima de 16.0 ppb con máximo de 17.5 en enero en la ZMQ y de 14.6 ppb con máximo de 16.7 ppb en noviembre, en SJR. La época húmeda, debido a los vientos constantes y la deposición, fue la que tuvo menores promedios, estando por debajo de 11.0 ppb en ambas zonas entre junio y septiembre, donde las intensas lluvias ocurridas, ayudaron a mantener bajos los niveles de concentración de NO_2.

Por último, se muestra el promedio y máximo diarios en ambas zonas. En la ZMQ, el promedio, estuvo encima de 20.0 ppb en algunos días de la época fría mientras que, en los meses húmedos, la mayoría de los días se quedaron debajo de 10.0 ppb de promedio. Los máximos diarios alcanzaron los 90.0 ppb durante noviembre mientras que fueron menores a 20.0 ppb durante la época de lluvias. En SJR, de igual manera, se tuvieron días con promedios encima de 20.0 ppb durante febrero y noviembre, en tanto, entre junio y septiembre hubo gran cantidad de días con promedios en 5.0 ppb o menores. También en febrero y noviembre ocurrieron las mayores concentraciones máximas horarias, con días entre las 70.0 y 80.0 ppb. En la época húmeda, los máximos no superaron las 20.0 ppb en muchos días.



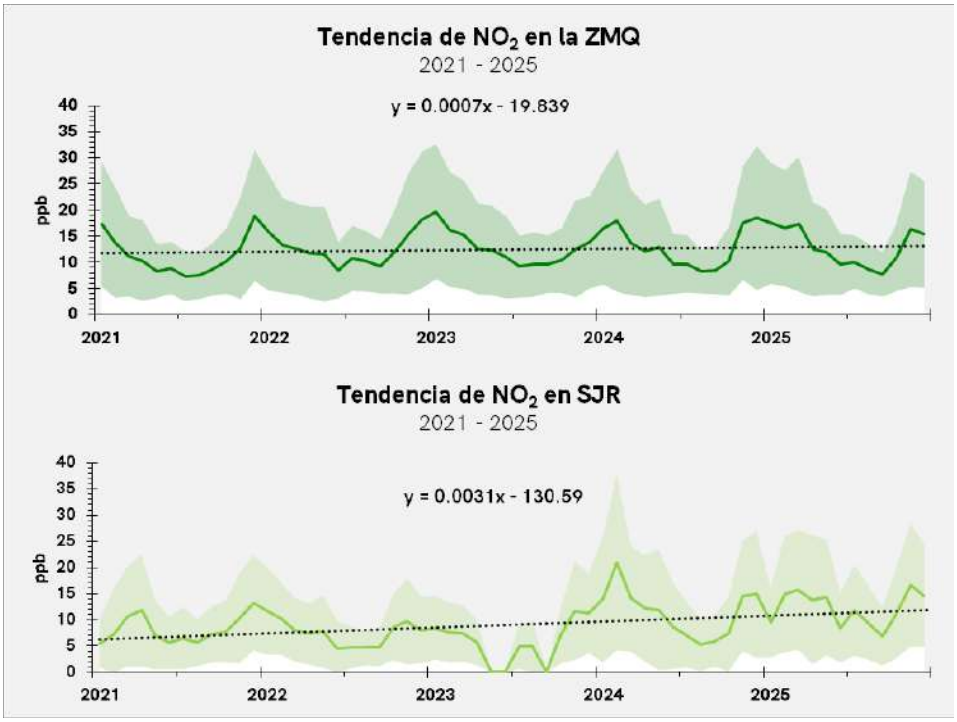
Gráfica 1. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales NO2 en 2025.

En la gráfica 2 podemos observar las zonas con mayores concentraciones promedio anuales de NO2. La zona alrededor de CAP fue donde se concentró un promedio mayor, llegando a 15.4 ppb donde existe tráfico vehicular y actividad industrial. En el resto de las estaciones en ZMQ se registraron promedios anuales entre 11 y 14 ppb. En SJR se registró un promedio de 12.3 ppb, el cual abarca toda la zona centro de la mancha urbana del municipio.



Gráfica 2. Mapa de promedios anuales 2025 para NO_2.

Finalmente, en la gráfica 4 podemos observar la tendencia del NO_2 en el período 2021 – 2025. En la ZMQ, observando un ligero pero significativo aumento en las concentraciones. En el caso de SJR, el análisis indicó un aumento 4 veces más rápido que en la ZMQ, especialmente notado en 2024 y 2025.



Gráfica 3. Tendencia 2021-2025 del NO2 en la ZMQ y en SJR.

II.2 Comportamiento y tendencia del monóxido de carbono (CO)

Este gas, inodoro e incoloro, está presente de manera natural en la atmósfera, en concentraciones de 0.5 a 6.0 ppm en promedio. Sin embargo, debido a los procesos de combustión e industriales, entre otros, que se llevan a cabo en las zonas urbanas, dichas concentraciones suelen aumentar significativamente. Este gas contaminante, debido a la incapacidad de poder detectarlo sensorialmente, es potencialmente peligroso para la salud cuando sus concentraciones superan los límites normativos establecidos[4]. Las fuentes de emisión y efectos en la salud están resumidas en la infografía de la imagen 2.



Imagen 2. Infografía del monóxido de carbono (CO).

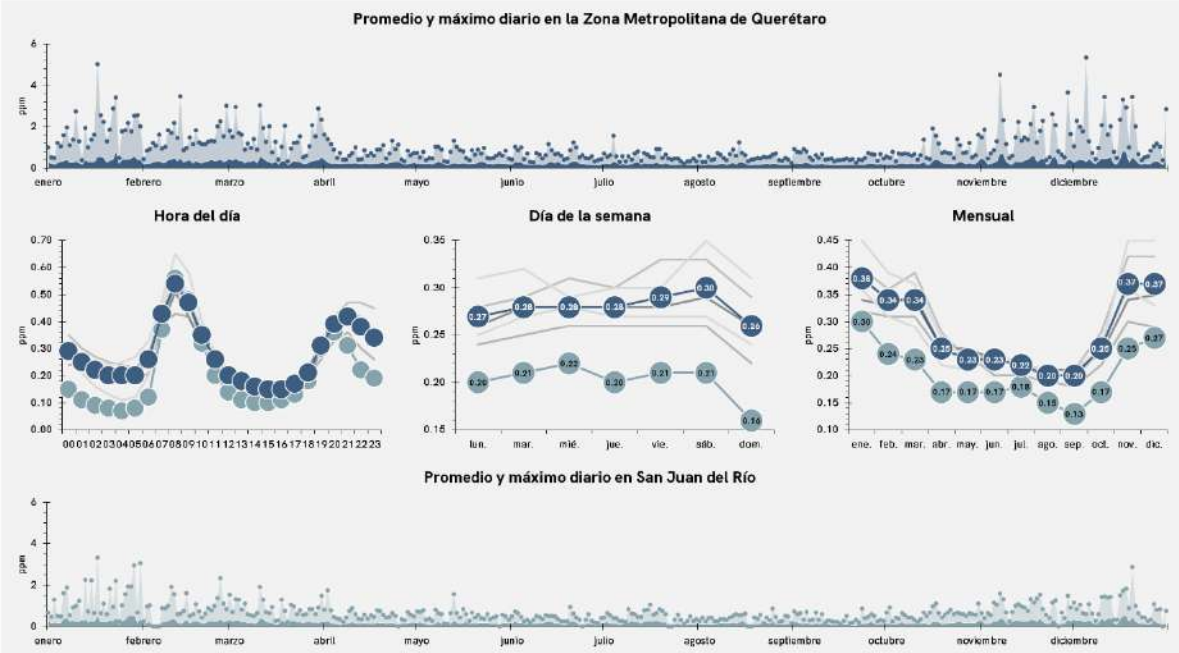
El comportamiento temporal del CO se muestra en la gráfica 4. En los promedios por hora del día, tanto en la ZMQ como en SJR se muestran dos picos importantes; uno matutino, de mayor magnitud, y uno vespertino que es significativamente menor. El matutino, en ambas zonas, estuvo en un promedio de alrededor de 0.5 ppm como máximo a las 8:00 horas. Durante la tarde, el pico tuvo una concentración máxima de 0.36 ppm a las 20:00 horas en SJR y de 0.42 ppm en la ZMQ a las 21:00 horas.

[4] ATSDR. (2016, 6 mayo). Resumen de Salud pública: Monóxido de carbono (Carbon monoxide). Recuperado 26 de enero de 2026, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.html

En las emisiones por día de la semana, a excepción del domingo, se mantuvieron los picos en valores similares. En la ZMQ, el máximo se alcanzó el sábado con un promedio de 0.30 ppm mientras en SJR fueron los miércoles con 0.22 ppm. Los domingos bajaron las concentraciones y se alcanzaron los mínimos, con 0.26 ppm en ZMQ y 0.16 ppm en SJR.

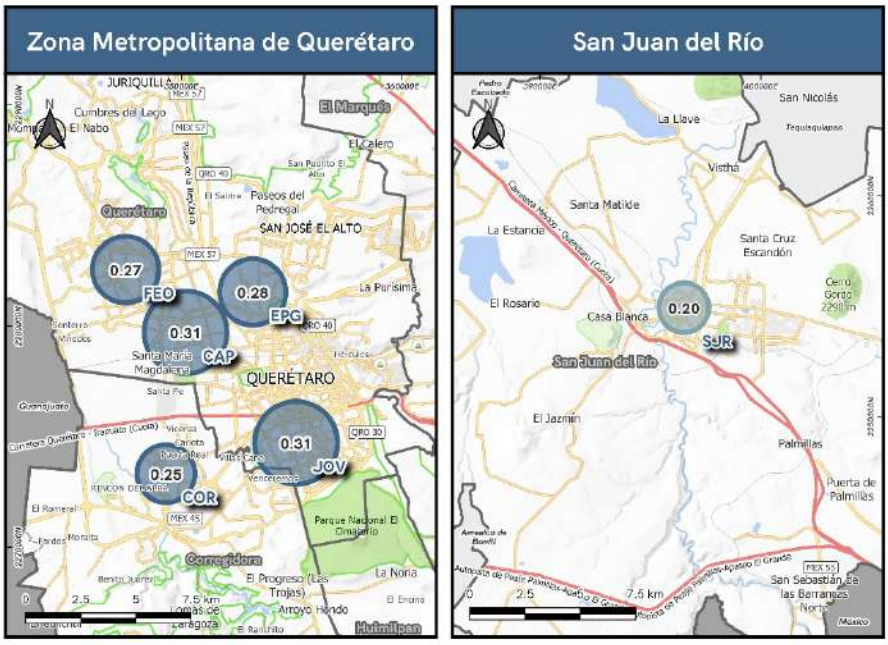
Los promedios mensuales muestran los mayores valores en la época comprendida entre noviembre y marzo, donde las condiciones desfavorables para la dispersión de contaminantes contribuyeron a mantener los valores altos, alcanzando el máximo en enero con 0.38 ppm en ZMQ y 0.30 ppm en SJR. En cambio, las menores concentraciones se observaron en la época húmeda, donde se alcanzaron los mínimos en septiembre, donde las buenas condiciones de dispersión y las grandes cantidades de precipitación pluvial contribuyeron a mantener bajas las concentraciones.

En cuanto a los promedios y máximos diarios, entre noviembre y hasta marzo, es donde se presentaron los valores más altos. En la ZMQ, ocurrió de manera más notoria entre noviembre y enero, mientras que en enero y febrero en SJR.



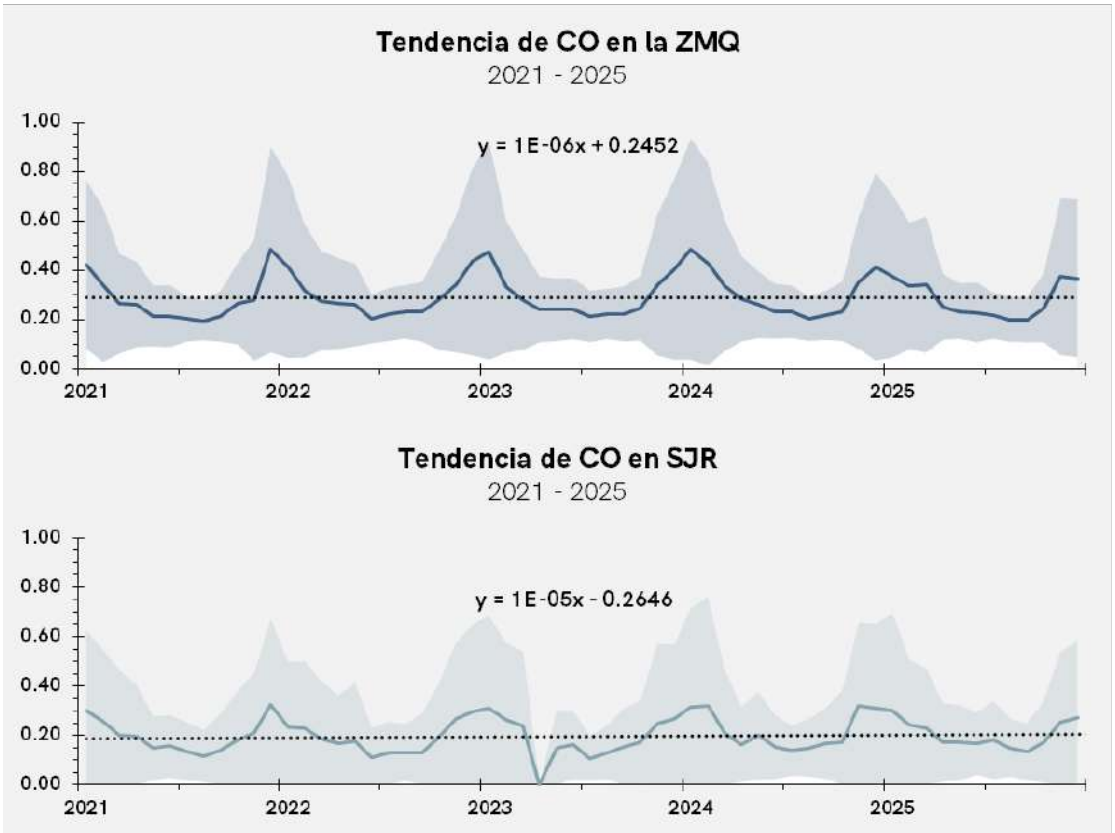
Gráfica 4. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales CO en 2025.

En cuanto a los promedios anuales, las zonas donde se registró una mayor concentración de CO fueron entre JOV y CAP con registros entre 0.29 y 0.31 ppm. Después de ello, las zonas de FEO y EPG, en el norte de la ciudad, tuvieron proporciones entre 0.26 a 0.28 ppm. Finalmente, COR fue la de menor concentración en la ZMQ. SJR registró 0.20 ppm como promedio anual.



Gráfica 5. Mapa de promedios anuales en 2025 para CO.

En ambas zonas se observó una tendencia sin incrementos ni disminución con una pendiente en un orden muy bajo, por lo que las concentraciones de CO se han mantenido iguales en el período de los últimos 5 años.



Gráfica 6. Tendencia 2021-2025 del CO en la ZMQ y en SJR.

II.3 Comportamiento y tendencia del ozono (O_3)

Existen dos tipos de ozono, de acuerdo con la capa de la atmósfera en que se encuentran. El primero, el ozono estratosférico, tiene un efecto protector sobre la vida en la Tierra, al absorber gran parte de la radiación UV de onda corta proveniente del sol, y con ello reduce significativamente el daño a los seres vivos que habitan en la capa inferior, la tropósfera. Precisamente en esta última es donde se forma el ozono contaminante. El ozono troposférico es un contaminante de origen secundario. Es un gas originado de la reacción del oxígeno atmosférico con radicales libres que provienen de los compuestos orgánicos volátiles (COV) y los óxidos de nitrógeno (NO_X) en presencia de la radiación ultravioleta proveniente del sol. Debido a su naturaleza química, crea un entorno oxidante que daña a todos los seres vivos que entran en contacto y también es parte importante del smog

fotoquímico[5]. La infografía de la imagen 3 muestra las principales fuentes de sus precursores y sus efectos en la salud de las personas.

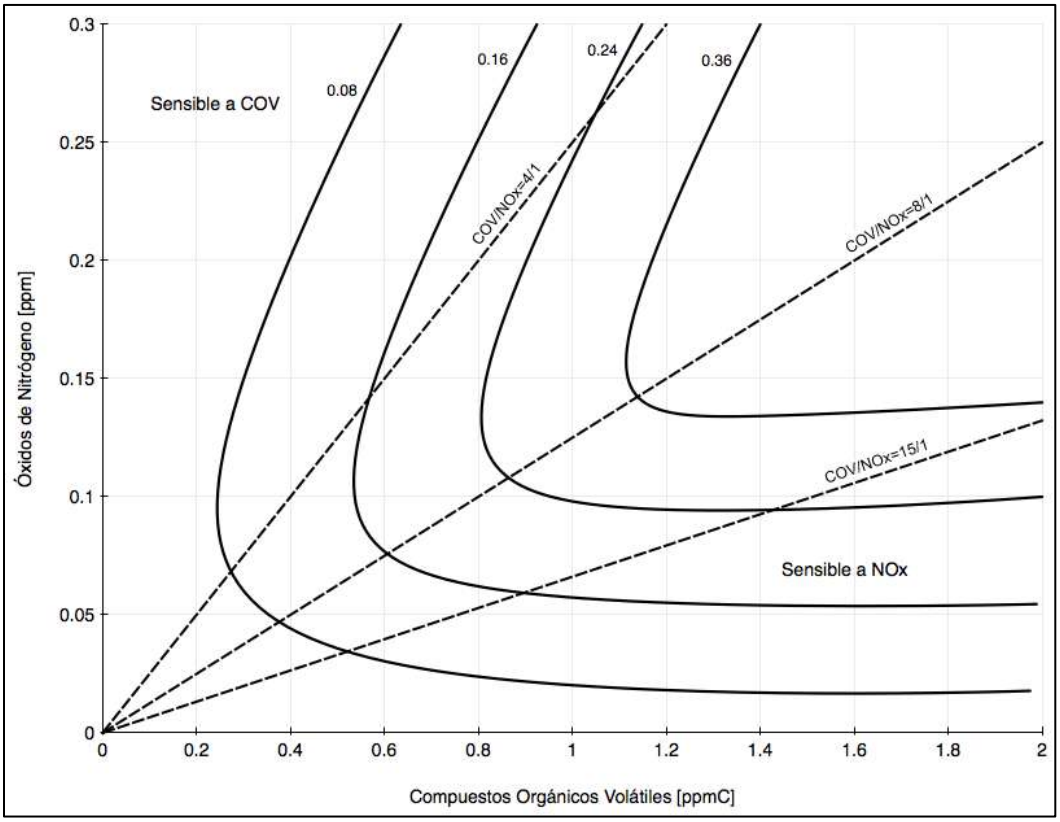


Imagen 3. Infografía del ozono (O_3).

Una estrategia para limitar y reducir sus concentraciones es el control y reducción de emisiones de COV y NO_X de manera conjunta, para lo cual utilizaremos el diagrama de isopletas de la gráfica 7, conocido también como enfoque de modelado cinético empírico (Empirical Kinetic Modeling Approach, EKMA) para explicar cómo bajo ciertas condiciones, el reducir solamente un contaminante, puede incluso aumentar las concentraciones de ozono[6].

[5] US EPA. (2025a, marzo 11). Ground-level Ozone Basics. Recuperado 26 de enero de 2026, de https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics

[6] Mitloehner, F. M. (2006). Interaction among air quality, climate change and California agriculture [Impreso]. En Climate Change: Challenges and Solutions for California Agricultural Landscapes. (1.a ed., pp. 25-33). Cavagnaro T.R. https://www.researchgate.net/publication/254862698_Interaction_among_air_quality_climate_change_and_California_agriculture



Gráfica 7. Gráfico de isopletas de ozono en relación a las concentraciones de NO_X y COV (Mitloehner, 2006).

Los valores 4/1, 8/1 y 15/1 representan las relaciones (ratios) VOC/NOx (Compuestos Orgánicos Volátiles a Óxidos de Nitrógeno) que se utilizan para predecir la sensibilidad de la formación de ozono a los precursores. Estas relaciones definen el régimen químico en el cual se encuentra una zona urbana para determinar si la reducción de ozono se logra mejor controlando los VOCs o los NOx. Las líneas curvas en la gráfica representan las isopletas ozono.

Menor a 4/1 Régimen Limitado por COV. Hay una abundancia de NOx y pocos COV. En esta región, disminuir los NOx puede provocar, paradójicamente, un aumento en la concentración de ozono, por lo que la estrategia de control debe enfocarse principalmente en reducir compuestos orgánicos volátiles.

Entre 4/1 y 8/1 Zona de Transición. Es un área intermedia donde las estrategias de control deben ser cuidadosas. Reducir NOx comienza a tener un impacto más positivo que antes, pero sigue existiendo una fuerte influencia de los COV.

Mayor a 8/1 Régimen Limitado por NOx. Hay abundancia de COV y menos NOx. la reducción de NOx es la estrategia más efectiva para disminuir la formación de ozono.

Mayor a 15/1 Régimen muy alto. Las disminuciones en los COV no tienen efectos significativos en la reducción de ozono, confirmando que el control de NOx es el único camino eficaz.

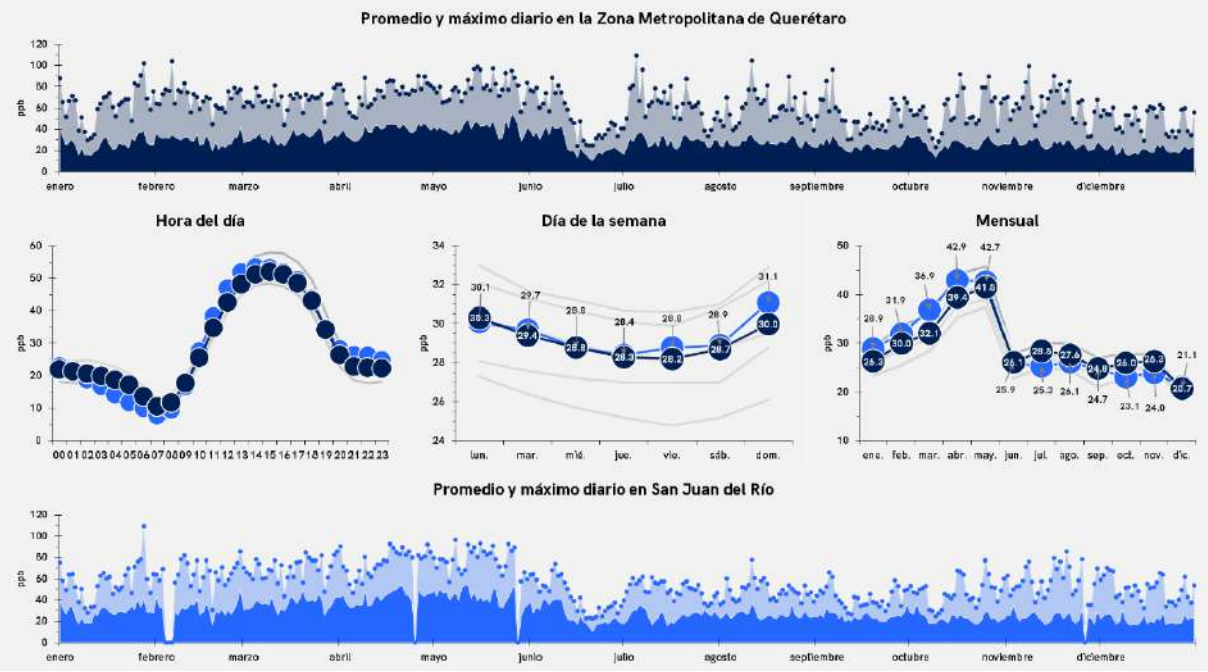
El comportamiento horario refleja la relación entre la cantidad de radiación disponible con las concentraciones de ozono. Se observa cómo la cantidad de ozono aumenta conforme mayor es la luz solar, en general, en todas las estaciones se comportó de la misma manera y las variaciones en concentración pudieron ocurrir por diferentes razones, especialmente la relación COV/NO_X. Así, en la ZMQ y en SJR se alcanzaron las mayores concentraciones entre las 13:00 y 17:00 horas, llegando a un pico promedio de 52 ppb en ZMQ y de 53 ppb en SJR, a las 15:00 horas en ambas zonas.

En cuanto al comportamiento por día de la semana, las mayores concentraciones en promedio fueron los lunes y domingos, que coincidió con los menores valores de NO_2. Las menores concentraciones ocurrieron los viernes en la ZMQ y los jueves en SJR.

En los promedios mensuales, en ambos casos, entre febrero y mayo es donde se registraron los mayores valores, significativamente mayores que el resto de los meses. El valor más alto fue de 42.9 ppb en abril en SJR y de 41.5 ppb en la ZMQ en mayo. El resto de los meses estuvieron por debajo de las 30 ppb, con un mínimo en diciembre en ambas zonas, apenas superando las 20 ppb.

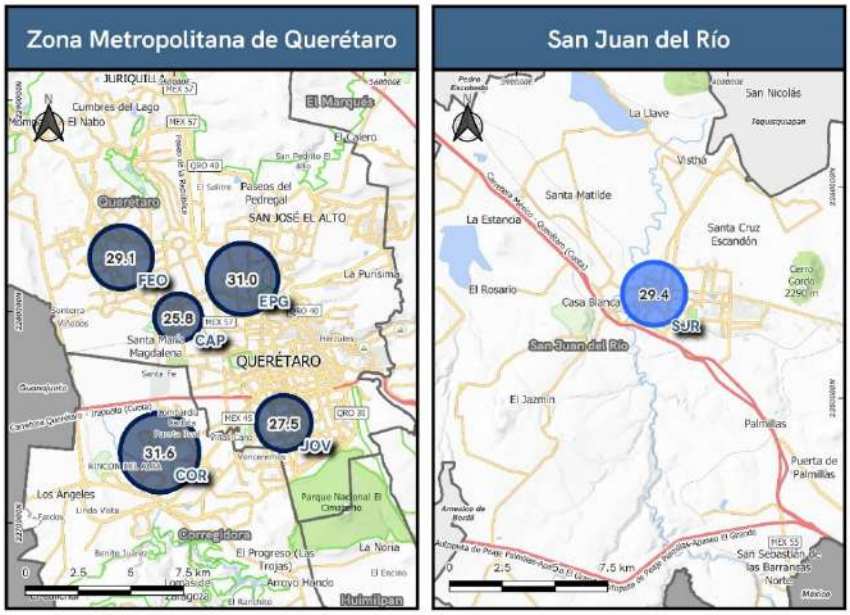
En los promedios y máximos diarios, en la ZMQ, a excepción de los meses más lluviosos y nublados, que fueron de junio a septiembre, los máximos se mantuvieron prácticamente en valores similares, de entre 45 a 70 ppb mientras que los promedios diarios mostraron una disminución a partir de junio, estando significativamente más bajos los valores que los primeros 5 meses del año. El mismo comportamiento se observó en SJR, con la diferencia de que los máximos también disminuyeron de manera perceptible entre junio y diciembre, estando los máximos

promedio en 48 ppb, comparado a las 69 ppb de los primeros meses. El detalle es observado en la gráfica 8.



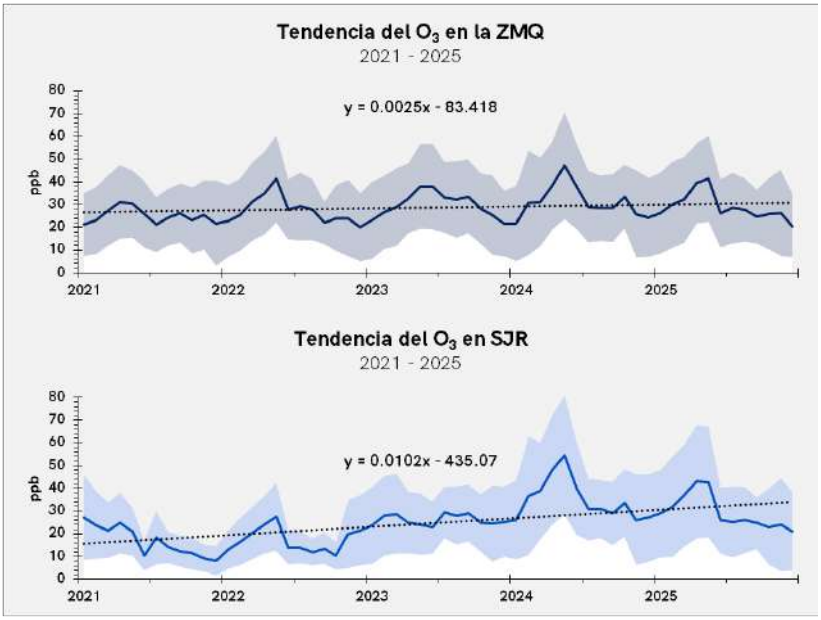
Gráfica 8. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales O_3 en 2025.

El promedio anual muestra que la zona de las estaciones JOV y CAP fueron las de menores concentraciones, ambas debajo de las 28 ppb, contrario a lo ocurrido en NO_2 y CO. El resto estuvieron por encima de las 29 ppb, llegando a su promedio más alto en COR y EPG. La ciudad de SJR, por otro lado, alcanzó un promedio de 29 ppb, comparable al de la ZMQ, disminuyendo ligeramente respecto a 2024. La gráfica 9 muestra los resultados del análisis.



Gráfica 9. Mapa de promedios anuales 2025 para O_3.

La tendencia de 2021 a 2025 del ozono se muestra en la gráfica 10. En la ZMQ, se muestra una tendencia ligeramente ascendente, la cual se atenuó por una mejor calidad del aire durante el 2025 gracias a las condiciones favorables para la dispersión y lluvias durante gran parte del año. En SJR, la tendencia es más ascendente, con mayores incrementos a partir de mediados de 2023.



Gráfica 10. Tendencia 2021-2025 del O_3 en la ZMQ y en SJR.

II.4 Comportamiento y tendencias del dióxido de azufre (SO_2)

Este gas es un contaminante altamente reactivo, incoloro, irritante y de un olor penetrante. Forma parte del grupo de los SO_X (óxidos de azufre) , es el indicador más utilizado al ser el que tiene una mayor concentración promedio y efectos más preocupantes a la atmósfera y los seres vivos, ya que daña el follaje de las plantas, es uno de los principales formadores de la lluvia ácida y es parte importante del smog fotoquímico y de las partículas $PM_{2.5}$[7]. Sus principales fuentes y efectos se resumen en la infografía de la imagen 4.

[7] US EPA. (2026a, enero 2). Sulfur Dioxide Basics. Recuperado 27 de enero de 2026, de https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics



Imagen 4. Infografía del dióxido de azufre (SO_2).

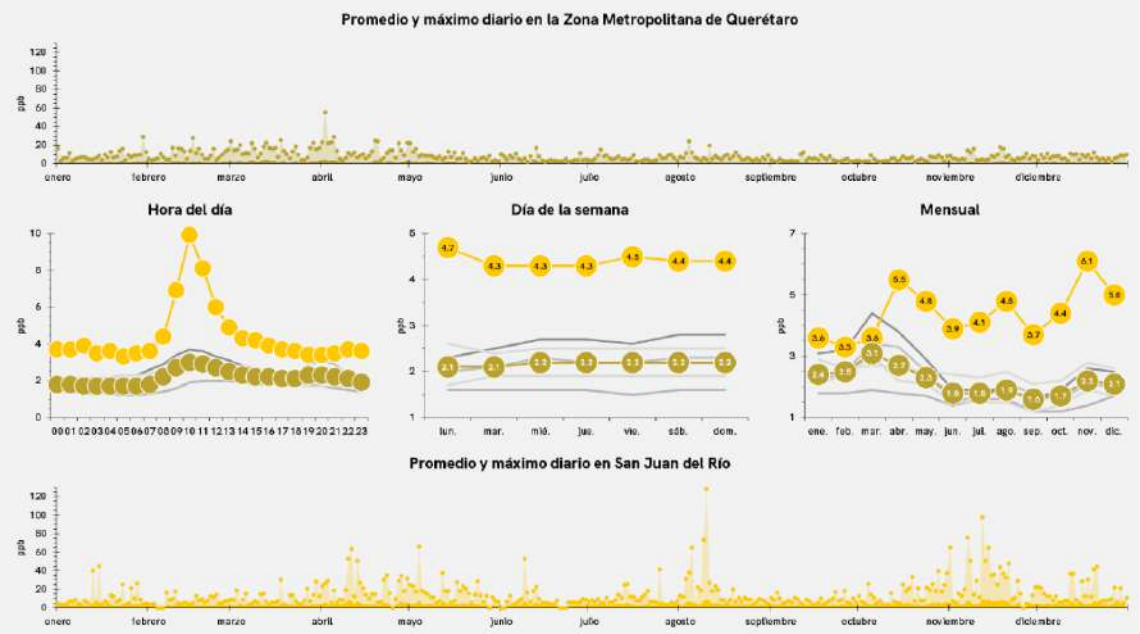
El análisis del comportamiento horario es mostrado en la gráfica 11. Lo primero es notar que, como ha ocurrido en años anteriores, el promedio es significativamente mayor en la ciudad de SJR a la ZMQ. En el promedio por hora del día, ambas zonas tuvieron su pico de concentración a las 10:00 horas, con un promedio de 9.9 ppb en SJR por 3.0 ppb en la ZMQ. El pico ocurrió entre las 9:00 y 12:00 horas en SJR mientras que, en la ZMQ, aunque con valores mucho menores, estuvo entre las 9:00 y 13:00 horas.

En cuanto a las concentraciones por día de la semana, en el caso de SJR, fueron dos días los que destacaron con mayor concentración: lunes y viernes. El resto de los días se presentó la misma concentración promedio. En el caso de la ZMQ, todos los días tuvieron una concentración muy similar.

En promedios mensuales, es notorio el cambio, como primer punto, en la ciudad de SJR. Los primeros 3 meses se caracterizaron por concentraciones más bajas para subir significativamente a partir del mes de abril. Durante los meses lluviosos, se mantuvieron los promedios por debajo de 5.0 ppb en promedio para aumentar durante los meses fríos hasta un máximo de 6.1 ppb en noviembre. En cuanto a la ZMQ, los máximos se alcanzaron durante los primeros 5 meses del año, con un máximo de 3.1 ppb en marzo, estando por debajo de 2.2 ppb a partir de entonces, debido a las buenas condiciones especialmente de deposición por las lluvias, manteniendo concentraciones bajas y buena calidad de aire durante prácticamente todo el año para este contaminante.

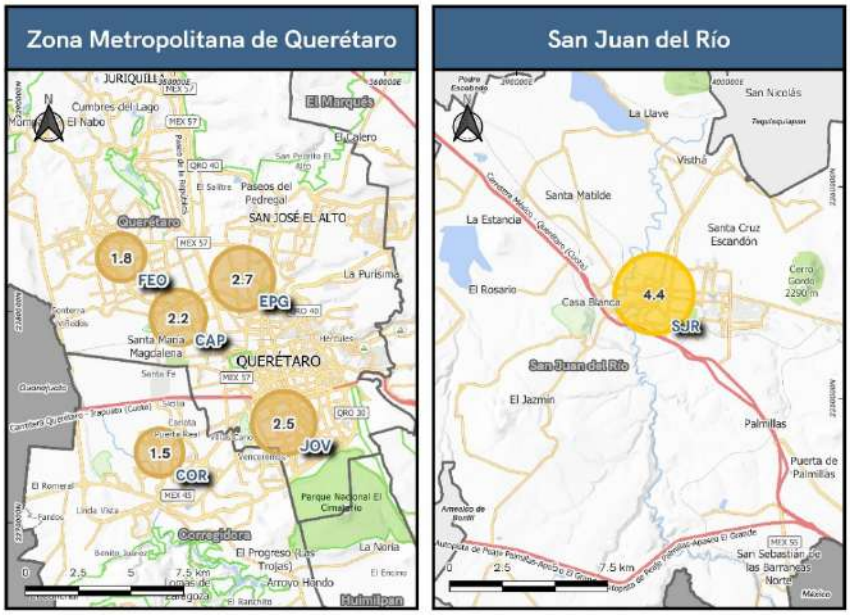
En cuanto a los promedios y máximos diarios, en la ZMQ se observa que, en el período de febrero a mayo, los máximos diarios fueron en promedio de 12.0 ppb mientras que en el resto del año fueron de apenas 6.0 ppb, es decir, disminuyeron

a la mitad. En cuanto a SJR, es notorio el cambio a partir del mes de agosto, donde los máximos aumentaron hasta alcanzar sus puntos más altos en noviembre, donde a diario se promedió 31.0 ppb. En ambas zonas, el SO_2 se comporta durante gran parte del tiempo con concentraciones cercanas a su línea base hasta que se incrementa debido a las emisiones de sus fuentes, alcanzando picos muy altos debido a emisiones específicas sin ser una condición permanente



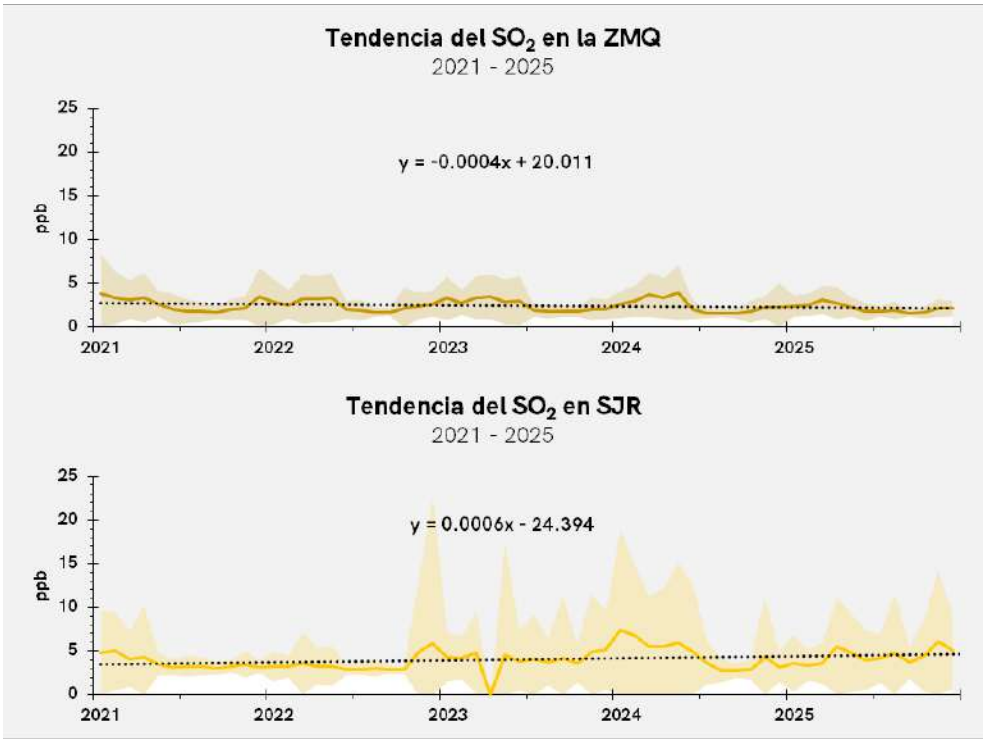
Gráfica 11. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales SO_2 en 2025.

El mapa de concentraciones promedio anuales se muestra en la gráfica 12. Como se mencionó en líneas anteriores, SJR fue la zona dónde las concentraciones fueron significativamente mayores, con un promedio anual de 4.4 ppb. En la ZMQ, se distinguió particularmente la zona de COR y FEO, donde los promedios anuales de 1.8 y 1.5 ppb respectivamente fueron significativamente más bajos que el resto de las zonas. Como se observa, la zona oriente con las estaciones CAP, EPG y JOV fue la que registró mayores promedios por encima de las 2.2 ppb.



Gráfica 12. Mapa de promedios anuales en 2025 para SO_2.

La tendencia en el período 2021–2025 indica una ligera disminución en la ZMQ, mostrada especialmente a partir de la segunda mitad del 2024. Se debe de seguir la tendencia durante los siguientes años para confirmar la disminución. En SJR en cambio se observa que las concentraciones incrementan. La gráfica 13 muestra las tendencias.



Gráfica 13. Tendencia 2021-2025 del SO_2 en la ZMQ y en SJR.

II.5 Comportamiento y tendencias de partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10})

El material particulado, tanto las $PM_{2.5}$ como las PM_{10}, son un conjunto de partículas sólidas y gotas líquidas, diminutas, que están presentes en el aire. Son de un origen muy variado, desde polvo, hollín, polen hasta compuestos químicos como sulfatos, nitratos, carbonatos, entre otros. Sus efectos en la salud dependen principalmente del tamaño de la partícula. En el caso de las PM_{10}, éstas penetran en el sistema respiratorio hasta las vías respiratorias superiores, causando efectos a corto plazo[8]. Las principales fuentes de este contaminante y efectos en la salud se muestran en la infografía de la imagen 5.



Imagen 5. Infografía de las partículas suspendidas PM_{10}.

En el SMCAQ, este contaminante sólo es medido en la estación CAP. Dicha zona se caracteriza por estar cerca de Paseo 5 de febrero, la cual es una de las principales vías de comunicación en la ciudad de Querétaro, por ser una zona densamente poblada y estar ubicada cerca de la Zona Industrial Benito Juárez.

El comportamiento temporal del contaminante durante 2025 se muestra en la gráfica 14. En cuanto a los promedios por hora del día, se presentaron dos picos de alta concentración. El primero, matutino, se ubicó entre las 7:00 y 11:00 horas, con un máximo de 55 $\mu g/m^3$ en promedio. Dicho pico estuvo influenciado principalmente por el tráfico vehicular, lo que eleva las concentraciones, especialmente cuando las condiciones de dispersión son bajas. El segundo pico, nocturno, ocurrió entre las 20:00 y 23:00 horas, justo después del término del

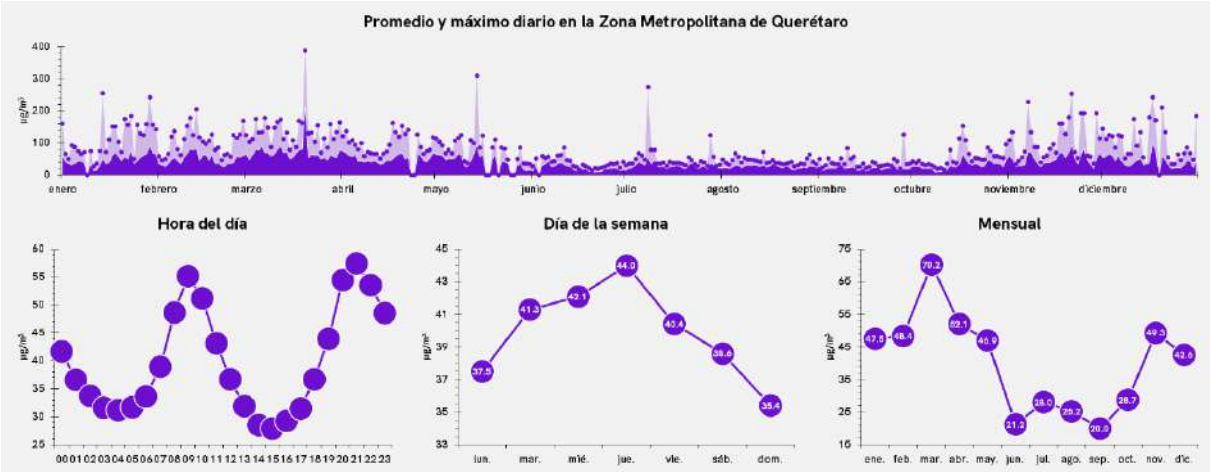
[8] US EPA. (2025b, mayo 30). Particulate Matter (PM) Basics. Recuperado 27 de enero de 2026, de https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics

tráfico vehicular intenso, por lo que existe la posibilidad que la actividad industrial nocturna haya contribuido, debido a que en la zona existe importante industria generadora de PM_{10}, este comportamiento se ha presentado igualmente en años anteriores, siendo siempre de mayor la concentración del pico nocturno que el matutino. El promedio máximo fue de 57 µg/m^3 a las 21 horas.

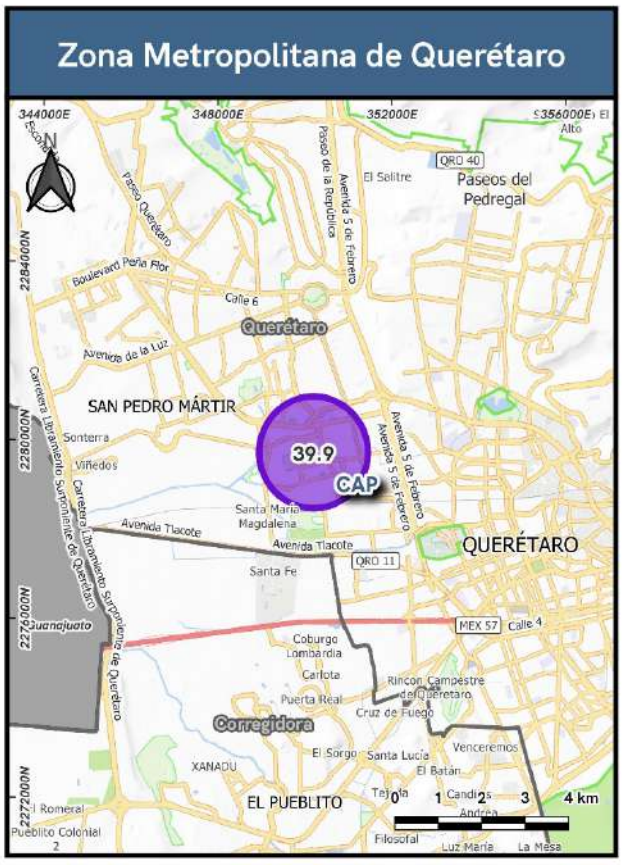
En cuanto al comportamiento por día de la semana, el promedio entre los martes y viernes, los de mayor actividad, estuvieron por encima de los 40 µg/m^3 con un máximo de 44.0 µg/m^3 los jueves. Entre sábado y lunes, el promedio fue mucho más bajo con un mínimo de 35.4 µg/m^3 los domingos, día, que como ya se vio en contaminantes anteriores, suele ser el de menor actividad en general.

En cuanto a promedios mensuales, en 2025, diferente a otros años, hubo dos épocas definidas: la primera entre enero y mayo y la segunda, durante los meses restantes. Este contaminante es mucho más sensible a la dispersión y lluvia. El primer período, caracterizado por mala dispersión y baja humedad, concentrando las PM_{10}, llegando a un máximo promedio de 70.2 µg/m^3 en marzo. A partir de junio, los promedios no superaron los 30 µg/m^3, debido a las buenas condiciones meteorológicas. A partir de noviembre, nuevamente se alcanzaron valores encima de 40 µg/m^3, pero sin llegar a los valores de inicio del año debido a que, aunque la humedad bajó, el viento predominó durante una cantidad importante de días, contrarrestando los efectos de la inversión térmica que se manifiestan en dicha época.

Por último, en los promedios y máximos diarios, puede observarse, que los picos de máxima concentración son muy marcados durante el año. También puede observarse que el 20 de marzo, tolvaneras provenientes del norte del país, afectaron a todo el centro y sur, con un máximo horario de 389 µg/m^3 y un promedio de 213 µg/m^3, lo que afectó fuertemente el promedio mensual. El resto del primer período, el promedio máximo diario fue de 107 µg/m^3 mientras que se redujo durante los siguientes 5 meses a menos de la mitad, para ubicarse en 45 µg/m^3 y aumentar nuevamente a final de año registrando 106 µg/m^3.



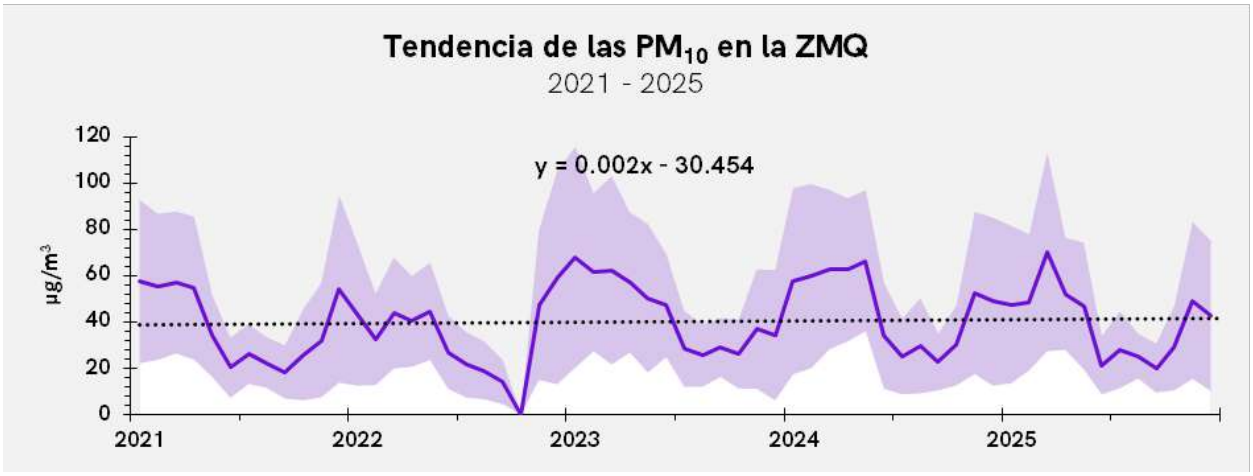
Gráfica 14. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales PM_{10} en 2025.



Gráfica 15. Mapa de promedio anual en 2025 para PM_{10}.

La tendencia de 2021 a 2025 de las PM_{10}, mostró una ligera alza, a pesar de que en 2025 se tuvo una disminución respecto a los años previos, pero como con los otros contaminantes, se debe de continuar con el monitoreo para evaluar la tendencia

durante los siguientes años, debido a que fue un año extraordinario, favorable por la dispersión y lluvia. El detalle se muestra en la gráfica 16.



Gráfica 16. Tendencia 2021-2025 de las PM_{10} en la ZMQ.

II.6 Comportamiento y tendencias partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)

La mayoría de los componentes de las $PM_{2.5}$ son contaminantes secundarios provenientes de reacciones químicas con la atmósfera. Estas tienen la capacidad de penetrar hasta el torrente sanguíneo y con ello poseen efectos a la salud más graves, derivando incluso en cáncer en muchos casos, dependiendo del origen de la partícula[9]. El resumen de sus fuentes y efectos se muestra en la siguiente infografía.

[9] Kunak. (2025, 13 mayo). Partículas en suspensión (PM). Recuperado 27 de enero de 2026, de https://kunakair.com/es/particulas-en-suspension/



Imagen 6. Infografía de las partículas suspendidas $PM_{2.5}$.

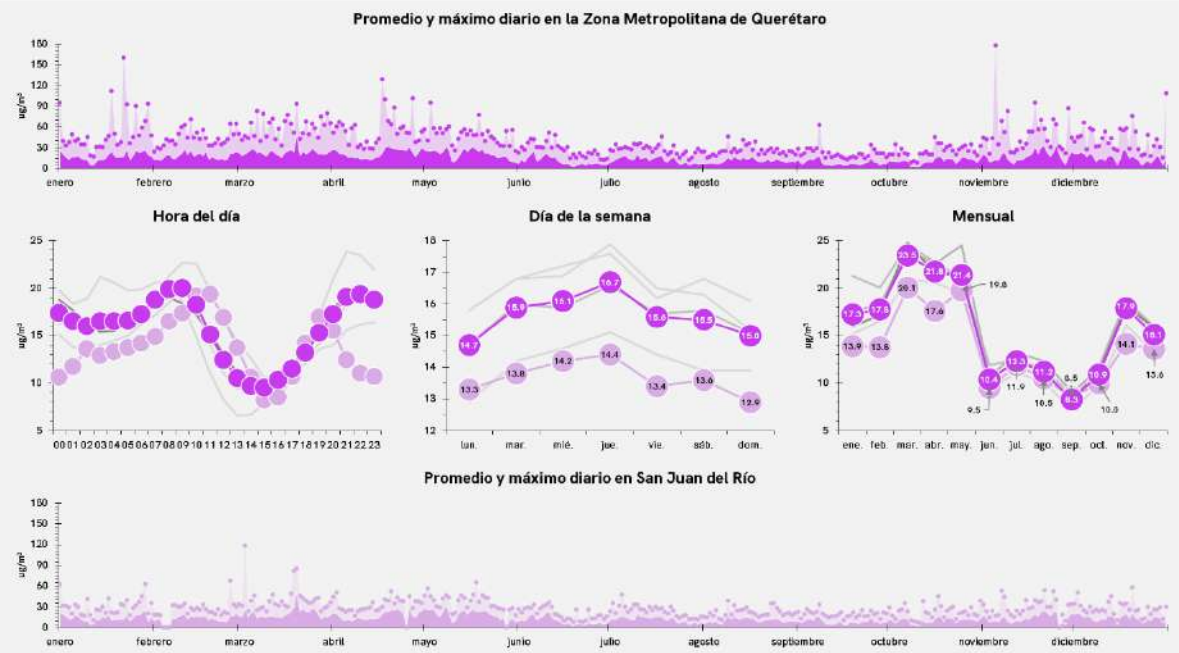
El comportamiento temporal de las $PM_{2.5}$ se muestra en la gráfica 17. Se presentaron dos picos de máxima concentración horaria. En la ZMQ, dicho pico ocurrió entre las 6:00 y 10:00 horas, con un promedio de 20 µg/m^3. El segundo pico ocurrió entre las 20:00 y 23:00 horas, donde el tráfico vehicular y las actividades industriales influyeron, alcanzando un máximo de 19 µg/m^3 entre las 21:00 y 22:00 horas. En el caso de SJR, su comportamiento fue desfasado, comparado con la ZMQ, ya que el pico matutino, en este caso, se presentó entre las 8:00 y 12:00 horas, siendo más extendido, con un máximo de 19 µg/m^3 a las 11:00 horas. El segundo, de menor magnitud que el matutino, ocurrió entre las 18:00 y 20:00 horas, influenciado en mayor parte por las fuentes móviles con un máximo de 18 µg/m^3 a las 19:00 horas.

En cuanto al comportamiento por día de semana los mayores valores se registraron entre los martes y sábados, con valores encima de 15 µg/m^3 para la ZMQ y de 13.4 µg/m^3 para SJR. El máximo en ambos casos fueron los jueves, registrando un promedio de 16.7 µg/m^3 en la ZMQ y 14.4 µg/m^3 en SJR. Los días con menores concentraciones fueron los lunes, como ocurrió con otros contaminantes, en la ZMQ se registró un promedio de 14.7 µg/m^3, en SJR fueron los domingos, con 12.9 µg/m^3.

El promedio mensual, tuvo dos tendencias en el año. En la ZMQ, el período de enero a mayo alcanzó concentraciones promedio mensuales por encima de 17 µg/m^3, con un máximo de 23.5 µg/m^3 en marzo, influido por el evento de las tolvaneras del día 20. Los valores disminuyeron entre junio y octubre, donde estuvieron todos por debajo de 12 µg/m^3, con el mínimo de 8.3 µg/m^3 en septiembre. En noviembre y diciembre, coincidiendo con el inicio de época fría y seca, nuevamente aumentaron las concentraciones a valores similares a los de enero y febrero. En el caso de SJR, ocurrió exactamente el mismo efecto, en el período de enero a mayo con valores promedio mensuales superiores a 13.5 µg/m^3 con un máximo de 20.1 µg/m^3 en

marzo. La época húmeda registró valores inferiores a 12 µg/m^3 con un mínimo de 8.5 µg/m^3 en septiembre. Noviembre y diciembre presentó concentraciones por encima de 13.5 µg/m^3.

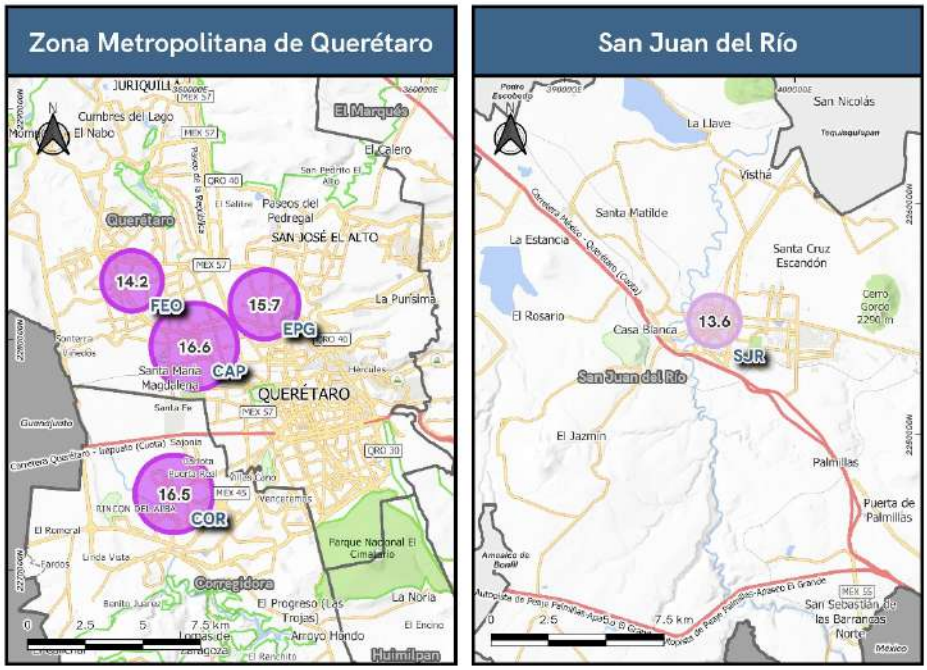
Finalmente, en cuanto a promedios y máximos diarios, entre enero y mayo, en la ZMQ, los máximos fueron muy pronunciados, promediando 53 µg/m^3 y registrando un máximo de 160 µg/m^3 el 22 de enero. En SJR, dicho promedio fue de 34 µg/m^3 con un máximo de 118 µg/m^3 el 3 de marzo. Durante la época húmeda, los promedios diarios fueron similares a los promedios máximos, debido a concentraciones bajas del contaminante por las buenas condiciones meteorológicas, con promedios de máximos diarios de 26 µg/m^3 en la ZMQ y de 22 µg/m^3 en SJR. En noviembre y diciembre, repuntaron los máximos diarios y los promedios, como se pudo observar en los promedios mensuales. En dicho período, el máximo diario promedio fue de 47 µg/m^3 en ZMQ y de 29 µg/m^3 en SJR.



Gráfica 17. Promedios diarios, horarios, semanales y mensuales $PM_{2.5}$ en 2025.

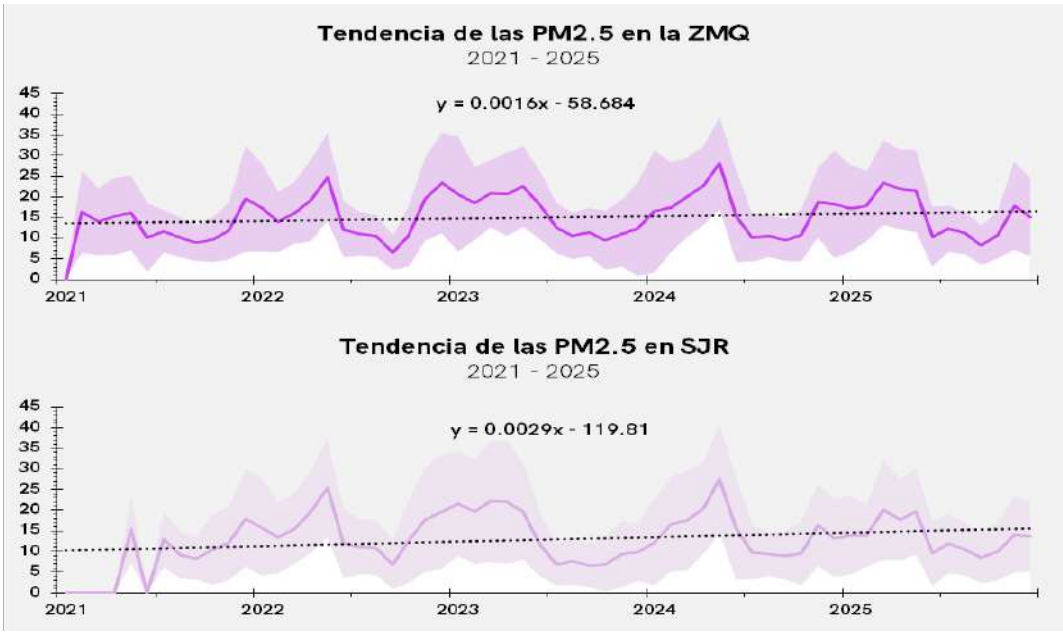
Los promedios anuales se muestran en la gráfica 18. En la primera, se observa que la zona centro – occidental y sur, fue donde se registró una mayor cantidad del contaminante. En dicha zona, los promedios anuales fueron superiores a 16 µg/m^3, con el máximo alrededor de la zona de la estación CAP. La zona oriental de la ciudad, representada por EPG, tuvo un promedio muy cercano, con un promedio

anual de 15.7 µg/m^3, en la zona norte, donde se ubica FEO el promedio anual fue de 14.2 µg/m^3. SJR registró un promedio de 13.6 µg/m^3.



Gráfica 18. Mapa de promedios anuales en 2025 para $PM_{2.5}$.

El comportamiento 2021-2025 de las $PM_{2.5}$ en el estado de Querétaro, registró una tendencia al alza, aunque de menor magnitud que las PM_{10}. En el caso de la ZMQ, registra un ritmo 1.5 veces menor que las PM_{10}, pero con crecimiento constante a partir del año 2023, estabilizándose los valores en 2025. En SJR, el aumento es casi 2 veces mayor que en la ZMQ, también aumentando rápido a partir de 2023, pero con un ritmo menor en el 2025. Dicha tendencia se observa en la gráfica 19.



Gráfica 19. Tendencia 2021-2025 de las $PM_{2.5}$ en la ZMQ y SJR.

III. Evaluación normativa

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son un instrumento regulatorio en México. En el caso de las utilizadas en calidad del aire, están diseñadas con el fin de proteger la salud de la población. La Secretaría de Salud es la institución encargada de revisar, promulgar y actualizarlas, en cuanto a los tiempos máximos de exposición, frecuencia tolerada, suficiencia de información y límites máximos permisibles (LMP), en colaboración con especialistas de diferentes sectores, alineadas a los estudios y lineamientos internacionales, principalmente de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es la encargada de establecer los tiempos y límites de exposición a nivel mundial. Esto promueve un enfoque multisectorial para la disminución y prevención de la contaminación atmosférica y con ello mejorar la salud de la población, especialmente la sensible a la contaminación atmosférica, como las personas gestantes, los adultos mayores, niños y personas con enfermedades respiratorias y/o cardiacas[10].

En 2021 se llevó a cabo una reforma a las normas en materia de contaminantes criterio, coincidiendo con la publicación de las nuevas directrices de la OMS en

[10] Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [COFEPRIS]. (2025, 1 julio). Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Calidad del Aire Ambiente. Gobierno de México. Recuperado 27 de enero de 2026, de https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/4-normas-oficiales-mexicanas-nom-de-calidad-del-aire-ambiente

materia de calidad del aire, para alinear a México con los estándares internacionales. En la tabla 2, se muestran los tiempos de exposición y LMP indicados en cada NOM. Los LMP de las NOM relativas a O_3 y PM, tienen niveles decrecientes para los años 1, 3 y 5 desde la implementación de la norma. Dichos cumplimientos graduales fueron incluidos debido a la diferencia de los LMP entre la normatividad del momento y las nuevas directrices de la OMS, dando con esto tiempo a la implementación de medidas que pudieran contribuir a la disminución de las concentraciones de contaminación y cumplir con los límites establecidos. En 2025, se estuvo en el último año del año 3, por lo que a partir del 2026 entrará en vigor los LMP del año 5.

Tabla 2. Indicadores y límites máximos permisibles normativos por contaminante criterio

Contaminante	Indicador	LMP y tiempos de exposición	NOM
PM_{10}	24 horas	**60** µg/m^3 Percentil 99 de promedios de 24 h	NOM-025-SSA1-2021
	Anual	**28** µg/m^3 Promedio anual de promedios de 24 h	
$PM_{2.5}$	24 horas	**33** µg/m^3 Percentil 99 de promedios de 24 h	
	Anual	**10** µg/m^3 Promedio anual de promedios de 24 h	
O_3	1 hora	**0.090** ppm Máximo de máximos diarios de promedios de 1 h	NOM-020-SSA1-2021
	8 horas	**0.060** ppm Máximo de máximos diarios de promedios móviles de 8 h	
NO2	1 hora	**0.106** ppm Máximo de promedios de 1 h	NOM-023-SSA1-2021
	Anual	**0.021** ppm Promedio anual de promedios de 1 h	
SO_2	1 hora	**0.075** ppm Promedio aritmético trianual del percentil 99 anual de los máximos promedios diarios de 1 h	NOM-022-SSA1-2019
	24 horas	**0.04** ppm Máximo trianual de promedios de 24 h	
CO	1 hora	**26.0** ppm Máximo de promedios de 1 h	NOM-021-SSA1-2021
	8 horas	**9.0** ppm Máximo de promedios móviles de 8 h	

Fuente: COFEPRIS, 2025.

III.1 Evaluación normativa NO_2.

El cumplimiento de la NOM-023-SSA1-2021, correspondiente al NO_2 se define a través de los siguientes tres criterios:

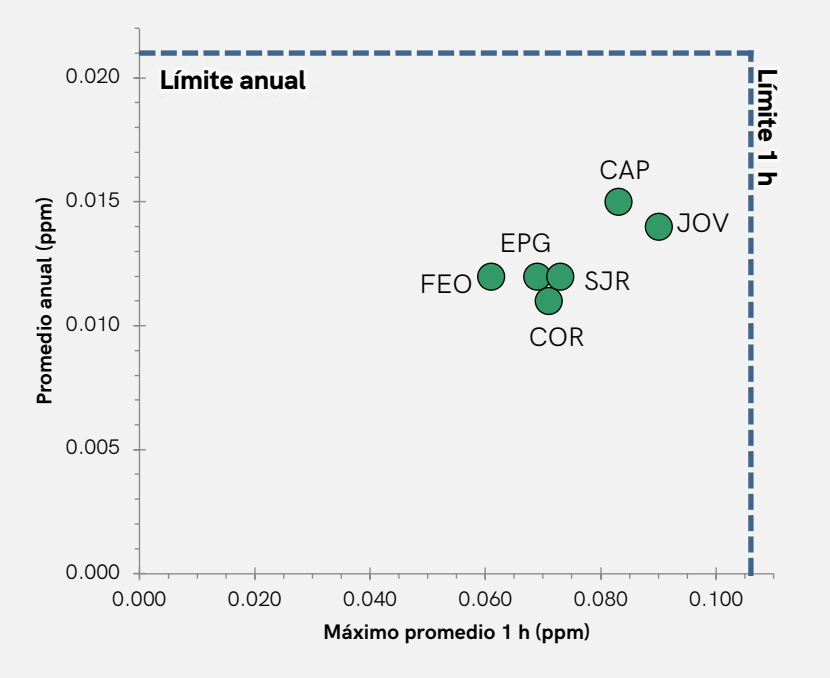
1. Un criterio de **compleción** mínima del **75 %** durante el año evaluado.
2. No superar **0.106 ppm** en el **máximo promedio horario** durante el año.
3. No superar **0.021 ppm** en el **promedio anual**.

En la tabla 3, se observa que todas las estaciones cumplieron con estos 3 criterios durante el año 2025, estando debajo de los dos LMP estipulados y teniendo un porcentaje de compleción de datos superior al 90% en todas las estaciones. El máximo de los promedios horarios se registró en la estación Josefa Vergara (JOV), donde alcanzó 0.090 ppm, apenas debajo del LMP, mientras que el mínimo valor fue en la estación Félix Osores (FEO) con 0.061 ppm. En los promedios anuales, la estación Carrillo Puerto (CAP) fue la mayor donde se registraron 0.015 ppm de promedio mientras que el mínimo promedio fue registrado en la estación Corregidora (COR) con apenas 0.011 ppm.

Tabla 3. Evaluación normativa NO2 en 2025.

Parámetro	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Compleción de datos	97%	99%	99%	99%	98%	96%
Máximo de 1 h (ppm)	0.083	0.071	0.069	0.061	0.090	0.073
Promedio anual (ppm)	0.015	0.011	0.012	0.012	0.014	0.012
¿Cumple?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

En la gráfica 20, podemos observar que todos los puntos quedaron por dentro de los LMP de la NOM de NO_2, siendo CAP y JOV las estaciones que registraron mayores concentraciones. Mientras que las estaciones de FEO y COR fueron las que registraron una mayor distancia de la intersección, siendo las que mejor cumplimiento tuvieron, al presentar los promedios máximos más bajos.



Gráfica 20. Gráfico de cumplimiento NOM-023-SSA1-2021 - NO2.

III.2 Evaluación normativa CO.

El cumplimiento de la NOM-021-SSA1-2021, correspondiente al CO se define a través de los siguientes tres criterios:

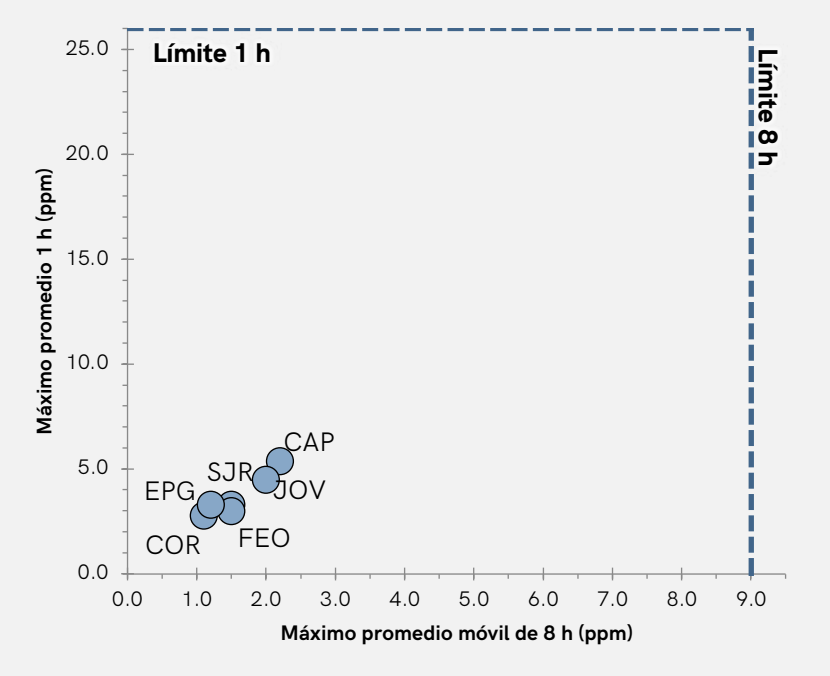
1. **Compleción** de **75 %** de los datos válidos durante el año de estudio.
2. Que el **máximo promedio horario** no supere las **26.0 ppm**.
3. Que el **máximo promedio móvil de 8 horas** no supere las **9.0 ppm**.

En la tabla 4 se puede observar la evaluación normativa donde se cumplieron ambos límites en todas las estaciones, así como la compleción de datos. En el máximo promedio de 1 hora, el mayor valor registrado fue en la estación Carrillo Puerto (CAP) con 5.4 ppm, muy por debajo del LMP, mientras que el valor más bajo fue en la estación Corregidora (COR) con 2.8 ppm. En cuanto al máximo promedio móvil de 8 horas, el valor más alto fue en la estación CAP, nuevamente, con 2.2 ppm. Corregidora registró también el promedio máximo mas bajo, al apenas alcanzar 1.1 ppm.

Tabla 4. Evaluación normativa CO en 2025.

Parámetro	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Compleción de datos	97%	97%	99%	99%	97%	98%
Máximo promedio de 1 h (ppm)	5.4	2.8	3.3	3.0	4.5	3.3
Máximo promedio móvil de 8 h (ppm)	2.2	1.1	1.5	1.5	2.0	1.2
¿Cumple?	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

En la gráfica 21 se puede observar la cercanía a los límites máximos permisibles del CO establecidos por la NOM-021-SSA1-2021 donde todas quedaron muy por debajo de las fronteras del cuadro indicado por los límites.



Gráfica 21. Gráfico de cumplimiento NOM-021-SSA1-2021 - CO.

III.3 Evaluación normativa O_3.

El cumplimiento de la NOM-020-SSA1-2021, correspondiente al O_3 se define a través de los siguientes tres criterios:

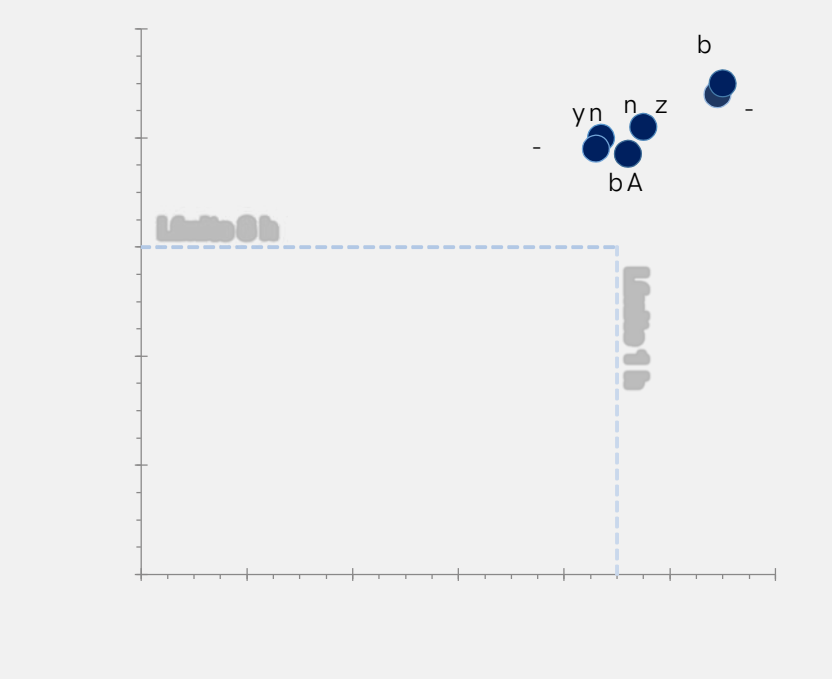
1. **Compleción** del **75 %** de máximos diarios, tanto horarios como del promedio móvil de 8 horas.
2. Que no se superen las **0.090 ppm** en el máximo de los máximos **promedios horarios** diarios.
3. Que no se superen las **0.060 ppm** en el máximo de los máximos **promedios móviles de 8 horas** diarios.

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en cuanto a la evaluación de los LMP y la compleción de datos, donde los promedios móviles de 8 horas mostraron que el LMP se superó en todas las estaciones en el año, con un total de 115 días donde se rebasó dicho límite en la ZMQ y 78 días en la ciudad de SJR. En el LMP de 1 hora, dos estaciones no superaron el valor en ningún día del año: Félix Osores (FEO) y Josefa Vergara (JOV). Las otras 4 estaciones rebasaron el valor, con un total acumulado de 14 días en la ZMQ y 9 en SJR.

Tabla 5. Evaluación normativa O_3 en 2025.

Parámetro	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Compleción de datos	98%	99%	99%	99%	99%	98%
Máximo promedio de 1 h (ppm)	0.092	0.110	0.095	0.087	0.086	0.109
Máximo promedio móvil de 8 h (ppm)	0.077	0.090	0.082	0.080	0.078	0.088
¿Cumple?	NO	NO	NO	NO	NO	NO

En la gráfica 22 se muestra la distancia de los resultados de cada estación, respecto a los LMP de la NOM-020-SSA1-2021 en su año 3. Como se puede ver, la estación con los valores más elevados fue la estación COR, donde sus valores evaluados se ubicaron a 0.036 ppm y los de la estación SJR, con 0.034 ppm. La estación con los valores más bajos fue la de CAP, donde a pesar de incumplir ambos límites, se ubicó a 0.017 ppm del LMP, seguido por JOV, que incumplió solamente el promedio móvil de 8 horas, a 0.018 ppm de la intersección.



n A

o

n

todas las estaciones cumplieron con el criterio de máximos horarios. La estación con mayor valor en la ZMQ fue CAP, con 0.044 ppm mientras COR fue la estación con menores valores, al alcanzar sólo un promedio trianual de 0.010. En cuanto al máximo trianual del promedio de 24 horas, el mayor valor fue obtenido en SJR, con 0.02, debajo del límite normado.

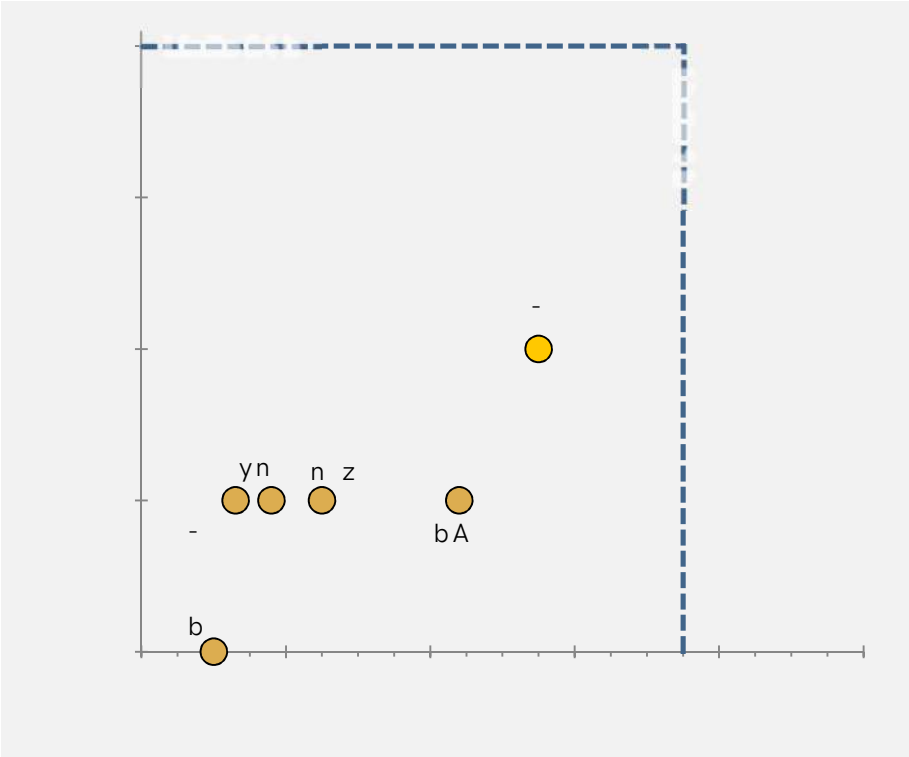
En la ZMQ, obtuvieron n

n

	o A	o	0	%0		
o						
	0.044	0.010	0.025	0.018	0.013	0.055
		0.00				2
o	7	7	7	7	7	

Finalmente, en cuanto a la distribución de las estaciones respecto a sus valores obtenidos, se pueden ver en la gráfica 23 que todas las estaciones cumplieron con la NOM en el año 2025. La estación de la ZMQ, que tuvo valores más altos, fue la estación CAP. Las estacion con valores más bajos calculados fue COR. Por tanto, en la ZMQ y SJR, el SO_2 no representó un riesgo a la salud en el período de estudio.

z 23. z A



n A

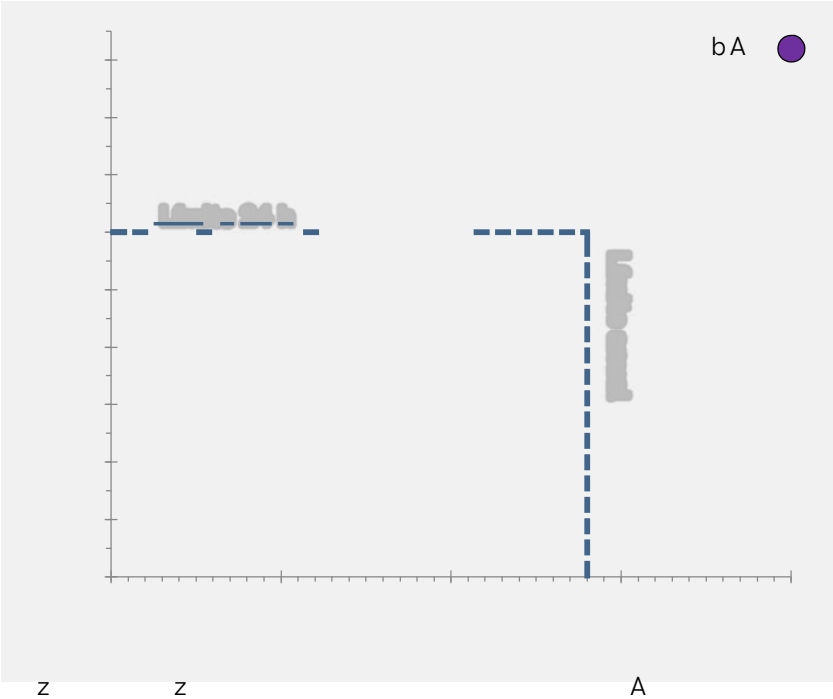
% n

% n

n

	o A
o	
o	

n



z z A

n A

n

% n

b bA

y yn - -

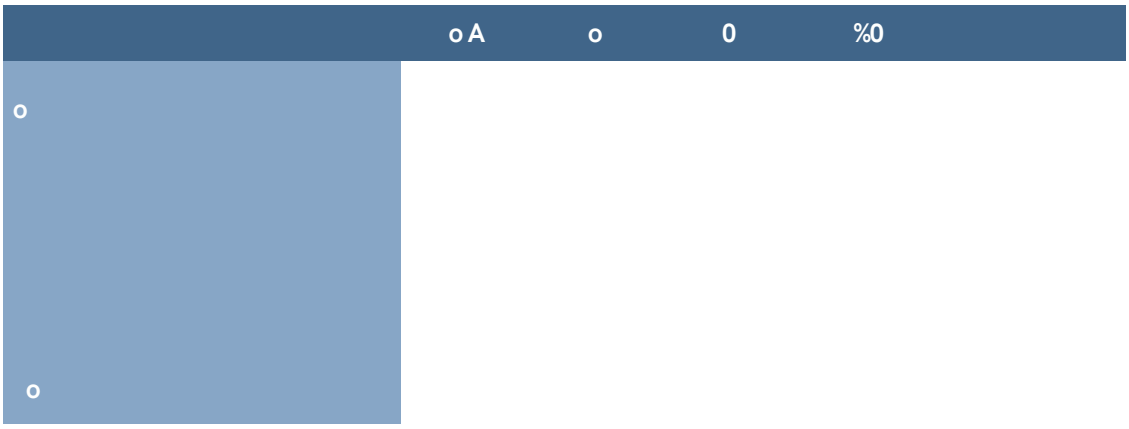
n

% n

b bA

b b n z n z %

n



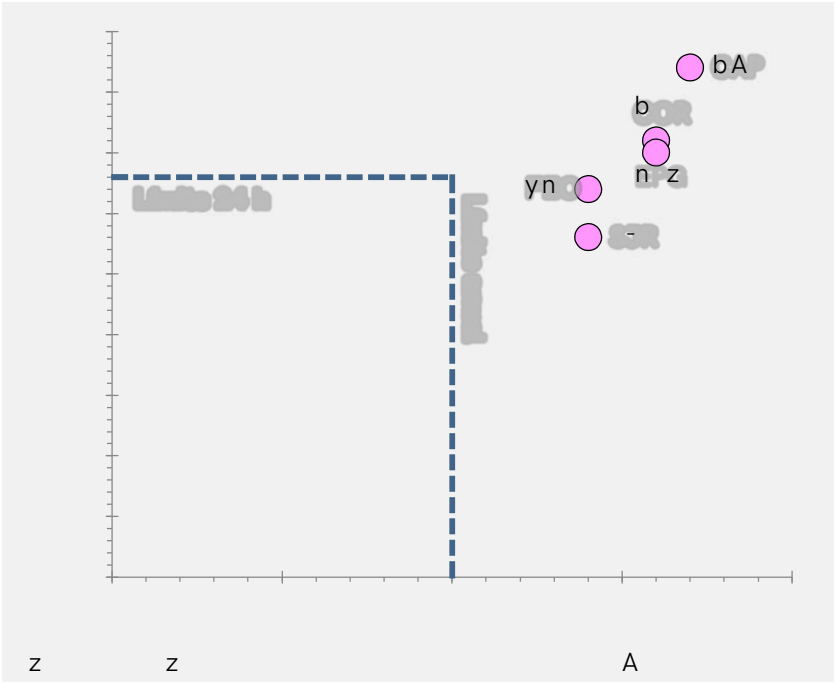
n

%

yn - % bA

%

b n z



IV. Índice AIRE Y SALUD (IAS) en el estado de Querétaro en 2025.

En 2019 se publicó la NOM-172-SEMARNAT-2019, que fue la primera regulación nacional para el índice de Calidad de Aire y Riesgos a la Salud, denominado como Índice AIRE Y SALUD (IAS), determinado desde los rangos, colores, logos y manera de comunicarlo, haciendo que fuera claro, sencillo, obligatorio y accesible. Sin embargo, como se mencionó en el numeral anterior, en el año 2021, la OMS actualizó las Directrices Mundiales sobre Calidad del Aire, donde estableció, basada en evidencia, los nuevos límites recomendados para garantizar el derecho a un aire limpio de la población, actualizándose también las NOM relativas a cada uno de los contaminantes medidos, quedando rápidamente desfasado el IAS. Ante esta situación, se realizaron trabajos para la actualización de los rangos y cálculos del IAS, resultando en la NOM-172-SEMARNAT-2023, publicada en enero de 2024 y efectiva a partir de julio de dicho año[11]. En ella se incluyeron recomendaciones más claras y grupos de población mejor delimitados, además de cálculos del índice homologados a las NOM, incluidas aquellos donde van en descenso, como las PM. Las bandas cromáticas y rangos para cada contaminante criterio en el año 2025 se muestran en la tabla 9. Las recomendaciones y grupos de población que van junto a cada banda se muestran en el anexo II.

Tabla 9. Rangos, colores y riesgos por banda cromática y contaminante para el Índice AIRE Y SALUD (IAS), según la NOM-172-SEMARNAT-2023, en el año 2025.

IAS	Color	Riesgo	Contaminante					
			NO2	CO	O_3	SO_2	$PM_{2.5}$	PM_{10}
Buena	Verde	Bajo	0.000 0.053	0.00 5.00	0.000 0.058	0.000 0.035	0 15	0 45
Aceptable	Amarillo	Moderado	0.054 0.106	5.01 9.00	0.059 0.090	0.036 0.075	16 33	46 60
Mala	Naranja	Alto	0.107 0.160	9.01 12.00	0.091 0.135	0.076 0.185	34 79	61 132
Muy Mala	Rojo	Muy alto	0.161 0.213	12.01 16.00	0.136 0.175	0.186 0.304	80 130	133 213

[11] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], Instituto Nacional de Salud Pública [INSP], Comisión Ambiental de la Megalópolis [CAMe], & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2025, 27 mayo). Taller Índice AIRE Y SALUD: Características y aplicación en la ZMVM [Comunicado de prensa]. Recuperado 4 de febrero de 2026, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/998503/Presentacion_Taller_Indice_AIRE_Y_SALUD_270525.pdf

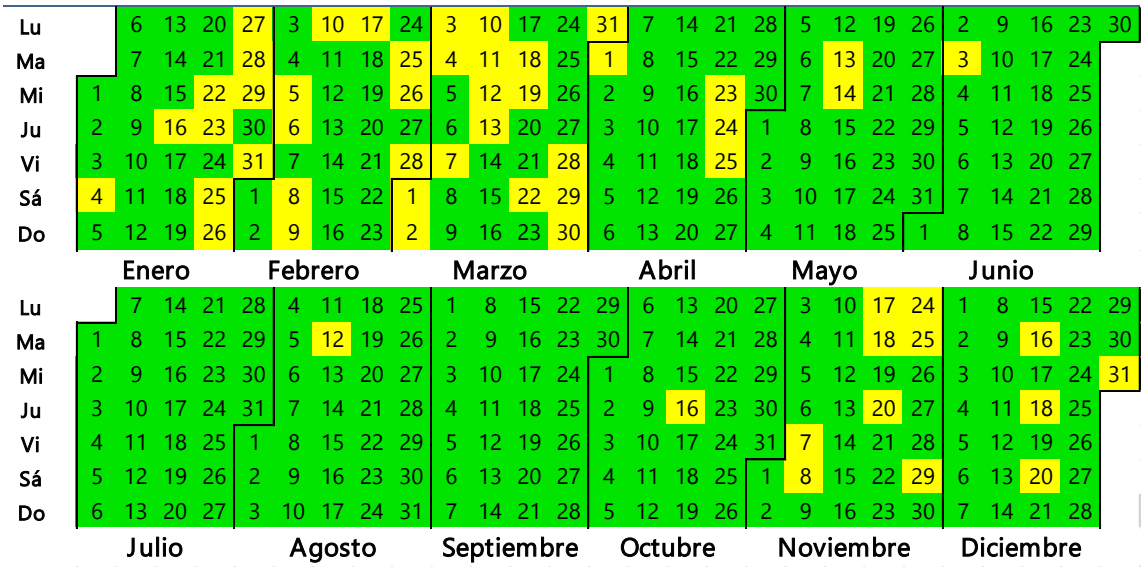
IAS	Color	Riesgo	Contaminante					
			NO2	CO	O_3	SO_2	$PM_{2.5}$	PM_{10}
E Mala*	Morado	*E alto	>0.213	>16.00	>0.175	>0.304	>130	>213

*E mala = Extremadamente mala; E alto = Extremadamente alto

A continuación, se mostrará el panorama completo en el estado de Querétaro referente a los resultados del Índice AIRE Y SALUD en el año 2025, que permitirá observar las bandas cromáticas por cada contaminante criterio, incluyendo los calendarios con el máximo IAS alcanzado en cada día, los porcentajes de horas y conteo de días en cada ciudad.

IV.1 índice Aire y Salud por NO_2.

Este contaminante no representó un foco de preocupación para la salud de la población durante el año 2025, teniendo calidad aceptable como la máxima banda cromática alcanzada tanto en la ZMQ como en SJR. Sin embargo, se ha visto un alza en el número de días con calidad aceptable respecto a años anteriores, en gran parte porque fue el primer año completo bajo el esquema de la NOM-172-SEMARNAT-2023, donde se redujeron los límites anteriores de aceptable a la mitad. En el calendario de la ZMQ, mostrado en la gráfica 26, se observó que la mayor parte de los días en aceptable ocurrieron entre enero y marzo, donde se acumuló el 63 % de los días en calidad aceptable del año. Entre junio y octubre solamente se registraron 3 días de calidad aceptable, apenas 2% del total de días. Entre noviembre y diciembre subió la cantidad de días en calidad aceptable, pero sin llegar al número de inicios del año.



Gráfica 26. Calendarios máximos diarios IAS NO2 en ZMQ. Año 2025.

En SJR (gráfica 27), se registraron 5 días de calidad aceptable durante todo el año, siendo una preocupación aún menor que en la ZMQ. Los días se repartieron durante la estación seca en 4 meses distintos, con noviembre registrando la mayor cantidad con 2. También se registraron 5 días sin datos. El período junio – octubre tuvo todos los días de calidad buena (período lluvioso).



Gráfica 27. Calendarios máximos diarios IAS NO2 en SJR. Año 2025.

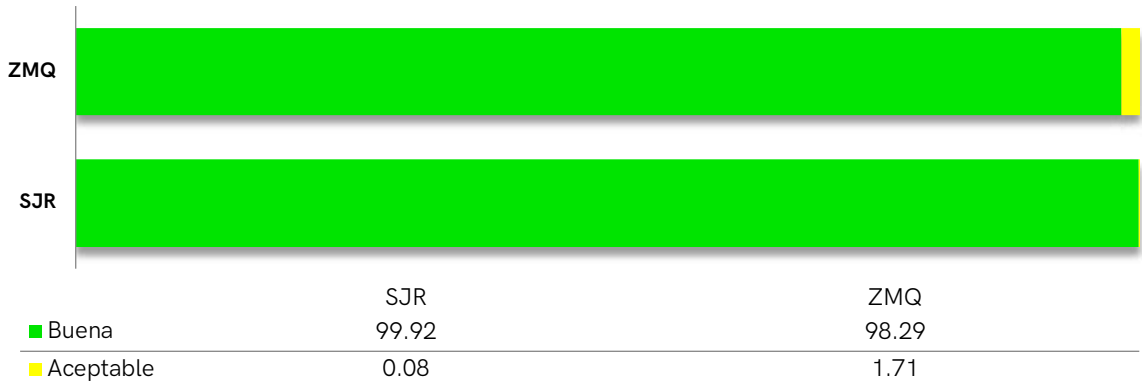
Como se observa en la tabla 10, el conteo total de días arrojó 56 días de calidad aceptable en la ZMQ (15.3 % de los días del año) con el resto de los días en calidad

buena. En SJR, como se había mencionado, fueron apenas 5 (1.4 %) con 355 días de calidad buena y 5 donde no se registraron datos.

Tabla 10. Conteo de días en ZMQ y SJR IAS NO2 Año 2025.

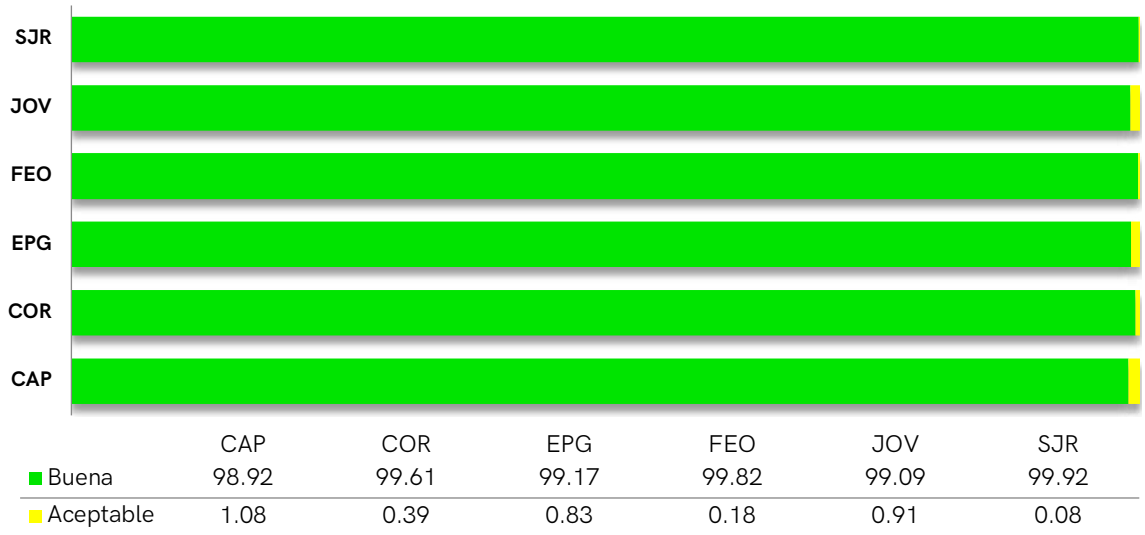
Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)	San Juan del Río (SJR)
Buena	309	355
Aceptable	56	5
Sin dato	-	5

El porcentaje de horas mostró que en la ZMQ apenas fueron 1.71% de horas en calidad aceptable durante el año, dado que los episodios siempre tuvieron una duración de apenas 1 o 2 horas. En SJR, el porcentaje fue mínimo, con un 0.08% de horas en calidad aceptable (7 horas).



Gráfica 28. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS NO2 Año 2025.

Finalmente, al observar la distribución por estación de monitoreo, se puede ver que donde se presentó el mayor número de horas en calidad aceptable fue en las estaciones CAP, EPG y JOV, que coinciden con los mayores valores promedio anuales registrados. Todas tuvieron porcentajes entre 0.8%y 1.1%. La estación COR tuvo un promedio intermedio con 0.4% de las horas del año mientras que FEO y SJR estuvieron por debajo de 0.2%.



	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Buena	98.92	99.61	99.17	99.82	99.09	99.92
Aceptable	1.08	0.39	0.83	0.18	0.91	0.08

Gráfica 29. Porcentaje de horas por estación de monitoreo IAS NO2. Año 2025.

IV.2 índice Aire y Salud por CO.

De este contaminante todos los días medidos en 2025 presentaron una calidad del aire buena. El caso de la ZMQ se muestra en la gráfica 30.



Gráfica 30. Calendarios máximos diarios IAS CO en ZMQ. Año 2025.

Para SJR, todos los días fueron buenos con algunos espacios en blanco por días que no se midieron debido a mantenimientos del analizador. Lo anterior se muestra en la gráfica 31.



Gráfica 31. Calendarios máximos diarios IAS CO en SJR. Año 2025.

El conteo de días se muestra en la tabla 11, donde resalta que SJR tuvo un total de 8 días en mantenimiento del analizador, con el resto de los días en buena calidad.

Tabla 11. Conteo de días por ciudad del IAS por monóxido de carbono. Año 2025.

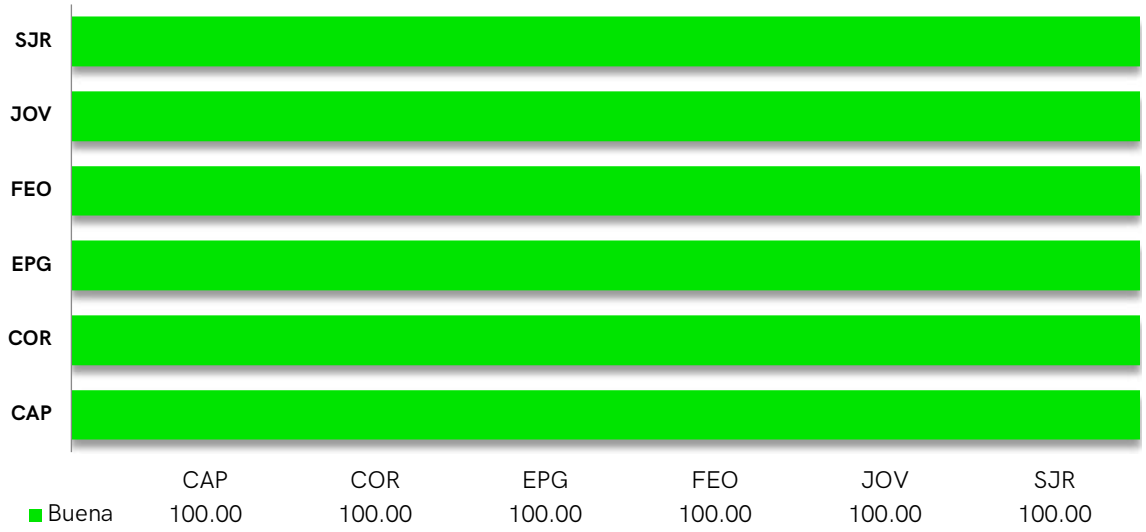
Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)	San Juan del Río (SJR)
Buena	365	357
Sin dato	-	8

La distribución por ciudad mostró un 100% de días en calidad buena en ZMQ y SJR, como se observa en el gráfico 32.



Gráfica 32. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS por CO. Año 2025.

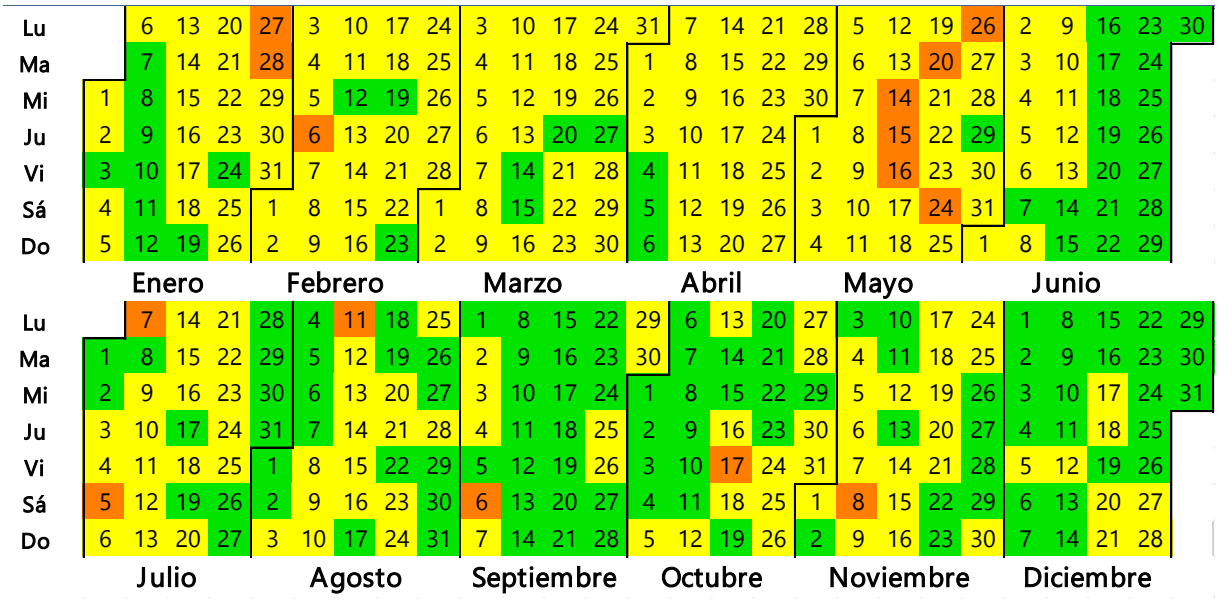
Por último, la distribución por estación muestra el 100% de horas medidas en calidad buena en todos los casos, reflejada en la gráfica 33.



Gráfica 33. Porcentaje de horas por estación de monitoreo IAS por CO. Año 2025.

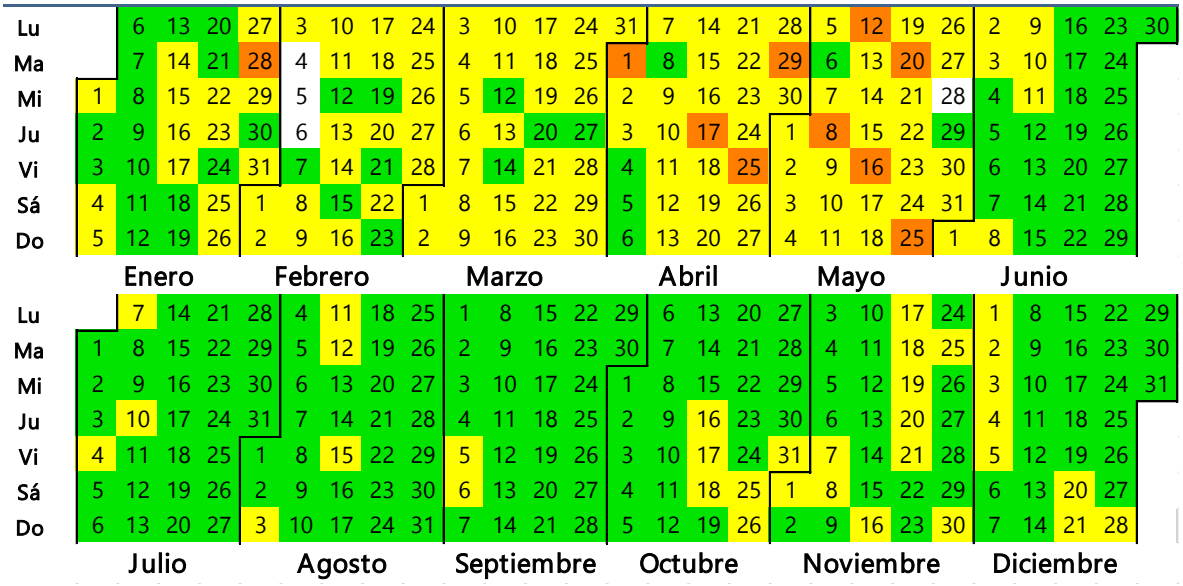
IV.3 índice Aire y Salud por O_3.

El año 2025, con condiciones meteorológicas benévolas, permitió que las concentraciones de ozono disminuyeran respecto al 2024. Este hecho tuvo como resultado que en la temporada de ozono sólo se registraran 6 días de calidad mala (40% del total) con el resto de días distribuyéndose entre el resto de meses, ninguno con un número mayor a 2 días de calidad mala. Entre enero y mayo, en su mayoría se registro una calidad del aire aceptable, ya que apenas se registraron 20 días de calidad buena (13% de los días del período), siendo los meses con mayor concentración promedio de ozono. Entre junio y octubre fue donde se registró la mayor cantidad de días en calidad buena. El detalle completo de la ZMQ se muestra en la gráfica 34.



Gráfica 34. Calendarios máximos diarios IAS por O3 en ZMQ. Año 2025.

En el caso de SJR, entre enero y mayo se registró la totalidad de días de calidad mala por ozono, además de la menor cantidad de días de calidad buena con 32 casos (21% del total). Entre el mes de junio a septiembre, apenas se registraron días de calidad aceptable con 16 casos (13% del total del período) con el resto de los días en calidad buena. Entre octubre y diciembre subió la cantidad de días en calidad aceptable, sin llegar a ser preocupante, con 27% de los días totales. Su calendario se visualiza en la gráfica 35.



Gráfica 35. Calendarios máximos diarios IAS por O3 en SJR. Año 2025.

El conteo total está mostrado en la tabla 12. Los días de calidad aceptable fueron la mayoría en la ZMQ con 213 (58% del año) mientras que apenas fueron 15 días de mala calidad en total (4%), subiendo los días con calidad del aire buena significativamente respecto a 2024, con casi 40%. En SJR, los días de calidad buena fueron la norma, con 204 (57% del total) mientras que aceptable fue registrada en 41% de los días y un poco más del 2% fue para días de calidad mala, una mejora respecto al año anterior.

Tabla 12. Conteo de días en ZMQ y SJR IAS por O3. Año 2025.

Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)	San Juan del Río (SJR)
Buena	137	204
Aceptable	213	148
Mala	15	9
Sin dato	-	4

En el número de horas en calidad buena y aceptable, en ambos casos tuvieron más del 99%. Fueron apenas 0.42% de horas en calidad mala en la ZMQ y 0.20 % en SJR. El detalle está en la gráfica 36.



	SJR	ZMQ
Buena	90.38	86.13
Aceptable	9.43	13.45
Mala	0.20	0.42

Gráfica 36. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS por O3. Año 2025.

En la distribución por estación puede observarse aquellas zonas donde fue mayor la concentración de ozono. La estación Corregidora (COR) fue significativamente diferente al resto de las estaciones, superando el 13% de horas entre calidad aceptable y mala. Seguido de las estaciones de EPG, FEO y SJR que registraron entre el 7 y 10%. Por último, la zona de CAP y JOV fueron las que tuvieron menores concentraciones promedio de ozono durante el año, superando apenas el 5% de las horas del año en calidad mala y aceptable.



	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Buena	94.85	86.79	91.84	92.85	94.25	90.38
Aceptable	5.14	12.80	8.13	7.15	5.75	9.43
Mala	0.01	0.41	0.03	0.00	0.00	0.20

Gráfica 37. Porcentaje de horas por estación de monitoreo IAS O3. Año 2025.

IV.4 índice Aire y Salud por SO_2.

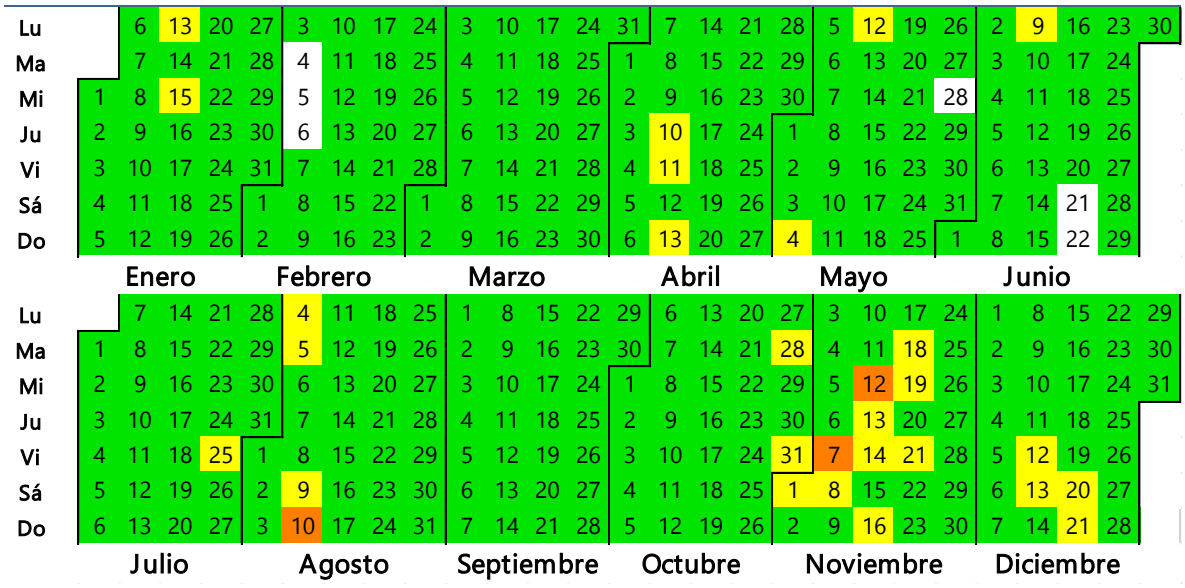
Este contaminante cambió su manera de reportar el IAS con la actualización de la NOM, pasando de un promedio de 24 horas a un promedio horario, haciendo que los resultados no sean directamente comparables con años anteriores.

En el caso de la ZMQ, durante el año solamente en 1 día se registró calidad aceptable, durante la temporada seca, el 2 de abril. El resto de los días tuvieron calidad buena. Se muestra en la gráfica 38.



Gráfica 38. Calendario de máximos diarios del Índice AIRE Y SALUD (IAS) por dióxido de azufre en la ZMQ. Año 2025.

En SJR, se observaron algunos días en calidad aceptable y 3 días en calidad mala, durante el 2025. La mayor parte se concentró en los meses de noviembre y diciembre, caracterizados en general por una mala dispersión de contaminantes y algunos eventos como pirotecnia. El calendario está mostrado en la gráfica 39.



Gráfica 39. Calendarios máximos diarios IAS por SO2 en SJR. Año 2025.

La tabla 13 muestra el conteo de días por banda cromática en ZMQ y SJR en el año 2025. Como se observó, apenas 1 día de calidad aceptable fue registrado en la ZMQ, con un porcentaje de 0.3%; 364 días fueron de buena calidad. En SJR, entre calidad aceptable y mala fueron un total de 29 días, 8% de los días medidos en el año. También se registraron 6 días sin datos debido a mantenimientos del analizador. 330 días tuvieron buena calidad de aire por este contaminante en la ciudad de SJR.

Tabla 13. Conteo de días por ciudad del IAS por dióxido de azufre. Año 2025.

Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)	San Juan del Río (SJR)
Buena	364	330
Aceptable	1	26
Mala	-	3
Sin dato	-	6

En cuanto a los porcentajes, se observa que las horas en que hubo calidad mala y aceptable en SJR fueron relativamente bajas, con un acumulado de apenas el 0.40 %, mientras que en la ZMQ fueron 0.03% de las horas del año, 3 horas en términos absolutos. El gráfico 40 muestra dichos resultados.



	SJR	ZMQ
Buena	99.59	99.97
Aceptable	0.37	0.03
Mala	0.03	0.00

Gráfica 40. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS por SO2. Año 2025.

Finalmente, en la distribución por estación de monitoreo (gráfica 41) se observó que solamente dos casos registraron calidad aceptable o peor, la ya mencionada SJR y también EPG, que fue la única en la ZMQ que registró calidad aceptable en 2025.

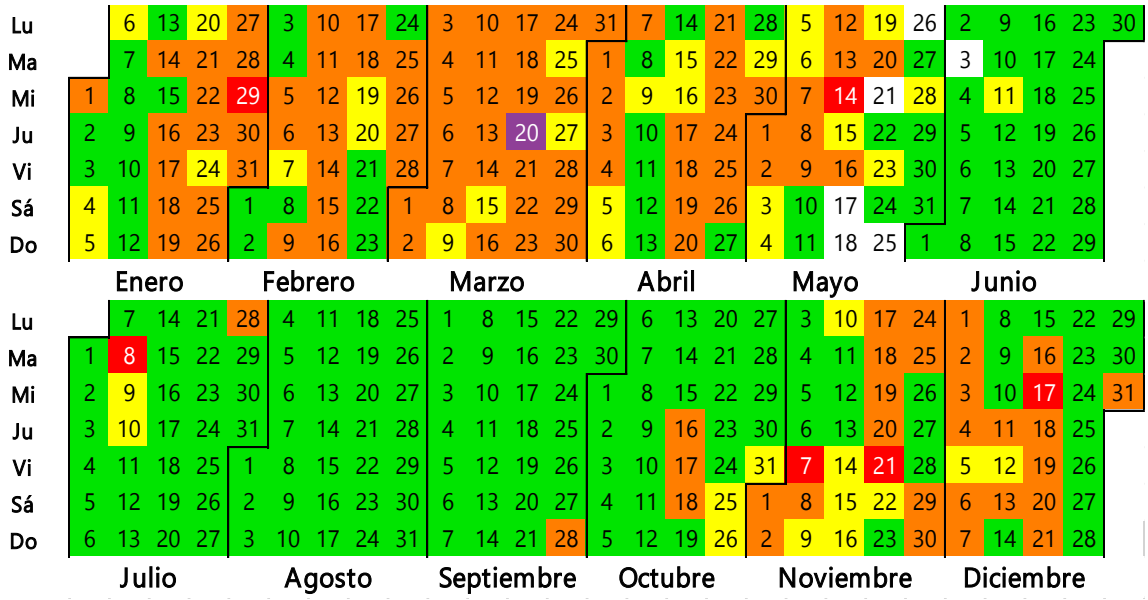


	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Buena	100.00	100.00	99.97	100.00	100.00	99.59
Aceptable	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.37
Mala	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03

Gráfica 41. Porcentaje de horas por estación de monitoreo del IAS por SO2. Año 2025.

IV.5 índice Aire y Salud por PM_{10}.

Las partículas menores a 10 micrómetros, como se ha mencionado anteriormente, sólo son medidas en la estación Carrillo Puerto (CAP). Comenzando con los máximos diarios registrados en la estación, en el año 2025, se muestran en el calendario de la gráfica 42. Se observa, que, entre enero y mayo, se tuvieron 67% de los días en calidad mala o peor. Entre junio y octubre, la época lluviosa, se registraron 6 días de calidad mala y muy mala en el período (4% de los días del período) además de otros 6 días de calidad aceptable, con un total de 92% de días en calidad buena. En los meses de noviembre y diciembre regresaron las altas concentraciones de inicio del año, donde los días de calidad mala y mala ocuparon un 46% de los días, aceptable fue el máximo en 13% de los días, con un poco más del 40% de días en calidad buena.



Gráfica 42. Calendarios máximos diarios IAS por PM_{10} en ZMQ. Año 2025.

En el conteo total, mostrado en la tabla 14, se observa que durante el año 2025 la calidad buena fue la predominante con un total de 200 días (55%) donde todas las horas fueron de dicha banda cromática. Combinando con los días de calidad aceptable, fueron 40 días, representando un 11% del total del año. El resto fueron en calidad mala o peor, con 119, además de 6 días sin datos por mantenimiento del analizador.

Tabla 14. Conteo de días en ZMQ IAS PM_{10}. Año 2025.

Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)
Buena	200
Aceptable	40
Mala	112
Muy mala	6
E mala	1
Sin dato	6

Finalmente, los porcentajes de número de horas por calidad de aire, se registraron un total de 93% entre calidad buena y aceptable. La calidad mala representó un 6.6%, mientras que las bandas críticas para todos los grupos de población, mala y extremadamente mala, representaron apenas un 0.2%, que en términos reales fueron un total de 20 horas en el año.

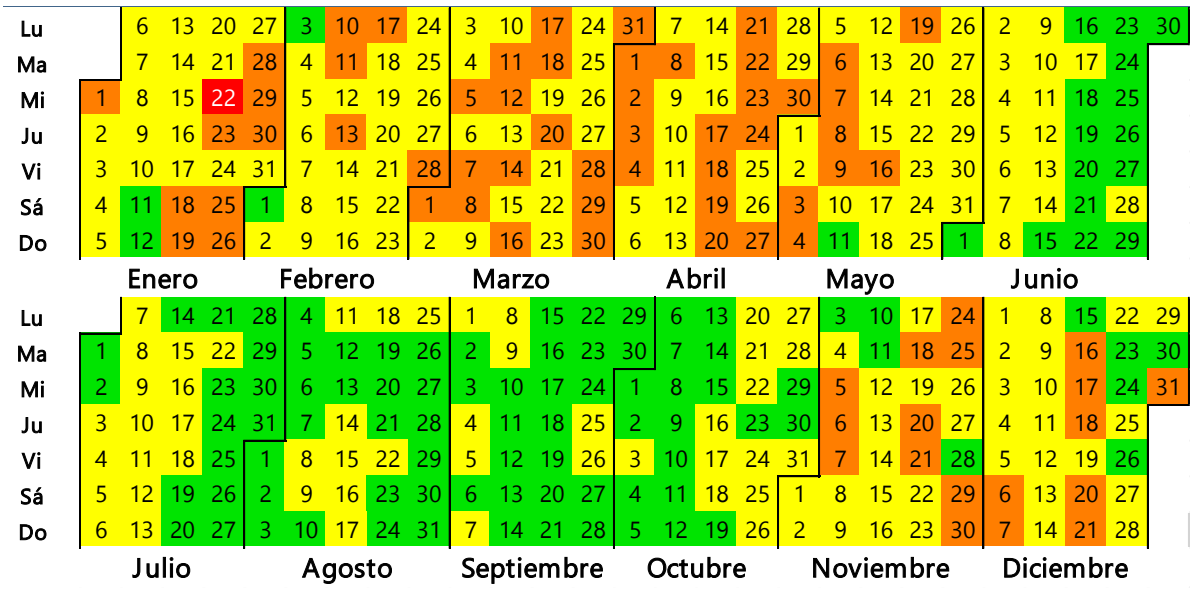


	ZMQ
Buena	85.07
Aceptable	8.11
Mala	6.58
Muy mala	0.16
E mala	0.07

Gráfica 43. Porcentaje de horas en ZMQ IAS por PM_{10}. Año 2025.

IV.6 índice Aire y Salud por $PM_{2.5}$.

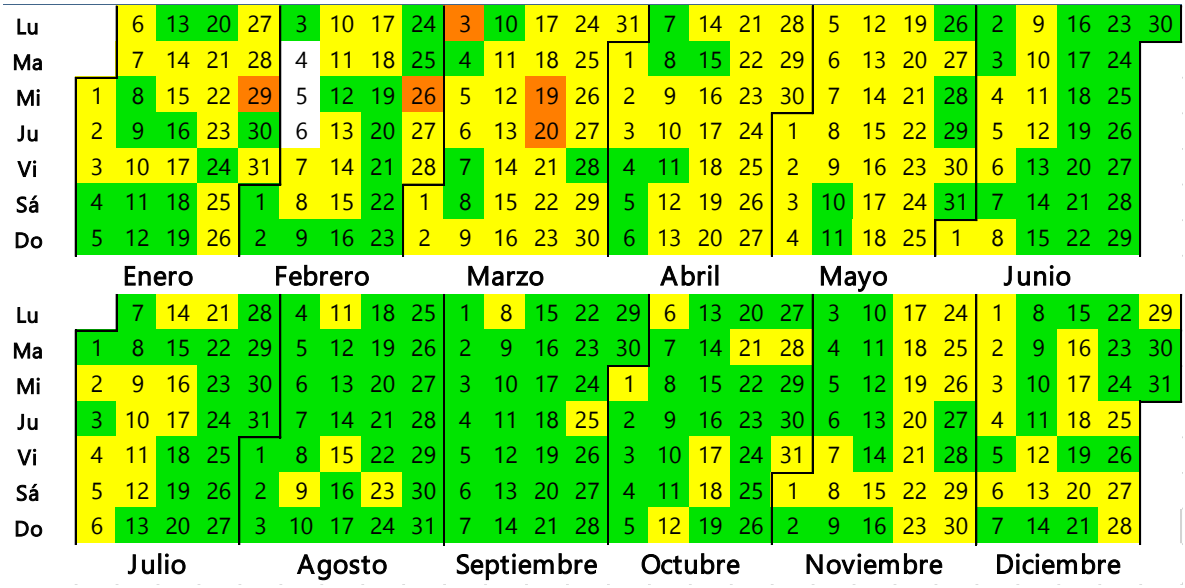
Al analizar el calendario IAS del contaminante en ZMQ y SJR, puede observarse que también se dividió en tres épocas. Comenzando por el análisis de la ZMQ (gráfica 44), la primera época, entre enero y mayo, fue donde se registró la mayor cantidad de días en calidad mala, incluso alcanzando muy mala el día 22 de enero. En total se contabilizaron 53 días de dicha condición (35% de los días del período), con la mayor cantidad de días en calidad aceptable, registrándose 93, que fueron el 62% del período. Apenas se registraron 5 días de calidad buena en esos 5 meses. La segunda época, fue la lluviosa, entre junio y octubre, donde no se registraron días de calidad mala. Fueron un total de 91 días en calidad buena (casi el 60% de los días del período) con los restantes 62 en calidad aceptable. Especialmente destacables fueron los meses de agosto y septiembre en calidad buena. Finalmente, en noviembre y diciembre volvieron los días de calidad mala, debido a los fenómenos de inversión térmica y baja dispersión donde se registraron 18 días de dicha banda cromática, correspondiente al 30% de los días. Calidad buena, nuevamente volvió a ser la de menor porcentaje, con apenas 9 días, siendo el restante 56% de días para calidad aceptable, siendo la más común durante el período.



Gráfica 44. Calendario de máximos diarios IAS por $PM_{2.5}$ en la ZMQ. Año 2025.

En SJR, ocurrió un fenómeno similar, dividiendo el calendario de máximos diarios en tres épocas. Enero a mayo registró el total de días de calidad mala en el año, registrados entre enero y marzo, con tan solo 5 días (3%), calidad aceptable fue la

predominante, con un total de 100 días (67%) y el restante siendo de calidad buena (30%). El período de lluvias, junio – octubre, predominó en días de calidad buena con gran diferencia, alcanzando un 77% de los días en dicha calidad por tan solo un 23% de aceptable. Por último, en noviembre y diciembre nuevamente subieron las concentraciones, pero sin llegar a los promedios de inicio del año con la mitad de los días en calidad buena y la otra mitad en calidad aceptable, 30 y 31 días, respectivamente. El calendario se muestra en la gráfica 45.



Gráfica 45. Calendario de máximos diarios IAS por $PM_{2.5}$ en SJR. Año 2025.

En el total de días por banda cromática, se observó que los días con calidad del aire buena y aceptable fueron los de predominancia, con 294 en la ZMQ (81%) y 357 en SJR (99%). Los días de calidad mala o peor fueron 71 en total en la ZMQ (19%) y apenas 5 en SJR (1%). El conteo está desglosado en la tabla 15.

Tabla 15. Conteo de días en ZMQ y SJR IAS por $PM_{2.5}$. Año 2025.

Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)	San Juan del Río (SJR)
Buena	105	192
Aceptable	189	165
Mala	70	5
Muy mala	1	-

Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)	San Juan del Río (SJR)
Sin dato	-	3

Al observar los porcentajes, se observa que fueron significativamente diferentes (gráfica 46), especialmente en calidad de aire aceptable. La ZMQ registró 32% de horas en calidad aceptable, aunque sumado a las horas de buena calidad, fueron poco más del 97% en calidad de baja preocupación para la salud. Calidad mala y muy mala, estuvieron por debajo del 3% de horas en el año. En SJR, la calidad aceptable fue significantemente menor con poco más del 13% de horas, pero combinando con horas de calidad buena, fueron un total de 99.7% de ambas calidades del aire. La calidad mala apenas estuvo presente en 24 horas del año (0.28%).



	SJR	ZMQ
Buena	86.20	65.02
Aceptable	13.52	32.32
Mala	0.28	2.65
Muy mala	0.00	0.01

Gráfica 46. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR IAS por $PM_{2.5}$. Año 2025.

Finalmente, observando la distribución por estación, se observan 2 grupos: las estaciones CAP, COR y EPG tuvieron porcentajes de calidad aceptable muy superiores a FEO en la ZMQ, ubicándose entre el 20 y 23% de las horas del año. El porcentaje de horas en calidad mala en CAP fue de 1.61% de horas. FEO y SJR fueron el otro grupo, con porcentajes de 13 y 15% en calidad aceptable y menos del 0.5% de horas en calidad mala en el año.



	CAP	COR	EPG	FEO	SJR
Buena	75.49	76.72	79.38	83.77	86.20
Aceptable	22.90	22.60	19.91	15.78	13.52
Mala	1.60	0.68	0.71	0.45	0.28
Muy mala	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Gráfica 47. Porcentaje de horas por estación de monitoreo IAS por $PM_{2.5}$. Año 2025.

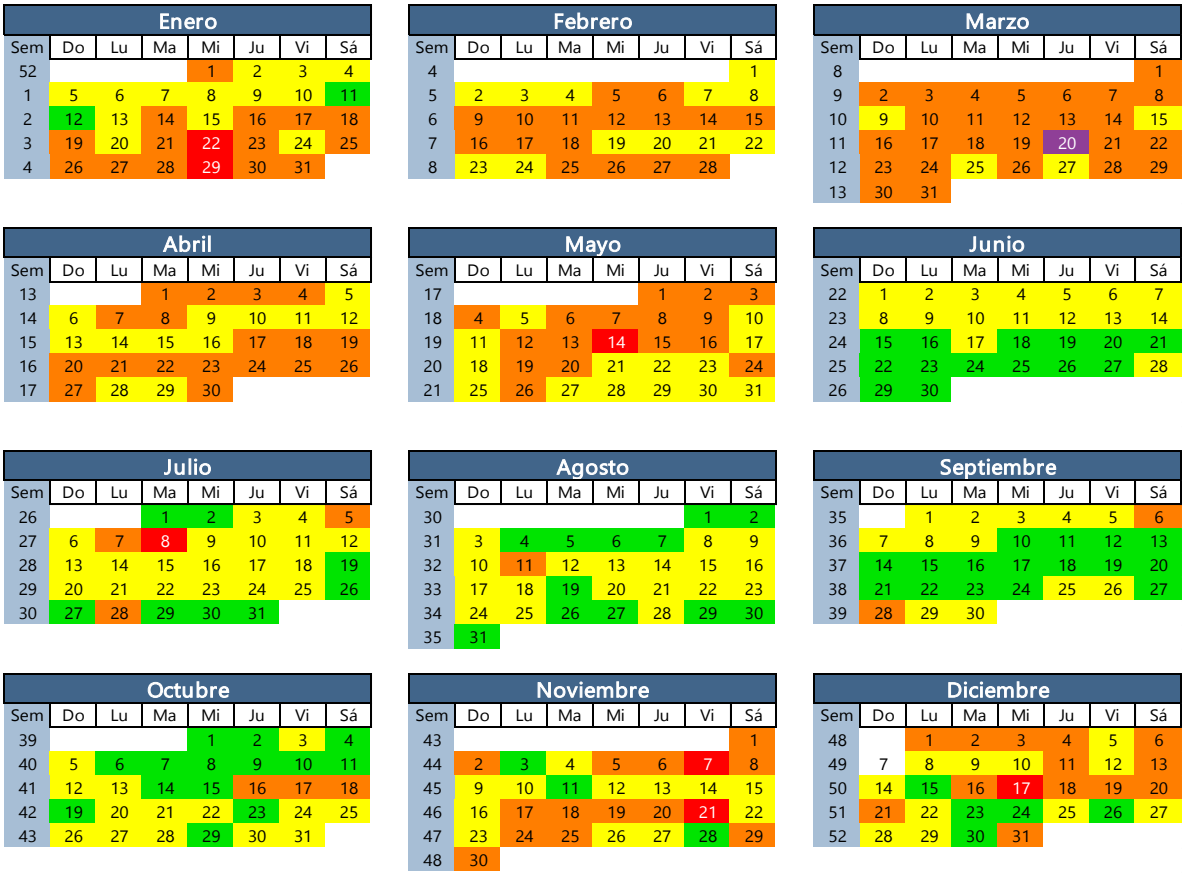
IV.7 Índice AIRE Y SALUD combinado.

Este indicador combina los resultados de bandas cromáticas de cada contaminante medido en todas las estaciones y la máxima banda obtenida en el día es la que se muestra.

El calendario de máximos en el año 2025 en ZMQ y SJR, al igual que con las PM y el ozono, se puede dividir en las mismas 3 épocas. Comenzando por la ZMQ (gráfica 48), entre enero y mayo, el 62.3% de los días del período en calidad mala o peor, con 90 días de calidad mala.

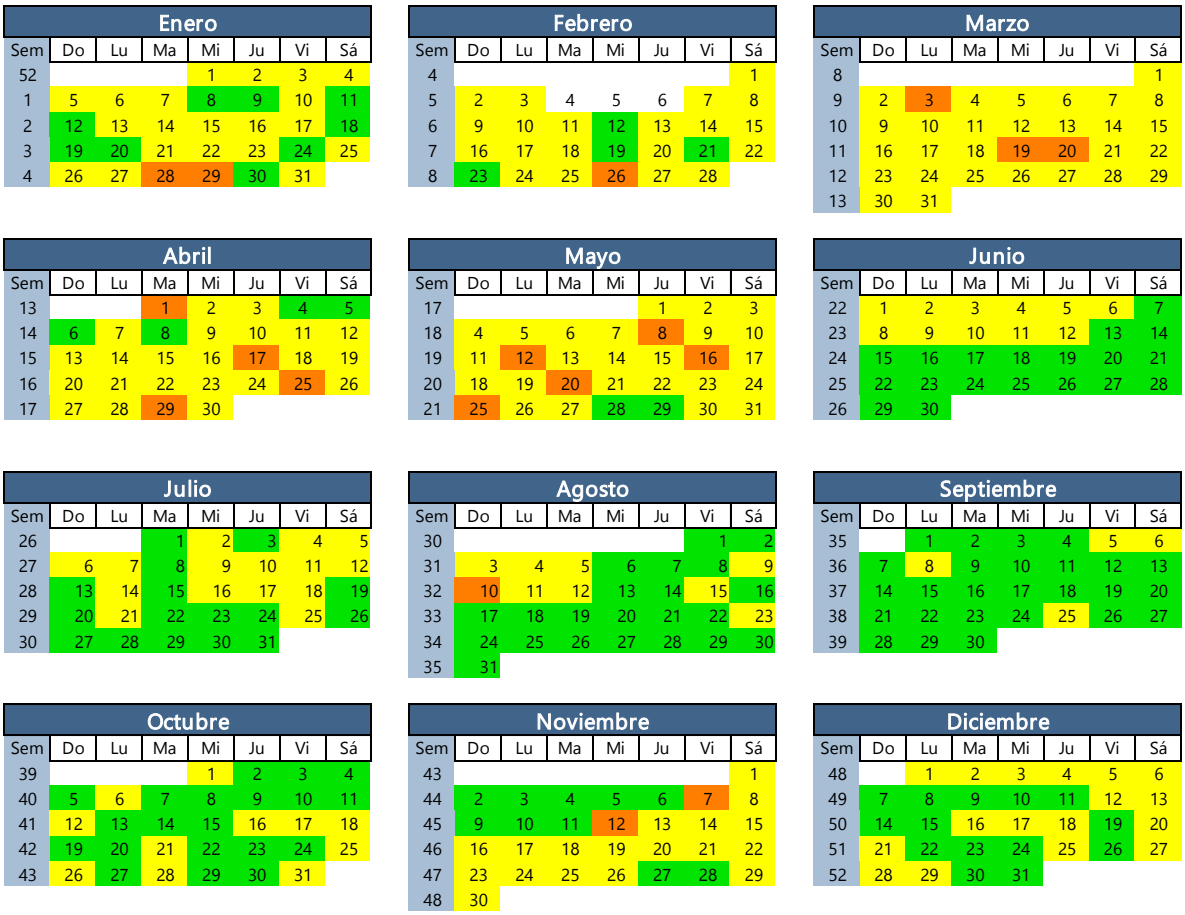
El peor día fue el 20 de marzo, donde se alcanzó extremadamente mala en PM_{10} debido al evento mencionado anteriormente, que afecto toda la zona centro-sur del país.

Durante el período de lluvias, se presentaron apenas 10 días en calidad mala y muy mala (6.5% de los días del período), predominando calidad aceptable, con un 51.6% y calidad buena en gran cantidad de días, alcanzando un total de 64 (41.8%; 87% de los días de calidad buena totales del año en la ZMQ). En noviembre y diciembre, se presentaron la mitad de los días en calidad mala o muy mala, con 30 en total (49.2% del período) mientras que aceptable representaron 23 días (37.7%) y 8 días más fueron de buena calidad (13.1%).



Gráfica 48. Calendarios máximos diarios IAS combinado en ZMQ. Año 2025.

En cuanto al IAS combinado en SJR, la primera época, seca y con poca dispersión, entre enero y mayo se contabilizaron 15 días de calidad mala siendo la calidad aceptable la predominante, con 115 días, un 77% del período. Los días de calidad buena fueron contabilizados como 19, concentrados especialmente en enero. Durante el período de lluvias, se registró apenas un día de calidad mala, el 10 de agosto, en ozono. Los días de calidad buena alcanzaron 104 en total y calidad aceptable fue la calidad máxima en los restantes 48 días. Por último, noviembre y diciembre experimentó un incremento en la concentración de contaminantes, pero con apenas dos días de calidad mala en noviembre. Los días de calidad aceptable fueron 35 con 24 de calidad buena, registrados especialmente en diciembre. El calendario se observa en la gráfica 49.



Gráfica 49. Calendario de máximos diarios IAS combinado en SJR. Año 2025.

El conteo total de días por banda cromática combinado en ZMQ y SJR está reflejado en la tabla 16. En la ZMQ fueron un total de 231 días de calidad buena y aceptable, lo que representó el 63% de los días del año. En calidad mala fueron otros 126 días, representando un porcentaje de 35%. El restante 2%, fueron días de riesgo muy alto y extremadamente alto, con un total de 8 días. En el caso de SJR fueron18 días en calidad mala como total, apenas un 5% de los días del año. El restante 95% tuvo días de calidad buena y aceptable, siendo ésta última la de mayor presencia en el calendario con 197 días (54%).

Tabla 16. Conteo de días en ZMQ y SJR del IAS combinado. Año 2025.

Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)	San Juan del Río (SJR)
Buena	74	147

Índice AIRE Y SALUD (IAS)	Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ)	San Juan del Río (SJR)
Aceptable	157	197
Mala	126	18
Muy mala	7	-
E mala	1	-
Sin dato	-	3

En cuanto a los porcentajes por hora, en la ZMQ, se registró el 92.04% de horas en calidad buena o aceptable. También se registraron 7.72% de horas en calidad mala, y apenas el 0.24% en calidad muy mala y extremadamente mala, con un conteo total de 21 horas en el año. Mientras que en SJR, se presentó un porcentaje de horas con riesgo moderado y bajo aún mayor, con un 99.49% de las horas del año. El 0.51% (44 horas) fueron de calidad mala repartidas a lo largo del período.



	SJR	ZMQ
Buena	79.61	54.86
Aceptable	19.88	37.18
Mala	0.51	7.72
Muy mala	0.00	0.17
E mala	0.00	0.07

Gráfica 50. Porcentaje de horas en ZMQ y SJR del IAS combinado. Año 2025.

Al observar la distribución de porcentajes de horas por cada sitio de monitoreo, se puede apreciar cuáles fueron las estaciones de concentraciones más altas de sus contaminantes. La estación CAP presentó un total de 6.94% de horas en calidad mala o peor. COR fue el siguiente, con un 32% de horas en calidad aceptable, el mayor número en el CeMCAQ y un 67% de horas en calidad buena. EPG, FEO y SJR se ubicaron entre el 0.5 y 0.7% de horas en calidad mala y con un 20 a 27% de horas en calidad aceptable. También estuvieron por encima del 70% en calidad buena. JOV, que fue la única estación que no registró calidad mala de aire en 2025, considerando que es la única que no mide material particulado. Los calendarios de

máximos, para observar cómo se distribuyeron los días por banda cromática a lo largo del 2025 en cada sitio de monitoreo, se pueden observar en la gráfica 51.



	CAP	COR	EPG	FEO	JOV	SJR
Buena	69.13	66.87	72.47	77.84	93.37	79.61
Aceptable	23.93	32.04	26.79	21.72	6.63	19.88
Mala	6.70	1.09	0.74	0.45	0.00	0.51
Muy mala	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E mala	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Gráfica 51. Porcentaje de horas por estación de monitoreo del IAS combinado. Año 2025.

V. Meteorología en la Zona Metropolitana de Querétaro en el año 2025

Las variables meteorológicas medidas por el SMCAQ se muestran en la tabla 17:

Tabla 17. Variables meteorológicas medidas por el SMCAQ.

Estación	VV	DV	TM	HR	PB	PP	RS
Carrillo Puerto (CAP)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Corregidora (COR)	✓	✓	✓	✓	✓		
Epigmenio González (EPG)	✓	✓	✓	✓	✓		
Félix Osores (FEO)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Josefa Vergara (JOV)	✓	✓	✓	✓	✓		

✓ Se mide No se mide

El análisis del comportamiento anual de meteorología se puede comprender en cuatro periodos:

El primero comprendido entre los meses de enero y febrero, se caracterizaron por temperaturas de tipo invernal, con promedios por debajo de los 20°C, mañanas frías que provocaron inversión térmica en una gran cantidad de días, bajas velocidades de viento y humedad relativa.

El segundo, el más cálido del año, ocurrió entre los meses de marzo a mayo. Los promedios superaron los 20 °C hasta un máximo de 23.7°C en mayo. Velocidades de viento bajas y estabilidad atmosférica como norma, además de nula precipitación pluvial.

El tercero y el más lluvioso, fue entre el mes de junio a octubre, con temperaturas entre los 19 y 21°C en promedio, lluvias más intensas de lo normal. Buena velocidad de viento, humedad muy alta y dispersión atmosférica excelente durante la mayor parte de los días. Cabe destacar sobre 2025 como el evento climático de mayor relevancia, ya que, según la CONAGUA, no se registraban lluvias tan intensas desde el año 1941 en Querétaro.

El cuarto comprendido entre los meses de noviembre y diciembre fueron los meses de la época fría, pero con comportamientos atípicos. Las temperaturas estuvieron debajo de los 18°C en promedio, combinando mañanas de inversión térmica con días de fuertes vientos y buena dispersión.

A continuación, se presenta el análisis por variable meteorológica.

V.1 Temperatura ambiente

En enero y febrero, las temperaturas estuvieron bajo los 20°C, siendo enero y diciembre los meses más fríos.

En primavera (marzo-mayo), las temperaturas subieron; los máximos llegaron hasta 35°C y los mínimos aumentaron gradualmente.

De junio a octubre, prevalecieron lluvias y temperaturas medias entre 19°C y 21°C, con mínimas de 14°C a 17°C y máximas de 23°C a 29°C.

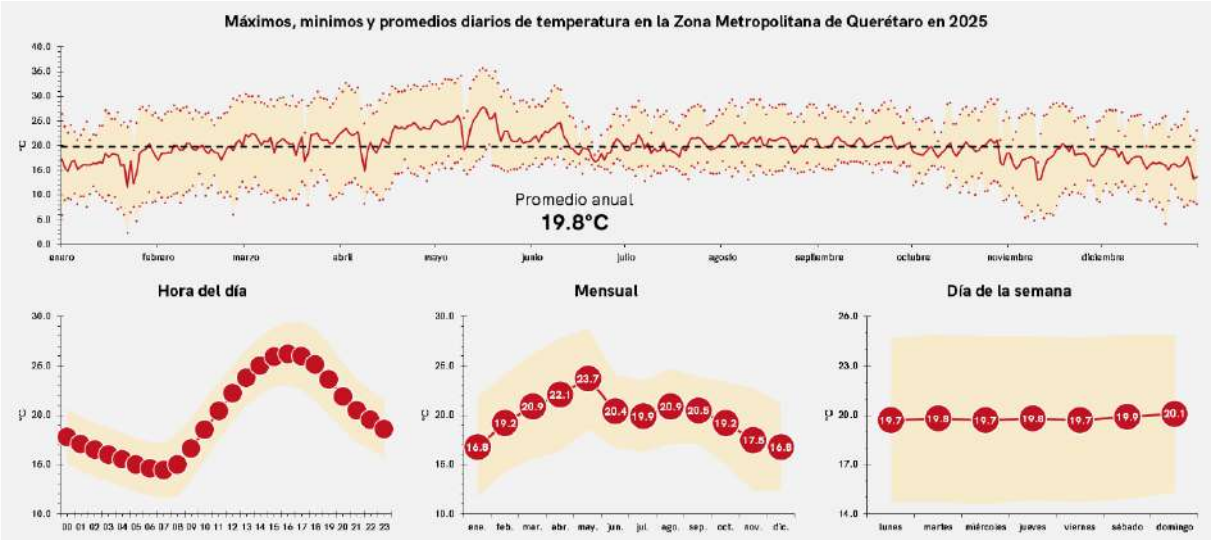
En noviembre y diciembre, casi todos los días estuvieron bajo el promedio anual, con mínimas de hasta 4°C y máximas de 21°C a 27°C.

El detalle se observa en la gráfica 52. La sombra amarilla representa la desviación estándar en el caso de mensual, hora del día y día de la semana.

Se analizaron promedios, máximos y mínimos mensuales para identificar tendencias. Las temperaturas más altas ocurrieron de marzo a mayo, con mayo registrando el mayor valor; los meses más fríos, diciembre y enero, estuvieron por debajo de 19.5 °C.

Las máximas promedio y absolutas fueron más altas entre marzo y mayo, alcanzando 35.7 °C en mayo. Las mínimas promedio más cálidas se dieron de mayo a septiembre; las más bajas aparecieron en enero, noviembre y diciembre, con enero en 8.5 °C.

En mínimas absolutas, el menor valor fue en enero con 2.3 °C. El gráfico 53 ilustra estos resultados.



Gráfica 52. Temperatura ambiente en la ZMQ durante 2025.

Mes	Parámetro (°C) Máxima absoluta	Máxima media	Media	Mínima Media	Mínima absoluta
Enero	28. 1	24. 6	16. 8	8. 5	2. 3
Febrero	30. 2	26. 9	19. 2	10. 5	6. 0
Marzo	31. 5	29. 0	20. 9	11. 0	8. 0
Abril	33. 0	30. 5	22. 1	12. 7	8. 3
Mayo	35. 7	31. 7	23. 7	16. 2	14. 2
Junio	32. 1	25. 8	20. 4	16. 4	14. 3
Julio	29. 1	26. 2	19. 9	15. 0	12. 8
Agosto	29. 4	27. 5	20. 8	15. 2	13. 1
Septiembre	29. 1	26. 9	20. 5	16. 1	14. 6
Octubre	29. 5	25. 9	19. 1	12. 8	8. 9
Noviembre	28. 7	25. 4	17. 4	8. 9	4. 9
Diciembre	27. 3	24. 7	16. 9	9. 9	4. 2
Anual total	**35. 7**	**27. 1**	**19. 8**	**12. 8**	**2. 3**

Escala (°C): 35. 7 — 2. 3

Gráfica 53. Análisis mensuales de temperatura ambiente en ZMQ durante 2025.

V.2 Humedad relativa

Este parámetro indica dispersión y precipitación cuando es alto, y estabilidad atmosférica cuando es bajo. Generalmente, su valor es inversamente proporcional a la temperatura; alta humedad se asocia con temperaturas bajas y viceversa.

Los promedios diarios varían entre 56 % y 59 %, siendo mayor en lunes y menor en domingo. Por horas, la humedad es más alta de 1:00 a 9:00 horas y menor de 14:00 a 18:00 horas.

En enero y febrero, los promedios mensuales rondan el 50%, descendiendo especialmente en febrero, donde se registró el mínimo anual en 3%.

Marzo y abril destacan por baja humedad, mientras que de junio a octubre predominan valores arriba del 65%, con máximos diarios superiores al 90%.

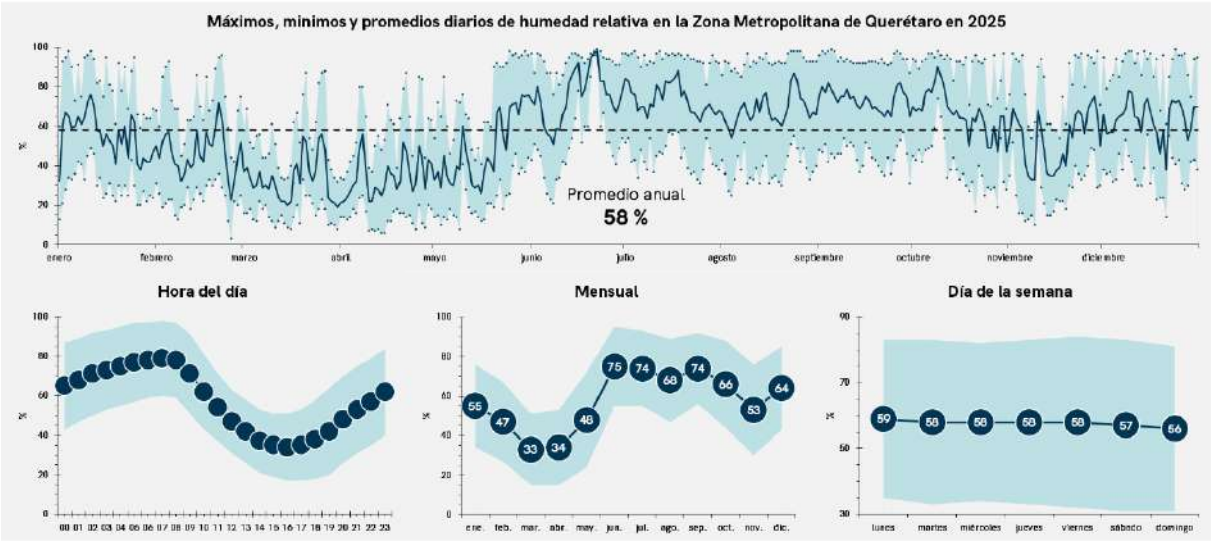
Noviembre y diciembre tienen promedios de 60%. En la gráfica 54 podemos observar el comportamiento anual, mensual, por día y por semana.

El gráfico 55 muestra que la temporada más húmeda fue de junio a octubre, con promedios superiores al 65%, aunque diciembre también tuvo altos registros.

Los meses más secos fueron marzo y abril, con apenas 33%.

En máximos absolutos, 10 de los 12 meses alcanzaron valores mayores o iguales al 98%, salvo marzo y abril. Julio y septiembre registraron los máximos promedios diarios con 94%.

Para mínimos, febrero a mayo tuvo los valores más bajos, destacando febrero con 3%.



Gráfica 54. Humedad relativa en la ZMQ durante 2025.

Mes	Parámetro (%) Máxima absoluta	Máxima media	Media	Mínima Media	Mínima absoluta
Enero	98	81	55	30	13
Febrero	96	71	47	23	3
Marzo	88	54	33	16	8
Abril	87	57	34	14	6
Mayo	98	74	48	23	8
Junio	99	93	75	52	21
Julio	98	94	74	45	31
Agosto	98	93	68	38	25
Septiembre	99	94	74	45	31
Octubre	98	90	67	40	17
Noviembre	98	80	53	28	10
Diciembre	99	90	64	37	14
Anual total	**99**	**81**	**58**	**33**	**3**

Escala (%): 99 – 3

Gráfica 55. Análisis mensuales de humedad relativa en ZMQ durante 2025.

V.3 Presión barométrica

La presión barométrica es clave para anticipar estabilidad atmosférica y dispersión de contaminantes.

En la gráfica 56 podemos observar los promedios diarios por semana fueron similares, alrededor de 816 mbar. Por horas, el máximo ocurrió entre las 8:00 y 12:00 horas y el mínimo entre las 15:00 y 19:00 horas.

Enero presentó el mayor promedio, seguido de una baja durante la época seca, con el mínimo en mayo.

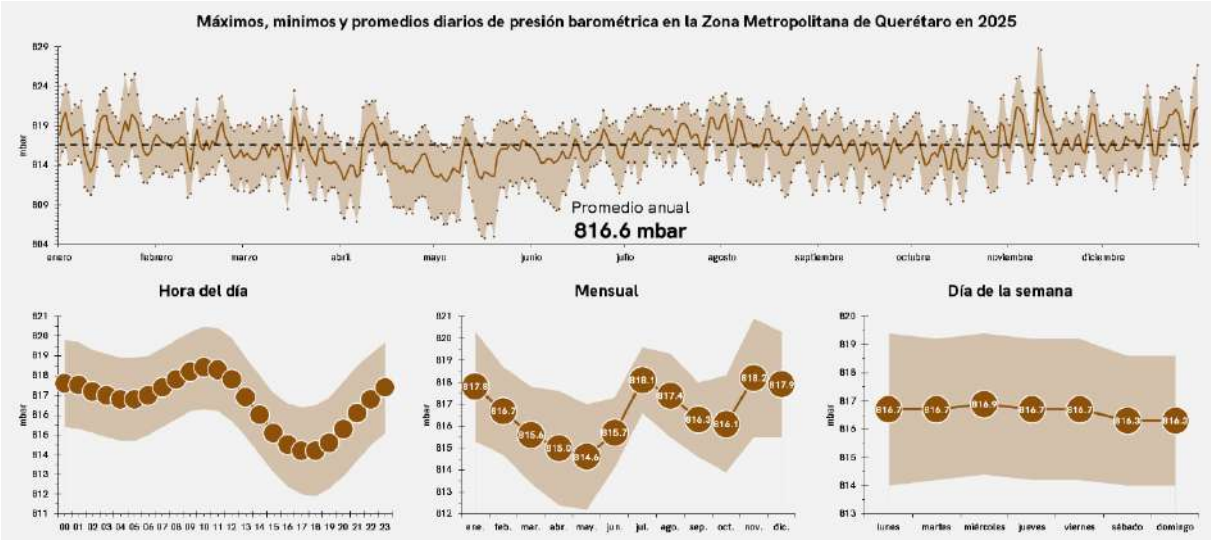
De julio a octubre, la presión se mantuvo cerca del promedio anual, con poca variación.

En noviembre y diciembre aumentó, alcanzando máximos destacados. La desviación estándar está representada en la gráfica por una sombra café claro.

Las medias mensuales reflejaron que mayo tuvo el menor valor y noviembre el mayor, con 818.2 mbar.

Los máximos absolutos se concentraron en los meses fríos (enero, noviembre y diciembre), superando los 825 mbar.

En mínimos, mayo presentó los registros más bajos con 808.9 mbar promedio y 804.8 mbar absoluto.



Gráfica 56. Promedios de presión barométrica en la ZMQ durante 2025.

Mes	Parámetro (mbar)				
	Máxima absoluta	Máxima media	Media	Mínima Media	Mínima absoluta
Enero	825. 6	821. 4	817. 8	813. 9	810. 3
Febrero	822. 8	819. 9	816. 7	812. 9	809. 9
Marzo	823. 5	819. 2	815. 5	811. 6	808. 5
Abril	822. 2	818. 6	815. 0	810. 3	806. 9
Mayo	820. 8	818. 3	814. 5	808. 9	804. 8
Junio	821. 0	818. 6	815. 7	811. 9	808. 3
Julio	822. 6	820. 9	818. 1	814. 4	811. 6
Agosto	823. 1	820. 5	817. 4	813. 0	810. 0
Septiembre	821. 2	819. 3	816. 3	811. 9	808. 4
Octubre	822. 9	819. 3	816. 1	812. 2	809. 1
Noviembre	828. 8	821. 6	818. 2	814. 5	811. 6
Diciembre	826. 7	821. 2	817. 9	814. 2	810. 8
Anual total	**828. 8**	**819. 9**	**816. 6**	**812. 5**	**804. 8**

Escala (mbar): 828. 8 – 804. 8

Gráfica 57. Análisis mensuales de presión barométrica en ZMQ durante 2025.

V.4 Radiación solar

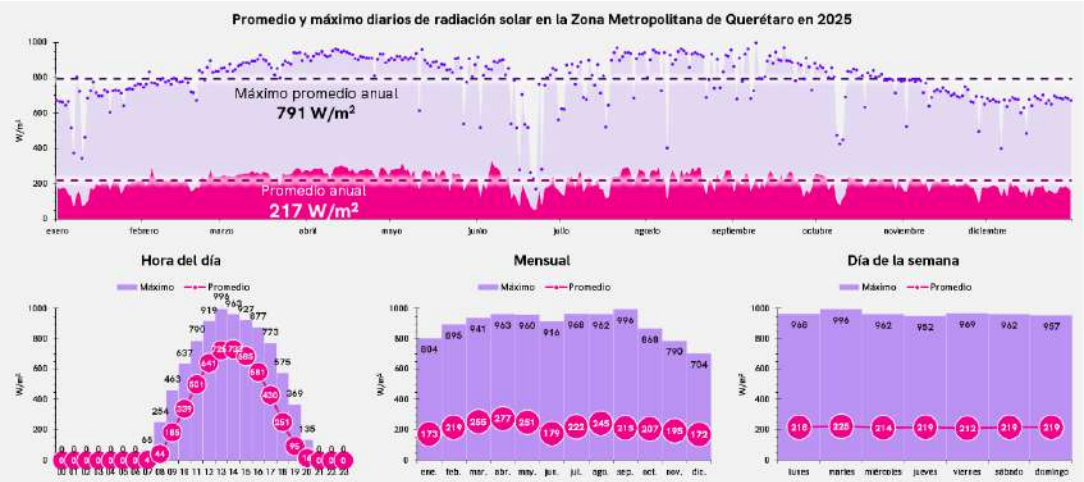
La radiación solar es un parámetro clave para entender el comportamiento del sol durante el año, influyendo especialmente en la formación de ozono. Sus valores son cero durante la noche y varían durante el año, siendo más altos en verano y más bajos en invierno por la inclinación del eje terrestre.

Los promedios y máximos diarios se sitúan entre 212 y 225 W/m², con máximos de 952 a 996 W/m²; martes registra los mayores valores y viernes los menores. Entre las 13:00 y 14:00 horas se observan los valores más altos, mientras que de 21:00 a 6:00 horas no hay radiación solar. Enero, febrero y diciembre presentan los menores promedios con un promedio de 170 W/m², y septiembre el máximo anual con 996 W/m². Las lluvias y nubosidad disminuyen significativamente los valores.

La gráfica 71 muestra cómo varía la radiación solar mensual. La primavera presenta los valores más altos, destacando abril con 277 W/m² y agosto con 245 W/m², ambos similares a la época primaveral.

Entre los meses con menor media están enero, junio y diciembre. Abril se destaca con el mayor valor en máxima media superando los 900 W/m²; marzo, mayo, agosto y septiembre también registraron más de 850 W/m².

En máximos absolutos, septiembre llegó a 996 W/m², el más alto del año, mientras que abril, mayo, julio y agosto pasaron los 950 W/m². Por debajo de 800 W/m² quedaron noviembre y diciembre, este último con el mínimo absoluto de 704 W/m².



Gráfica 58. Comportamiento de radiación solar en la ZMQ durante 2025.

Mes	Parámetro (W/m²) Máxima absoluta	Máxima media	Media
Enero	804	674	172
Febrero	895	788	220
Marzo	941	880	255
Abril	963	922	277
Mayo	960	866	251
Junio	916	675	180
Julio	968	825	222
Agosto	962	874	245
Septiembre	996	858	215
Octubre	868	769	206
Noviembre	790	708	194
Diciembre	704	656	172
Anual total	996	791	217



Gráfica 59. Análisis mensuales de radiación solar en ZMQ durante 2025.

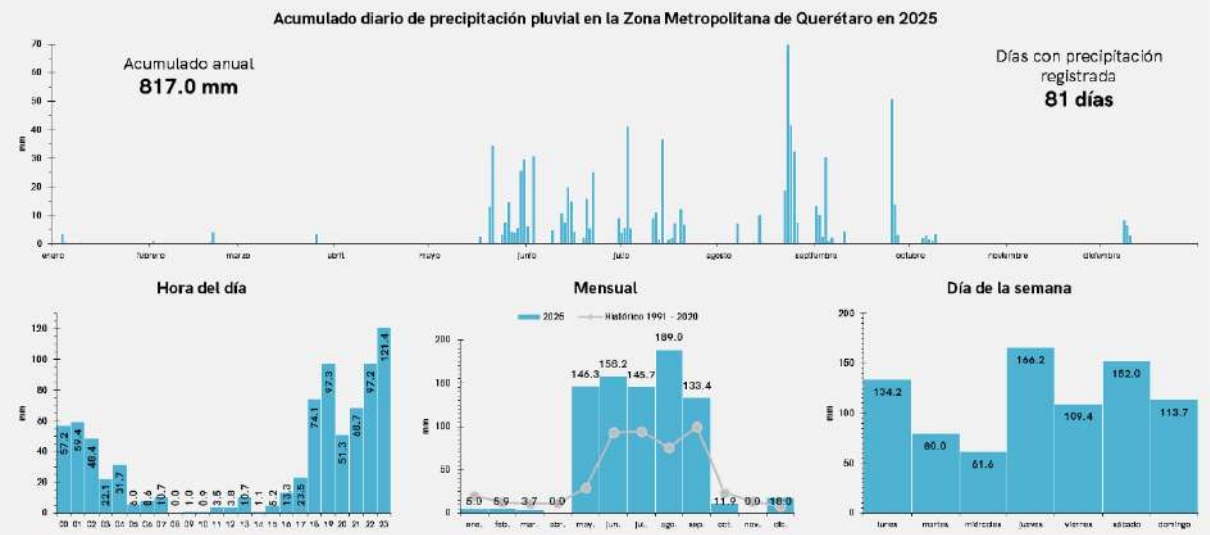
V.5 Precipitación pluvial

Este parámetro se estudia por acumulados. En 2025 hubo 81 días de precipitación y un total de 817 mm registrados en las estaciones del CeMCAQ, el valor más alto desde 1941 según la CONAGUA. Los jueves y sábados acumularon la mayor lluvia, mientras martes y miércoles tuvieron los menores valores, ambos por debajo de 100 mm.

El máximo acumulado horario ocurrió entre las 18:00 y 23:00 horas, representando el 62 % del total anual. Las lluvias fueron mínimas entre las 8:00 y 15:00 horas.

La "temporada de lluvias" en 2025 se situó entre mayo y septiembre, con un total de 773 mm y agosto como el mes más lluvioso con 189 mm. Hubo 12 días torrenciales, todos entre mayo y septiembre, destacando el 23 de agosto con 70 mm.

Abril y noviembre no tuvieron precipitaciones; los demás meses estuvieron muy por encima del promedio histórico, especialmente mayo.



Gráfica 60. Acumulados de precipitación pluvial en la ZMQ durante 2025.

V.6 Viento

La dirección y velocidad del viento juegan un papel fundamental en la dispersión y arrastre de contaminantes. El mapa 1 presenta la rosa de vientos de los sitios de monitoreo.

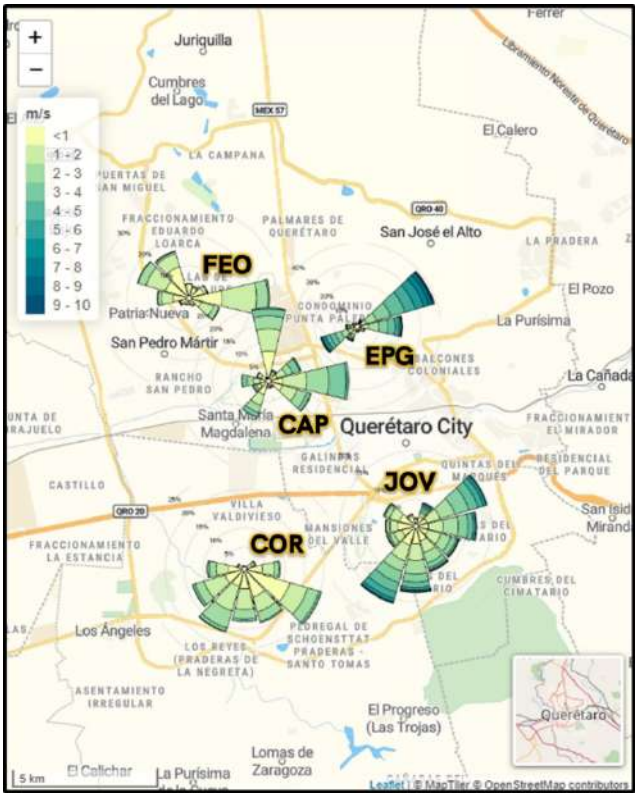
FEO tuvo predominancia del viento desde el este y noroeste, con velocidad promedio anual de 0.99 m/s y máxima de 6 m/s.

EPG registró las mayores velocidades, con dirección este-noreste, velocidad promedio de 3.7 m/s y máxima de 12 m/s.

CAP mostró un incremento de viento desde el norte, predominando el este, velocidad media de 1.7 m/s y máxima de 6 m/s.

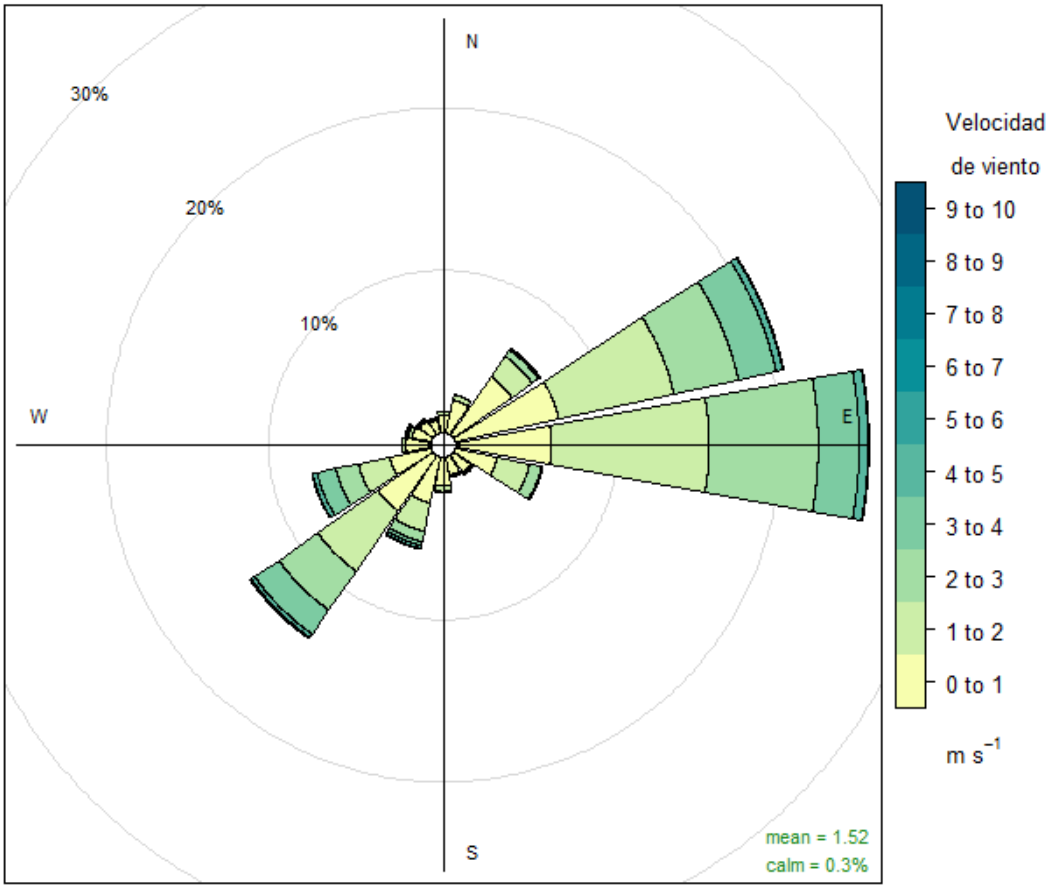
JOV tuvo vientos del sur-suroeste y este-noreste, promedio anual de 2.3 m/s y máxima de 11 m/s.

COR presentó viento sur dominante, promedio de 1.4 m/s y máximo de 7 m/s.



Mapa 1. Rosas de vientos anuales por sitio de monitoreo en ZMQ durante 2025.

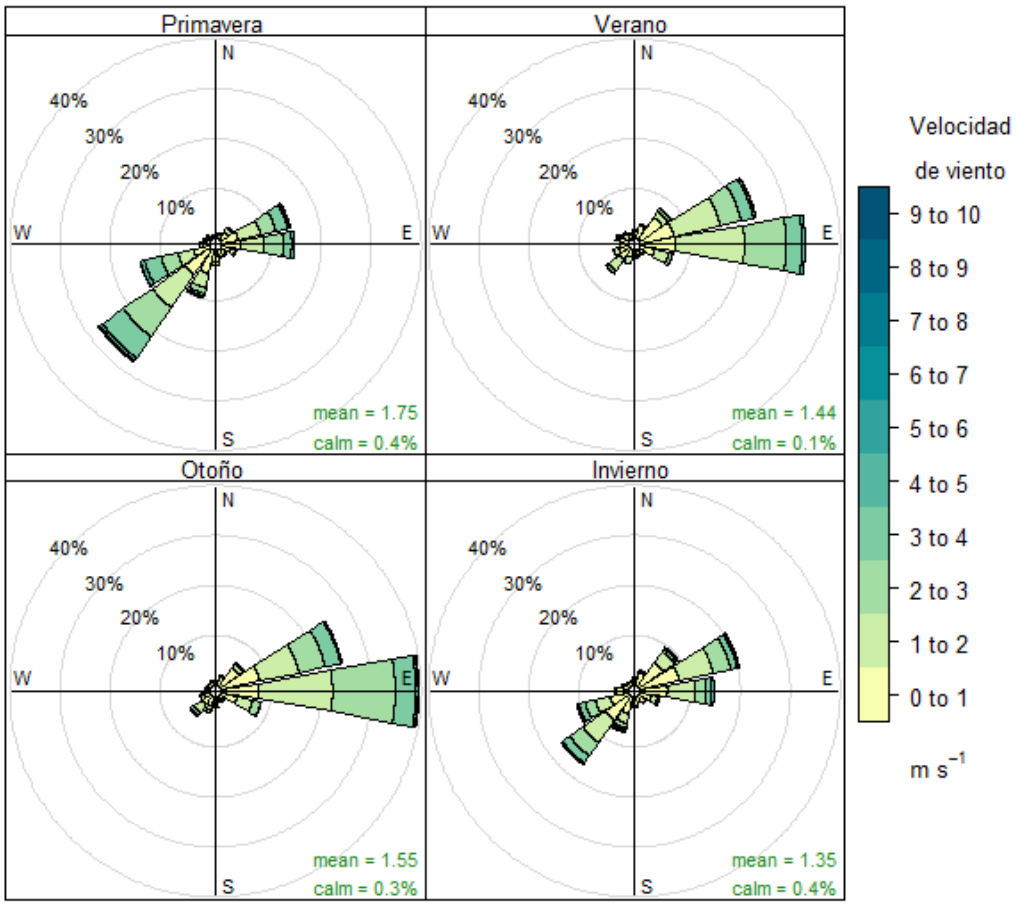
La rosa de vientos general de la ZMQ es mostrada en la gráfica 61. El este noreste fue la dirección de viento predominante seguido por el suroeste. La velocidad promedio anual fue de 1.5 m/s.



Gráfica 61. Rosa de vientos promedio anual en ZMQ durante 2025.

La gráfica 62 analiza la dirección y velocidad del viento por estación climática del año:

- En primavera predomina el suroeste seguido del este-noreste, con velocidad promedio de 1.8 m/s.
- En verano, el viento viene principalmente del este-noreste y el promedio baja a 1.4 m/s.
- Otoño mantiene la predominancia este-noreste con velocidad media de 1.6 m/s.
- En invierno, tanto suroeste como este-noreste son frecuentes; el promedio de la velocidad desciende a 1.3 m/s.



Gráfica 62. Rosas de vientos anuales por estación en ZMQ durante 2025.

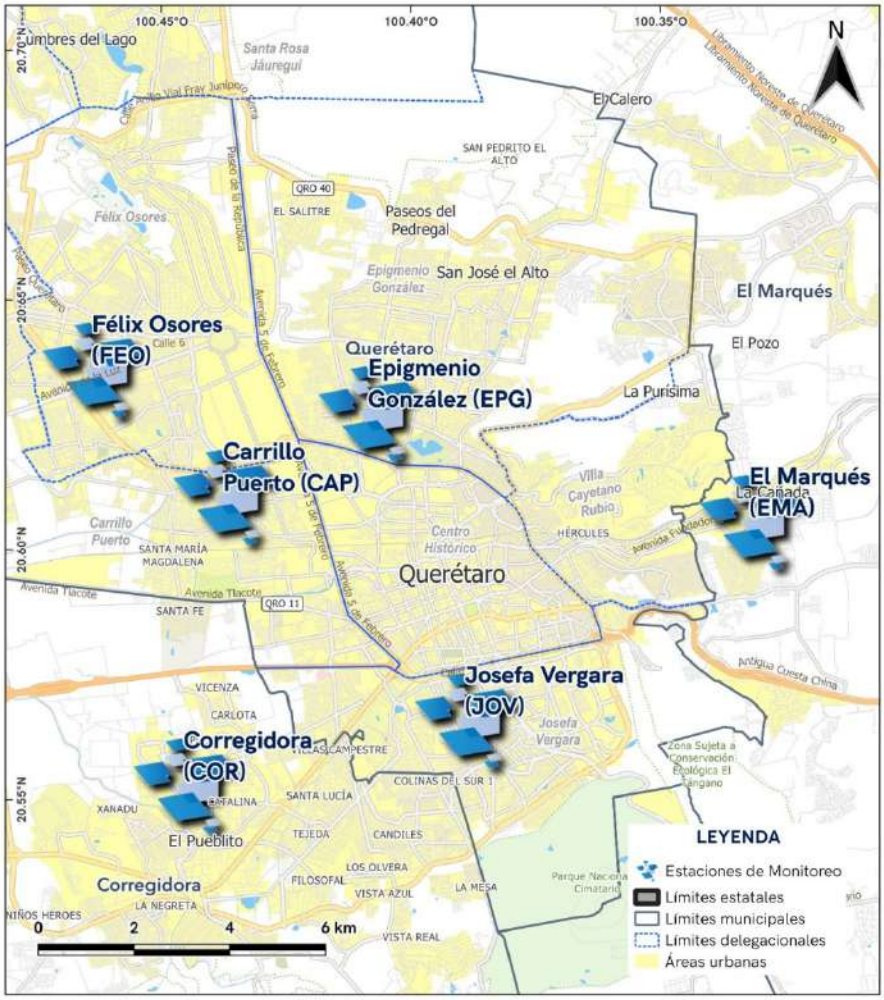
Anexo I.

Estaciones de Monitoreo

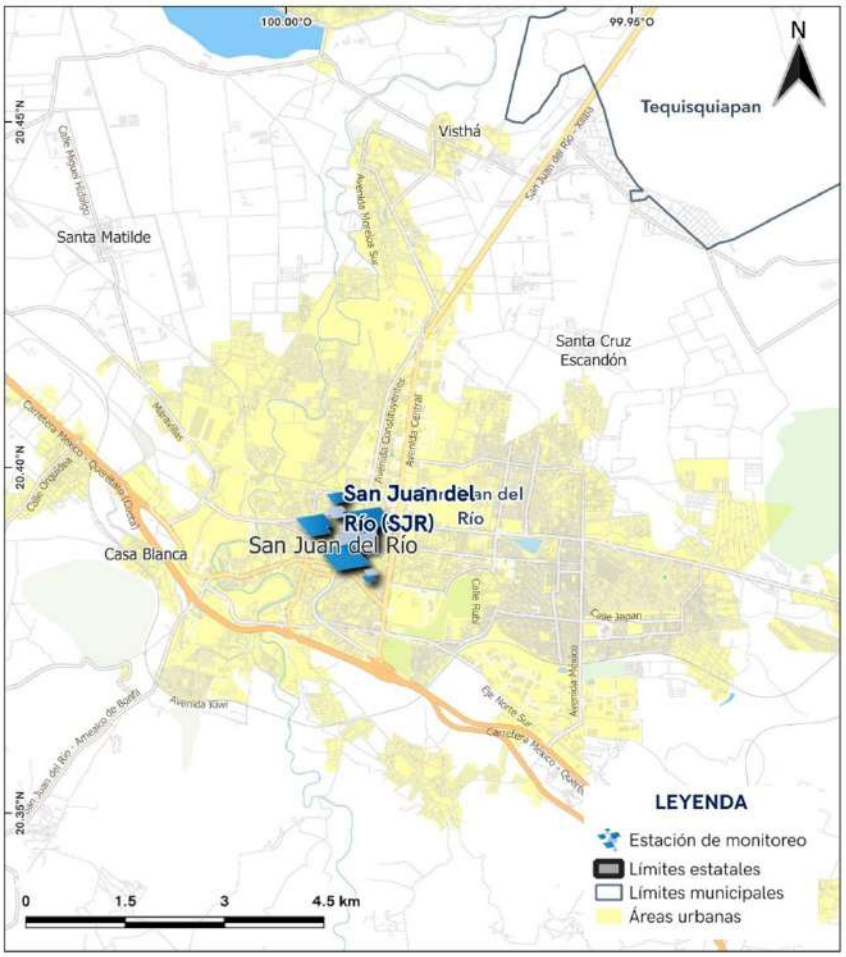
Estación de monitoreo	Ubicación
(CAP) Carrillo Puerto 	Centro Cultural "Felipe Carrillo Puerto" Domicilio: Alfonso Reyes 319. Col. Plutarco Elías Calles. CP 76134. Querétaro, Qro.. Coordenadas: 20° 36' 38.15'' N 100° 26' 15.35'' O
(COR) Corregidora 	Centro de Atención Municipal de Corregidora Domicilio: Ex Hacienda El Cerrito 100, Col. El Pueblito, CP 76900. Corregidora, Qro.. Coordenadas: 20° 33' 10.05'' N 100° 26' 43.95'' O
(EPG) Epigmenio González 	Oficinas de la Delegación Epigmenio González Domicilio: Tláloc 102, Col. Desarrollo San Pablo, CP 76000, Querétaro, Qro. Coordenadas: 20° 37' 38.48'' N 100° 24' 30.89'' O

(FEO) Félix Osores 	CECyTEQ plantel 5 Domicilio: Kiliwas s/n, Col. Cerrito Colorado, CP 76116. Querétaro, Qro.. Coordenadas: 20° 38' 9.82'' N 100° 27' 49.94'' O
(JOV) Josefa Vergara 	Oficinas de la Delegación Josefa Vergara Domicilio: Calle 21 1000, Col. Lomas de Casablanca, CP 76080, Querétaro, Qro. Coordenadas: 20° 33' 57.11'' N 100° 23' 21.07'' O
(SJR) San Juan del Río 	CBENEQ Unidad San Juan del Río Dirección: 5 de mayo 121, Col. Centro, CP 76800. San Juan del Río, Qro. Coordenadas: 20° 23' 23.86'' N 99° 59' 30.22'' O

(EMA) El Marqués Antes 5 de febrero 	Ex presidencia municipal El Marqués Domicilio: Emiliano Zapata Ote. 23, El Cerrito, 76240 La Cañada, Qro. Coordenadas: 20° 36' 20" N 100° 19' 56" O



Mapa 2. Ubicación de las estaciones de monitoreo en ZMQ durante 2025.



Mapa 3. Ubicación de la estación de monitoreo en SJR durante 2025.

Anexo II.
Recomendaciones por grupo de población y banda cromática IAS

Índice AIRE y SALUD (IAS)	Categoría	Recomendaciones
Buena	Grupo A. Personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias y mayores de 60 años	Disfruta las actividades al aire libre.
	Grupo B. Menores de 12 años y personas gestantes.	
	Población en general	
Aceptable	Grupo A. Personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias y mayores de 60 años	Es posible realizar actividades físicas al aire libre como trotar suave, caminar a paso rápido o moverse en bicicleta, monopatín, patines y patinetas. Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre como ejercicios aeróbicos, jugar fútbol, básquetbol, voleibol, atletismo, ciclismo deportivo o correr. Si presentas algún síntoma o molestia o tienes dudas, busca el consejo de tu médico. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.
	Grupo B Menores de 12 años y personas gestantes	Disfruta las actividades al aire libre. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.
	Población en general	
Mala	Grupo A. Personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias y mayores de 60 años	Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre como ejercicios aeróbicos, jugar fútbol, básquetbol, voleibol, atletismo, ciclismo deportivo o correr, trotar suave, caminar a paso rápido o moverse en bicicleta, monopatín, patines y patinetas. Si presentas algún síntoma o molestia o tienes dudas, busca el consejo de tu médico. Infórmate sobre la evolución del a calidad del aire.
	Grupo B. Menores de 12 años y personas gestantes	Es posible realizar actividades físicas al aire libre como trotar suave, caminar a paso rápido o moverse en bicicleta, monopatín, patines y patinetas; aumenta los períodos de descanso. Reduce las actividades físicas vigorosas al aire libre como ejercicios aeróbicos, jugar fútbol, básquetbol, voleibol, atletismo, ciclismo deportivo, etc. Si se presentan síntomas respiratorios o cardiacos, suspende la actividad y acude a tu médico. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.
	Población en general	Es posible realizar actividades al aire libre. Si presenta síntomas como tos o falta de aire, toma más descansos y realiza actividades menos vigorosas. Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.

<table>
<tr><td rowspan="3">Muy mala</td><td>Grupo A. Personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias y mayores de 60 años</td><td>Es posible realizar actividades físicas en espacios interiores, siempre y cuando se trate de un espacio libre de humo de tabaco.
Evita las actividades físicas vigorosas y moderadas, así como el tiempo de estancia al aire libre.
Si presentas algún síntoma o molestia o tienes dudas, busca el consejo de tu médico.
Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.</td></tr>
<tr><td>Grupo B. Menores de 12 años y personas gestantes</td><td rowspan="2">Reduce las actividades físicas al aire libre y de preferencia realízalas en espacios interiores, siempre y cuando se trate de un espacio libre de humo de tabaco.
Evita la actividad física vigorosa o prolongada al aire libre.
Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.</td></tr>
<tr><td>Población en general</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Extremadamente mala</td><td>Grupo A. Personas con enfermedades cardiovasculares o respiratorias y mayores de 60 años</td><td rowspan="3">Permanece en espacios interiores en donde puedes realizar actividades físicas, reprograma tus actividades al aire libre y si presentas síntomas respiratorios y/o cardiacos acude al médico.
Infórmate sobre la evolución de la calidad del aire.</td></tr>
<tr><td>Grupo B. Menores de 12 años y personas gestantes</td></tr>
<tr><td>Población en general</td></tr>
</table>

Anexo III.

Estadística descriptiva de contaminantes criterio

Estadística descriptiva 2025 de la estación de monitoreo Carrillo Puerto (CAP)

Contaminante	% compleción datos	Máximo	Mínimo	Media	Máximo promedio diario	Máximo móvil de 8 h	Máximo móvil de 24 h	Desviación estándar	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90
NO2 ppb	96.9	83	3	15	35	69	43	11	5	7	12	20	31
CO ppm	97.3	5.35	0.10	0.31	1.08	2.19	1.17	0.28	0.12	0.16	0.22	0.33	0.55
O_3 ppb	98.5	92	1	26	49	77	54	17	5	13	22	36	52
SO_2 ppb	98.4	29	1	2	7	11	8	2	1	1	2	3	4
$PM_{2.5}$ µg/m3	92.8	160	0	17	46	92	57	12	4	8	14	23	34
PM_{10} µg/m3	98.1	389	0	40	213	325	220	30	13	21	32	50	76

Estadística descriptiva 2025 de la estación de monitoreo Corregidora (COR)

Contaminante	% compleción datos	Máximo	Mínimo	Media	Máximo promedio diario	Máximo móvil de 8 h	Máximo móvil de 24 h	Desviación estándar	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90
NO2 ppb	99.4	71	0	11	25	47	29	10	2	4	8	15	24
CO ppm	97.3	2.75	0.10	0.25	0.61	1.08	0.69	0.19	0.12	0.15	0.19	0.27	0.43
O_3 ppb	99.5	110	1	32	57	90	58	21	6	15	28	45	63
SO_2 ppb	95.2	13	1	1	4	9	4	1	1	1	1	2	2
$PM_{2.5}$ µg/m3	98.9	179	0	16	47	63	48	11	5	9	15	22	30

Estadística descriptiva 2025 de la estación de monitoreo Epigmenio González (EPG)

Contaminante	% compleción datos	Máximo	Mínimo	Media	Máximo promedio diario	Máximo móvil de 8 h	Máximo móvil de 24 h	Desviación estándar	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90
NO2 ppb	99.6	69	0	12	32	57	38	11	3	5	8	16	28
CO ppm	99.5	3.27	0.10	0.28	0.85	1.48	0.99	0.23	0.12	0.15	0.21	0.31	0.48
O_3 ppb	99.6	95	3	31	58	82	58	17	10	19	28	41	56
SO_2 ppb	99.4	55	1	3	11	24	12	2	1	2	2	3	5
$PM_{2.5}$ µg/m3	99.3	94	0	16	54	72	56	11	4	8	14	21	30

Estadística descriptiva 2025 de la estación de monitoreo Félix Osores (FEO)

Contaminante	% compleción datos	Máximo	Mínimo	Media	Máximo promedio diario	Máximo móvil de 8 h	Máximo móvil de 24 h	Desviación estándar	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90
NO2 ppb	99.1	61	2	12	28	46	33	9	4	6	9	16	25
CO ppm	99.0	3.03	0.02	0.27	0.81	1.85	1.08	0.25	0.05	0.11	0.21	0.34	0.53
O_3 ppb	99.2	87	2	29	55	80	56	17	8	16	26	40	55
SO_2 ppb	99.2	28	1	2	5	11	6	2	1	1	1	2	3
$PM_{2.5}$ µg/m3	97.9	129	0	14	45	64	48	10	3	7	12	19	27

Estadística descriptiva 2025 de la estación de monitoreo Josefa Vergara (JOV)

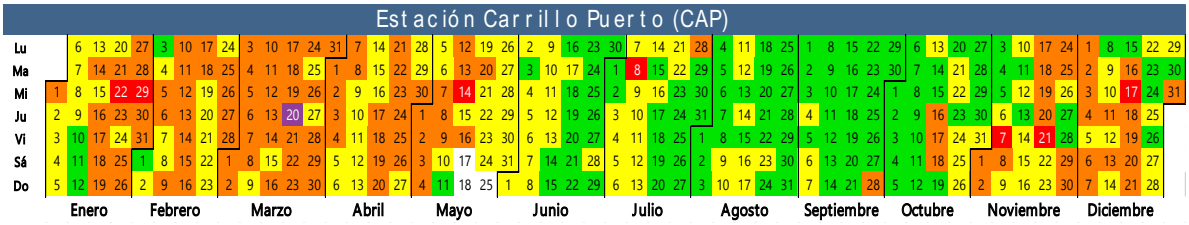
Contaminante	% compleción datos	Máximo	Mínimo	Media	Máximo promedio diario	Máximo móvil de 8 h	Máximo móvil de 24 h	Desviación estándar	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90
NO2 ppb	98.4	90	1	14	40	61	43	12	3	6	9	18	31
CO ppm	97.3	4.51	0.10	0.31	1.06	2.17	1.36	0.31	0.12	0.15	0.21	0.32	0.61
O_3 ppb	99.7	86	3	28	48	78	49	17	6	15	25	38	53
SO_2 ppb	99.3	24	2	3	7	13	7	1	2	2	2	3	4

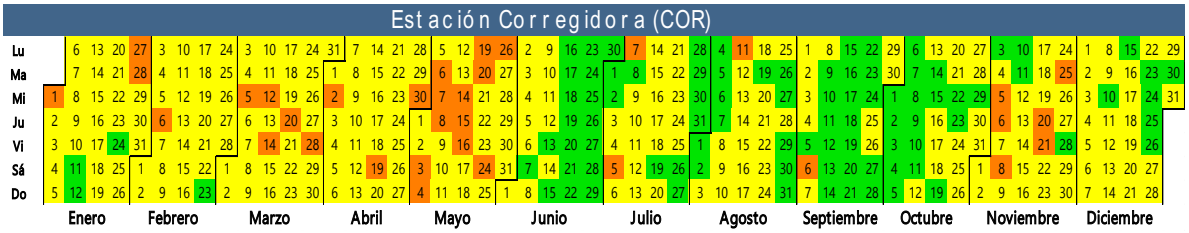
Estadística descriptiva 2025 de la estación de monitoreo San Juan del Río (SJR)

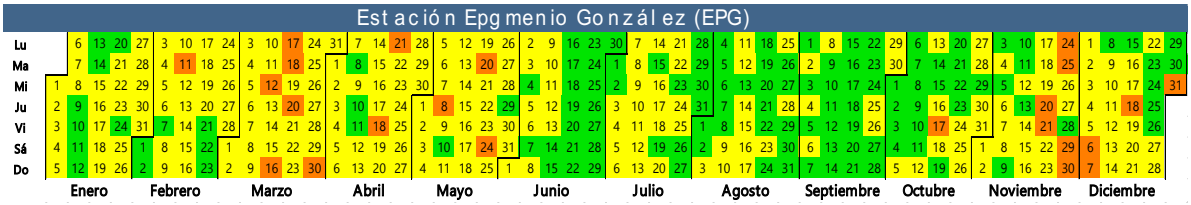
Contaminante	% compleción datos	Máximo	Mínimo	Media	Máximo promedio diario	Máximo móvil de 8 h	Máximo móvil de 24 h	Desviación estándar	Percentil 10	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Percentil 90
NO2 ppb	96.3	73	1	12	28	49	30	10	3	4	9	18	27
CO ppm	97.9	3.32	0.01	0.20	0.55	1.22	0.69	0.23	0.04	0.08	0.14	0.24	0.44
O_3 ppb	99.0	109	2	29	54	88	59	20	4	13	27	43	58
SO_2 ppb	98.0	129	2	4	11	24	13	5	3	3	3	4	7
$PM_{2.5}$ µg/m3	97.3	118	0	14	51	73	54	9	3	7	12	19	26

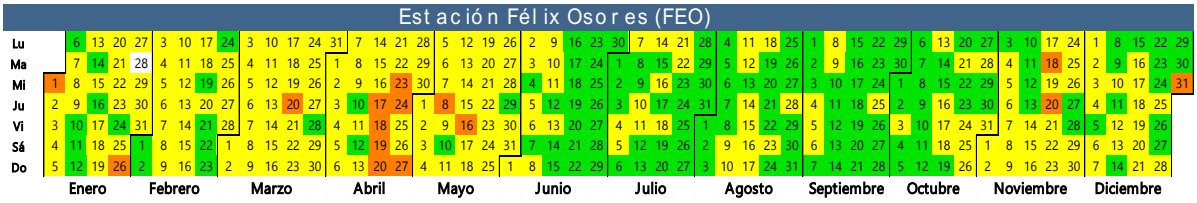
Anexo IV.

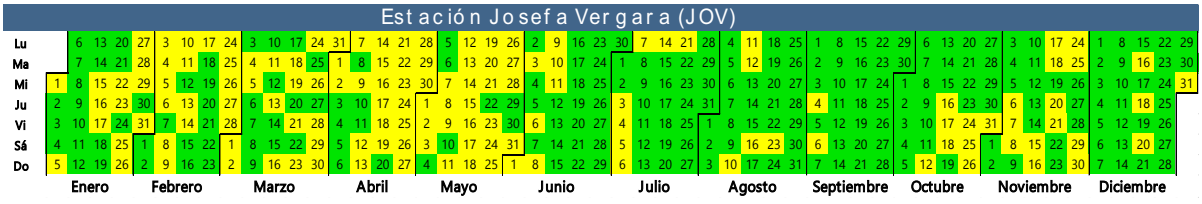
Calendarios 2025 IAS combinado por estación de monitoreo.

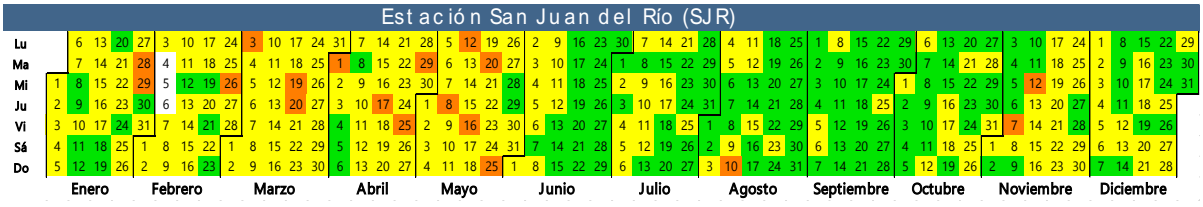












Referencias

ATSDR. (2016, 6 mayo). Resumen de Salud pública: Monóxido de carbono.

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [COFEPRIS]. (2025, 1 julio). Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Calidad del Aire Ambiente. Gobierno de México.

Kunak. (2025, 13 mayo). Partículas en suspensión (PM).

Mitloehner, F. M. (2006). Interaction among air quality, climate change and California agriculture [Impreso]. En Climate Change: Challenges and Solutions for California Agricultural Landscapes. (1.a ed., pp. 25-33). Cavagnaro T.R.

Petruzzello, M. (2024, 24 abril). Air Pollution. Britannica.

Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

Salgado, A. (2025, 15 octubre). 2025, año con las lluvias más intensas en 80 años. El Universal Querétaro.

Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, Lineamientos para la obtención y comunicación del índice de calidad del aire y riesgos a la salud.

US EPA. (2025, 10 julio). Basic information about NO2.

US EPA. (2025a, marzo 11). Ground-level Ozone Basics.

US EPA. (2026a, enero 2). Sulfur Dioxide Basics.

US EPA. (2025b, mayo 30). Particulate Matter (PM) Basics.

ESTADO Y TENDENCIAS
DE CALIDAD DEL AIRE 2025

SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE

QUERÉTARO GOBIERNO DEL ESTADO Juntos, Adelante.

CONTIGO TODOS AVANZAMOS

"Este programa es público, ajeno a cualquier partido político.
Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa".