



ELABORACIÓN

Biól. Rodolfo Iniestra Gómez Director de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos

Act. María Guadalupe Tzintzun Cervantes Subdirectora de Calidad del Aire

M. en C. José Andrés Aguilar Gómez Subdirector de Movilidad Sustentable

Ing. Carmen Alejandra Sánchez Soto Jefa del Departamento de Información de Calidad del Aire

Ing. Laura Elizabeth Ramos Casillas Jefa del Departamento de Caracterización de Fuentes Móviles

M. en G. Josefina Gabriel Morales Jefa del Departamento de Modelación Ambiental y Salud

M. en G. Miguel Ángel Flores Román Jefe de Departamento de Estudios de Residuos

DIRECTORIO

Dra. María Amparo Martínez Arroyo Directora General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Dr. Luis Gerardo Ruiz Suárez Coordinador General de Contaminación y Salud Ambiental

APOYO Y COLABORACIÓN TÉCNICA

Ambiens Consultoría, Sustentabilidad y Gestión Climática S.A. de C.V.

DISEÑO Y FORMACIÓN

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Ambiens Consultoría, Sustentabilidad y Gestión Climática S.A. de C.V. Instituto Kontenidos Digitales S.A.S.

Fotografía: Daniel Rodríguez, Itzel Vargas, KD Kontenidos Digitales®, iStockphoto®

CITAR ESTE DOCUMENTO COMO

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2019). *Informe Nacional de Calidad del Aire 2018, México*. Ciudad de México: Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Av. Ejército Nacional 223. Col. Anáhuac. C.P. 11320. Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México. http://www.gob.mx/semarnat

D.R. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) Blvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209, Col. Jardines en la Montaña, Del. Tlalpan, C.P. 14210.Ciudad de México. http://www.gob.mx/inecc

CONTENIDO

| Agradecimientos | 4 |
|---|-----|
| Siglas y acrónimos | 5 |
| Presentación | 6 |
| Resumen Ejecutivo | 8 |
| Metodología | 24 |
| Calidad del Aire por entidad federativa | 38 |
| Calidad del Aire de Aguascalientes | 39 |
| Calidad del Aire de Baja California | 49 |
| Calidad del Aire de la Ciudad de México y su zona conurbada | 69 |
| Calidad del Aire de Chihuahua | 85 |
| Calidad del Aire de Coahuila | 99 |
| Calidad del Aire de Durango | 117 |
| Calidad del Aire del Estado de México | 133 |
| Calidad del Aire de Guanajuato | 147 |
| Calidad del Aire de Hidalgo | 172 |
| Calidad del Aire de Jalisco | 197 |
| Calidad del Aire de Michoacán | 213 |
| Calidad del Aire de Morelos | 226 |
| Calidad del Aire de Nayarit | 241 |
| Calidad del Aire de Nuevo León | 252 |
| Calidad del Aire de Oaxaca | 267 |
| Calidad del Aire de Puebla | 278 |
| Calidad del Aire de Querétaro | 294 |
| Calidad del Aire de San Luis Potosí | 313 |
| Calidad del Aire de Sonora | 323 |
| Calidad del Aire de Tabasco | 331 |
| Calidad del Aire de Tlaxcala | 343 |
| Calidad del Aire de Veracruz | 355 |
| Calidad del Aire de Yucatán | 374 |
| Numeraria | 383 |
| Referencias bibliográficas | 393 |
| | |

AGRADECIMIENTOS

Las dependencias que se listan a continuación proporcionaron la información que se empleó para elaborar este Informe Nacional de Calidad del Aire, 2018. Su apoyo para integrar y validar dicha información resultó de gran valor en la elaboración del presente documento.

- Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Estado de Aguascalientes
- Secretaría de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Baja California.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua.
- ▶ Centro de Investigación en Materiales Avanzados de Chihuahua.
- Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Chihuahua.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Coahuila.
- Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.
- Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Durango
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Guanajuato.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.
- ▶ Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco.
- Secretaría de Desarrollo Metropolitano e Infraestructura del Municipio de Morelia.
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios del Gobierno del Estado de Michoacán.
- > Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Morelos.
- Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Nayarit.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León.
- Secretaría de Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Oaxaca.
- Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Gobierno de Estado de Puebla.
- > Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Querétaro.
- Universidad Autónoma de Querétaro.
- Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado San Luis Potosí.
- ▶ Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sonora.
- Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.
- ▶ Coordinación General de Ecología del Gobierno del Estado de Tlaxcala.
- Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Yucatán.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AMM Área Metropolitana de Monterrey

CFR Code of Federal Regulations

CIMAV Centro de Investigación en Materiales Avanzados

CO Monóxido de carbono

CONAPO Consejo Nacional de Población

DI Datos insuficientes

DOF Diario Oficial de la Federación

Edomex Estado de México Fuera de operación

IHME Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud

IND Información no disponible

INECC Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INV Datos invalidados

NAAQS National Ambient Air Quality Standards

NOM
NO,
Norma Oficial Mexicana
Dióxido de nitrógeno

Ozono

OMS Organización Mundial de la Salud

PIB Producto Interno Bruto

PM₁₀ Partículas suspendidas con diámetros aerodinámicos menores de 10 μm PM₂₅ Partículas suspendidas con diámetros aerodinámicos menores de 2.5 μm

ppm Partes por millón

SINAICA
SINAICA
SINAEH
Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire
Sinaec
Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire
Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo

SLP San Luis Potosí

SMCA Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire

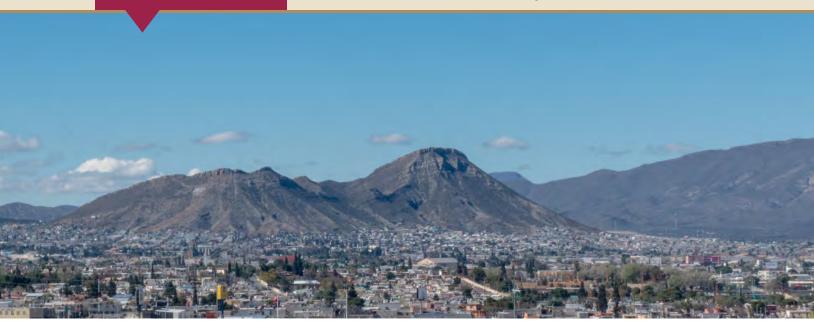
SSAOT Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial

SO, Dióxido de azufre

USEPA United States Environmental Protection Agency

ZMVM
 ZMVM
 Zona Metropolitana del Valle de México
 ZMVT
 Zona Metropolitana del Valle de Toluca

µg/m³ Microgramos por metro cúbico



PRESENTACIÓN

De acuerdo con la organización mundial de la salud (OMS), la contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma (OMS, 2019).

Según la propia OMS, estimaciones de 2016, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4.2 millones de defunciones prematuras (OMS, 2019). México no está a salvo de este problema y en 2017 el Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud (IHME, por sus siglas en inglés), a través del estudio denominado Carga Global de la Enfermedad, estimó para nuestro país un total de 48,072 muertes prematuras a causa de la contaminación del aire (IHME, 2019). Para este mismo año, el Sistema de Cuentas Nacionales de México determinó que en 2017 los costos por degradación ambiental atribuible a la contaminación atmosférica fueron de 619,114 millones de pesos, que equivalen a 2.8% del PIB (INEGI, 2019).

Por estas razones, año con año, se destinan recursos públicos para determinar las causas del deterioro de la calidad del aire, el nivel de contaminación que existe en sitios de interés, y sus efectos sobre la salud de la población, así como las acciones necesarias para su control.

En este contexto general, el presente documento constituye un esfuerzo por poner a disposición de las autoridades ambientales y de salud de los tres órdenes de gobierno, investigadores, estudiantes, organismos de la sociedad civil y otros interesados, un panorama de la calidad del aire en México durante el año 2018, con la finalidad de que cuenten con información robusta y confiable para diseñar y evaluar políticas públicas que permitan mejorar el desempeño de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire existentes en el país, así como reducir los riesgos a la salud asociados con la exposición a los contaminantes atmosféricos.

Para ello, se incluye información de 25 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA), distribuidos en 23 entidades federativas y 83 ciudades y zonas metropolitanas de la República Mexicana que cuentan con datos para el año 2018 con respecto a alguno de los siguientes contaminantes: Partículas suspendidas (PM $_{10}$ y/o PM $_{2.5}$), Ozono (O $_{3}$), Dióxido de azufre (SO $_{2}$), Dióxido de Nitrógeno (NO $_{2}$) y Monóxido de Carbono (CO). Se evalúa el estado de la calidad del aire en cada ciudad y zona metropolitana a partir de la generación y revisión de los indicadores:

- a) Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire;
- b) Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala;
- c) Tendencias de las concentraciones diarias;
- d) Porcentaje de días por año con concentraciones superiores a los límites normados;
- e) Número de horas, por año, en que se rebasa el límite normado de 1 hora de ozono y,
- f) Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

El presente informe está conformado por cuatro capítulos. El primero es el resumen ejecutivo, donde se destacan los hallazgos más relevantes por contaminante. El segundo capítulo describe la metodología utilizada para generar los indicadores empleados para elaborar el diagnóstico del estado de la calidad del aire. El tercer capítulo describe el diagnóstico de la calidad del aire en cada entidad federativa. Finalmente, en el cuarto capítulo se encuentra la numeraria general del análisis realizado.

RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN EJECUTIVO

A diciembre del año 2018 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), tuvo registro de la existencia de 36 SMCA: 35 administrados por alguna autoridad gubernamental, ya fuera estatal o municipal y una administrada por una institución académica (Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez).

Estos 36 SMCA estuvieron distribuidos en 30 entidades federativas. Quintana Roo y Baja California Sur continúan siendo las únicas entidades que no poseen un SMCA en su territorio. En su conjunto, estos SMCA agruparon un total de 242 estaciones de monitoreo/muestreo. Estas 242 estaciones de monitoreo estuvieron repartidas en un total de 103 ciudades y zonas metropolitanas (Figura 1).



Informe Nacional de Calidad del Aire 2018, México

Este informe incluye el diagnóstico de la calidad del aire realizado en 25 SMCA, distribuidos en 23 entidades federativas. Dichos SMCA incluyen un total de 191 estaciones de monitoreo/muestreo, distribuidas en 83 ciudades y zonas metropolitanas (Figura 2).

De ellas, 149 contaron con infraestructura para la medición de ozono, 163 para partículas suspendidas PM_{10} , 118 para partículas suspendidas $PM_{2.5}$, 140 para SO_2 , 141 para NO_2 y CO. Las ciudades no incluidas no respondieron la solicitud de información del INECC o entregaron información no validada o en formato no apropiado para su manejo.



Los hallazgos más relevantes por contaminante, derivados del análisis de los datos de calidad del aire 2018 de los que dispuso el INECC para la elaboración de este documento son descritos a continuación.



HALLAZGOS RELEVANTES

De las **163** estaciones de monitoreo capaces de medir PM_{10} :

- ▶ En 8 se cumplió con la NOM.
- En 81 no se cumplió con la NOM.
 ✓ 55 rebasaron los dos límites.
 ✓ 26 sólo rebasaron el límite de 24 h en un año.
- ► En **74** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: en **53** por insuficiencia de datos, **13** estuvieron fuera de operación y en **8** la información no estuvo disponible.

De las **67** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir \mathbf{PM}_{10} :

- ► En **3** se cumplió con la NOM.
- ► En **32** no se cumplió con la NOM.
- En 32 no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: en 21 por insuficiencia de datos,
 8 estuvieron fuera de operación y en 3 la información no estuvo disponible.





Ciudades y zonas metropolitanas que SÍ cumplen con NOM de PM_{10} Tula de Allende, Tizayuca y Tlaxcoapan.

Ciudades en donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM

Tijuana, Acámbaro, Gómez Palacio, Monclova, Ensenada, Piedras Negras, Tecate, Comalcalco, Huimanguillo, Balancán, Poza Rica, Purísima del Rincón, Tepeapulco, Oaxaca, Hermosillo, Cajeme, Agua Prieta, Morelia, Lerdo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Dolores Hidalgo, Moroleón, San José Iturbide, Tepetitlán, Huichapan, Centla, Paraíso, Cunduacán, Tlaxcala y Minatitlán.

Ciudades y zonas metropolitanas que NO cumplen con NOM de PM₁₀

Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), Santiago de Querétaro, Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), Mexicali, Irapuato, Área Metropolitana de Monterrey (AMM), Zona Metropolitana de Valle de México (ZMVM), Chihuahua, Celaya, Salamanca, Silao, Saltillo, Puebla, León, Nogales, Atotonilco de Tula, Torreón, Centro, Durango, Aguascalientes, Cuernavaca, San Juan del Río, Tepic, Xalapa, Atitalaquia, San Luis Potosí, Coronango, Zapotlán, Pachuca, Macuspana, Tulancingo y Tepejí del Río.

Nota: Cuando se cuenta con monitoreo automático y manual, prevalece el manual para fines de evaluación de cumplimiento de NOM.

De las 21 ciudades y zonas metropolitanas en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de la Norma de PM₁₀ por insuficiencia de datos; 14 presentan riesgo potencial de incumplimiento al registrar al menos un día con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas. Misma situación que se presentó en 2 ciudades que cumplieron la Norma de acuerdo con los datos recopilados a través del monitoreo manual, pero que registraron días por arriba del límite de 24 horas de acuerdo con la información recopilada a través del monitoreo con equipo automático.

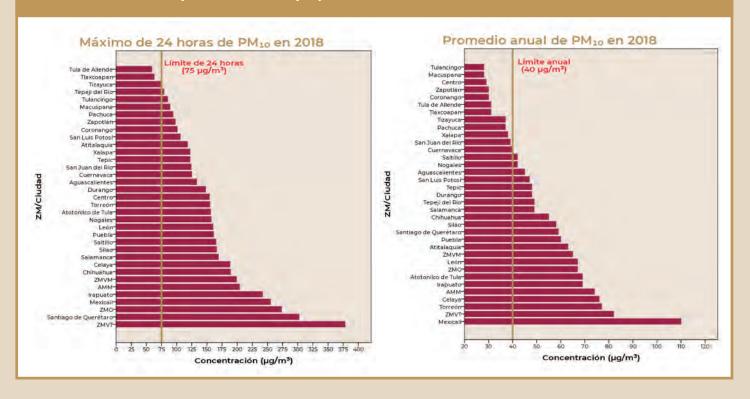
Ciudades y zonas metropolitanas con PROBLEMAS POTENCIALES por PM₁₀

Tijuana, Acámbaro, Gómez Palacio, Monclova, Ensenada, Piedras Negras, Tecate, Comalcalco, Huimanguillo, Balancán, Poza Rica, Purísima del Rincón, Tepeapulco y Oaxaca. (Tizayuca y Tula de Allende superaron el límite de 24 horas con equipo automático, pero cumplieron la NOM con equipo manual).

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura 3 muestra la concentración máxima registrada como promedio de 24 horas de partículas PM_{10} en cada ciudad y zona metropolitana de México, así como el promedio anual estimado para el año 2018 y su comparación con el límite normado vigente respectivo, esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento en términos de la concentración máxima registrada.

Figura 3. Evaluación de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2018 (línea vertical indica el límite que se debe cumplir).



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura 4 muestra la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM₁₀ (estimado como el número de días o muestreos con concentraciones superiores al límite diario normado entre número de días con información válida disponible en el año), tanto para las ciudades que incumplieron la NOM como para las ciudades con problemas potenciales de incumplimiento. Es importante puntualizar que la "NOM-025-SSA1-2014", establece que el valor límite normado no debe rebasarse ni una sola vez en un año calendario.

Figura 4. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de PM_{10} en ciudades y zonas metropolitanas de México (2018).



^{*} Estimado con datos generados por monitoreo manual.

^{**} Tizayuca y Tula de Allende cumplieron con la NOM en los días que se realizó el muestreo manual; sin embargo, con el monitoreo automático presentan días por arriba del límite de 24 horas.



HALLAZGOS RELEVANTES

De las 118 estaciones de monitoreo capaces de medir PM, ::

- ▶ En **4** se cumplió con la NOM.
- ▶ En **45** no se cumplió con la NOM.
 - √ 32 rebasaron los dos límites.
 - ✓ 13 sólo rebasaron el límite de 24 h en un año.
- ► En 69 no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: en 47 por insuficiencia de datos, 18 estuvieron fuera de operación y en 4 la información no estuvo disponible.



De las **60** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir PM, 5:

- ▶ En 4 se cumplió con la NOM.
- ▶ En **25** no se cumplió con la NOM.
- ► En 31 no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: 13 por insuficiencia de datos, 14 estuvieron fuera de operación y en 4 la información no estuvo disponible.

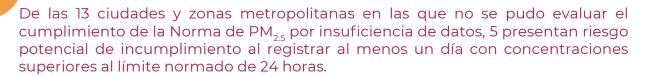


Ciudades que SÍ cumplen con NOM de PM_{2.5} San Miguel de Allende, Corregidora, San Luis de la Paz y Guanajuato.

Ciudades en donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM

Ciudades que NO cumplen con NOM de PM_{2.5} ZMVT, Mexicali, AMM, ZMVM, Atotonilco de Tula, ZMG, Aguascalientes, Tijuana, Salamanca, Puebla, Celaya, Irapuato, Abasolo, Pachuca, Cuernavaca. Durango, Minatitlán, León, Tepic, Tula de Allende, Atitalaquia, Tizayuca, Santiago de Querétaro, Xalapa y Poza Rica.

Nota: Cuando se cuenta con monitoreo automático y manual, prevalece el manual para fines de evaluación de cumplimiento de NOM.



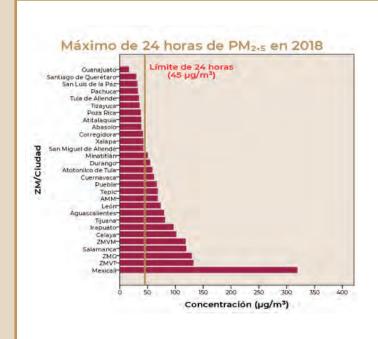
Ciudades con PROBLEMAS POTENCIALES por PM_{2.5}

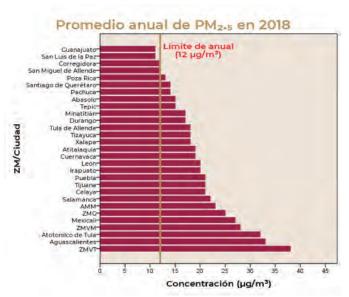
Chihuahua, Piedras Negras, Monclova, San Juan del Río y Saltillo.

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura 5 muestra la concentración máxima registrada como promedio de 24 horas de partículas PM_{2.5} en cada ciudad y zona metropolitana de México, así como el promedio anual estimado para el año 2018 y su comparación con el límite normado vigente respectivo, esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento en términos de la concentración máxima registrada.

Figura 5. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de $PM_{2.5}$ en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2018 (línea vertical indica el límite que se debe cumplir).





Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura 6 muestra la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$ (estimado como el número de días o muestreos con concentraciones superiores al límite diario normado entre número de días con información válida disponible en el año), tanto para las ciudades que incumplieron la NOM como para las ciudades con problemas potenciales de incumplimiento. Esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento. Para ello, es importante puntualizar que la "NOM-025-SSA1-2014", establece que el valor límite normado no debe rebasarse ni una sola vez en un año calendario.

Figura 6. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de $PM_{2.5}$ en ciudades y zonas metropolitanas de México (2018).

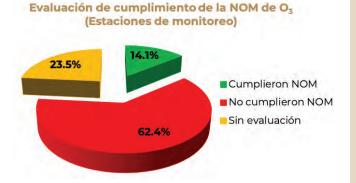


^{*} Estimado con datos generados por monitoreo manual.

O₃ HALLAZGOS RELEVANTES

De las **149** estaciones de monitoreo capaces de medir **0**.:

- ▶ En 21 se cumplió con la NOM.
- ▶ En 93 no se cumplió con la NOM.
 - √ 74 rebasaron los dos límites.
 - ✓ 3 sólo rebasaron el límite de 1 h.
 - √ 16 sólo rebasaron el límite de 8 h.
- ► En **35** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **11** por insuficiencia de datos, **22** estuvieron fuera de operación v en **2** la información fue invalidada.



De las $\bf 57$ ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir $\bf O_3$:

- ▶ En 11 se cumplió con la NOM.
- ▶ En **30** no se cumplió con la NOM.
- ► En **16** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **5** por insuficiencia de datos y **11** estuvieron fuera de operación.



Ciudades que SÍ cumplen con NOM de O,

Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Salamanca, San Juan del Río, Poza Rica, San Luis Potosí, Purísima del Rincón, Silao, Tulancingo, Tijuana y Piedras Negras.

Ciudades donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM

Ensenada, Tecate, Torreón, Gómez Palacio, Lerdo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Hermosillo, Cajeme, Agua Prieta, Centro, Mérida, Aguascalientes, Durango y Soledad de Graciano Sánchez.

Ciudades que NO cumplen con NOM de O

ZMG, Monclova, ZMVM, AMM, Tlaxcala, Puebla, ZMVT, Saltillo, Santiago de Querétaro, Pachuca, Morelia, Corregidora, Minatitlán, El Marqués, Tepic, León, Irapuato, Celaya, Mexicali, Tepeapulco, Tepejí del Río, Cuernavaca, Xalapa, Tizayuca, Coronango, San Luis Río Colorado, Huichapan, Chihuahua, Tula de Allende y Oaxaca.

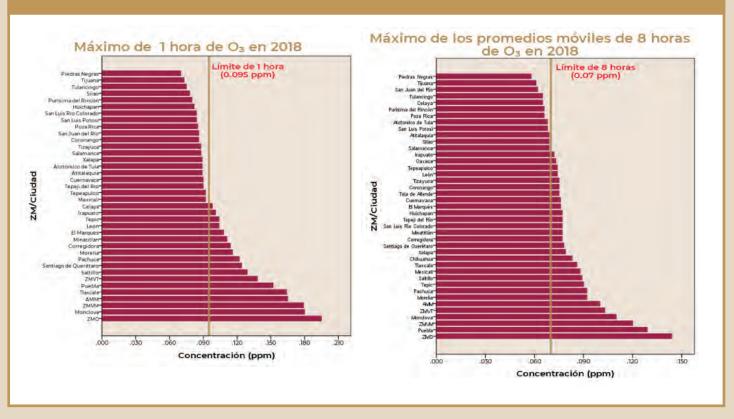


Ciudades con PROBLEMAS POTENCIALES por O, NO APLICA

Concentración máxima registrada por ciudad y zona metropolitana

La Figura 7 muestra la concentración máxima de ozono, registrada como promedio horario, en cada ciudad y zona metropolitana de México, así como la concentración máximo estimada como promedio móvil de 8 horas para el año 2018 y su comparación con el límite normado vigente respectivo, esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento en términos de la concentración máxima registrada.

Figura 7. Cumplimiento de Norma Oficial Mexicana De Salud Ambiental de O_3 en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2018 (línea vertical indica el límite que se debe cumplir).



Días por año con concentraciones diarias superiores al límite normado

La Figura 8 muestra la frecuencia con que se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de $\rm O_3$ (estimado como el número de días con concentraciones superiores al límite horario normado entre número de días con información válida disponible en el año), tanto para las ciudades que incumplieron la NOM como para las ciudades con cumplimiento. Esto a efecto de establecer la dimensión del incumplimiento. Para ello, es importante puntualizar que la "NOM-020-SSA1-2014", establece que el valor límite normado no debe rebasarse ni una sola vez en un año calendario.

Figura 8. Frecuencia de ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_{x} en ciudades y zonas metropolitanas de México (2018).





HALLAZGOS RELEVANTES

De las **141** estaciones de monitoreo capaces de medir **CO**:

- ► En **78** se cumplió con la NOM.
- ► En 1 no se cumplió con la NOM.
- ► En 62 no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: 38 por insuficiencia de datos, 20 estuvieron fuera de operación y en 4 la información fue invalidada.



De las **56** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **CO**:

- ► En **34** se cumplió con la NOM.
- ▶ En 1 no se cumplió con la NOM.
- ► En 21 no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: 8 por insuficiencia de datos, 11 estuvieron fuera de operación y en 2 la información fue invalidada.



Evaluación de cumplimiento de la NOM de CO

La ciudad que no cumplió con la NOM de CO fue Piedras Negras con una concentración ligeramente por arriba del límite de 8 horas (11.1 ppm). El valor límite normado es de 11 ppm.

Ciudades donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM

Saltillo, Monclova, León, Silao, Oaxaca, Coronango, El Marqués, Soledad de Graciano Sánchez, Mexicali, Gómez Palacio, Ensenada, Tecate, Torreón, Lerdo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Mérida, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta.



HALLAZGOS RELEVANTES

De las **141** estaciones de monitoreo capaces de medir **NO**₃:

- ► En **76** se cumplió con la NOM.
- ► En **65** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **41** por insuficiencia de datos y **24** estuvieron fuera de operación.



De las **55** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **NO₂**:

- ▶ En 30 se cumplió con la NOM.
- ► En **25** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **14** por insuficiencia de datos y **11** estuvieron fuera de operación.





Ciudades donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM

Tijuana, Chihuahua, Saltillo, Gómez Palacio, Tula de Allende, Atitalaquia, Tepeapulco, Cuernavaca, Oaxaca, Coronango, El Marqués, Minatitlán, Mérida, Soledad de Graciano Sánchez, Ensenada, Tecate, Torreón, Lerdo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Centro, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta.

SO₂

HALLAZGOS RELEVANTES

De las **140** estaciones de monitoreo capaces de medir **SO**₂:

- ▶ En 87 se cumplió con la NOM.
- ► En **53** no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: **29** por insuficiencia de datos y **24** estuvieron fuera de operación.



De las **55** ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir **SO**₂:

- ▶ En **34** se cumplió con la NOM.
- ► En 21 no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM: 10 por insuficiencia de datos y 11 estuvieron fuera de operación.



Evaluación de cumplimiento de la NOM de SO₂



Ciudades donde no fue posible evaluar cumplimiento de NOM

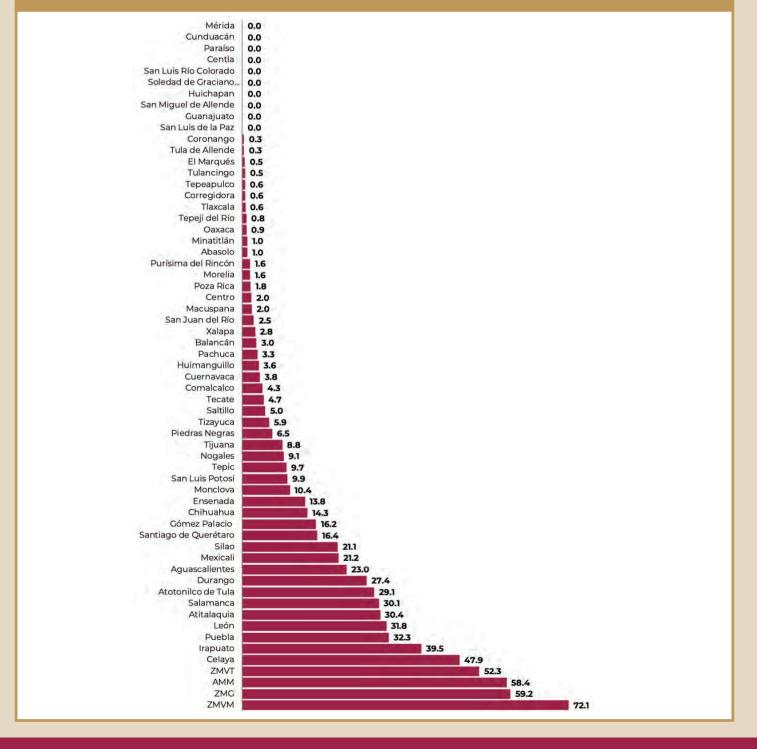
Minatitlán, Mexicali, Tijuana, Chihuahua, Saltillo, Monclova, Gómez Palacio, Oaxaca, El Marqués, Soledad de Graciano Sánchez, Ensenada, Tecate, Torreón, Lerdo, Morelia, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta.



A DESTACAR...

La Figura 9 muestra el porcentaje de días del año 2018 en el que se incumplió al menos una Norma Oficial Mexicana de Calidad del Aire por ciudad y zona metropolitana. Este porcentaje se estima como el número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados de cualquier contaminante entre el número total de días con información, para al menos un contaminante, a lo largo de un año.

Figura 9. Frecuencia de ocurrencia de días en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire.



METODOLOGÍA

METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE

Para poner en contexto los resultados que se presentan en este informe sobre el diagnóstico del estado actual y las tendencias históricas de la calidad del aire en diferentes ciudades y zona metropolitanas de México, a continuación se describe brevemente la metodología empleada tanto para la verificación de los datos base empleados, como para la construcción de los indicadores usados para llevar a cabo dicho diagnóstico.

A) PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE LAS BASES DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE

El procedimiento de verificación de datos tiene el objetivo de identificar los datos extremos o los comportamientos temporales y estacionales anómalos de los contaminantes atmosféricos para su posterior validación o invalidación por los responsables de los SMCA de acuerdo a sus bitácoras de operación. Una vez realizado este procedimiento se determina si los datos deben o no ser incluidos en las bases de datos validadas con las que se generan los indicadores.

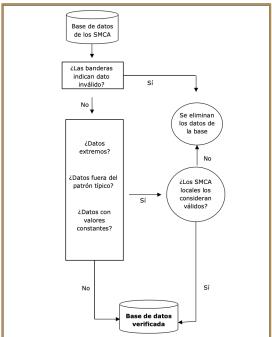
En general, la verificación de datos consta de tres etapas secuenciales (Figura 10):

- 1) limpieza de las bases de datos,
- 2) identificación de datos extremos y comportamientos anómalos, y
- 3) verificación de la validez de los datos sospechosos.

B) LIMPIEZA DE DATOS

Durante el proceso de limpieza de las bases de datos se eliminan valores etiquetados como no válidos de acuerdo con las banderas asignadas por los sistemas de adquisición de datos de los analizadores. Por ejemplo, se colocan banderas a los datos, entre otras razones, por fallas en el sistema eléctrico o de comunicación, por fallas en los equipos de medición, y por la calibración o mantenimiento de los equipos de medición.

Figura 10. Procedimiento de verificación de las bases de datos.



C) IDENTIFICACIÓN DE DATOS EXTREMOS Y COMPORTAMIENTOS ANÓMALOS

Se identifican los datos que presentan un comportamiento temporal diferente del patrón típico de los contaminantes atmosféricos, mismo que se comenta con los responsables de los SMCA para la revisión y, en su caso, rectificación o ratificación de la validez de los datos. Este procedimiento incluye la elaboración de:

- Cráficas de series de tiempo horarias para identificar saltos abruptos en la magnitud del parámetro medido, los cuales pueden indicar un cambio en el funcionamiento del analizador o del sensor. Estos gráficos también permiten identificar valores extremos y/o de poca duración, corrimientos de la línea base y valores constantes (es decir registros con valores iguales en cuatro o más horas consecutivas).
- Gráficas de comportamiento temporal del contaminante (p.e. perfiles horarios, diarios y mensuales). En estas gráficas se verificó visualmente la continuidad y tendencia de cada uno de los contaminantes con referencia a su comportamiento típico. Por ejemplo, el ozono, por ser un contaminante fotoquímico es sumamente sensible a la presencia de radiación solar por lo que, en presencia de sus precursores, a mayor radiación solar resulta una mayor concentración de este contaminante; es decir, resulta incorrecto tener las mayores concentraciones de ozono durante la noche.
- En el caso de las partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$, se identificaron los casos en que las concentraciones de las $PM_{2.5}$ fueron mayores que las de PM_{10} ($PM_{2.5} > PM_{10}$) en la misma estación y a la misma hora. Asimismo, se revisaron los datos consecutivos a estos registros con el fin de observar su comportamiento y determinar, de acuerdo a las bitácoras de operación y condiciones locales, la validez de los mismos.

D) VERIFICACIÓN DE LA VALIDEZ DE LOS DATOS SOSPECHOSOS

Una vez identificados los datos sospechosos se realizaron consultas con los responsables de los SMCA, a través de correos electrónicos y llamadas telefónicas, con el fin de verificar la validez o invalidez de dichos datos, toda vez que los responsables de los SMCA cuentan con el conocimiento del entorno de las estaciones de monitoreo y con las bitácoras de operación de los equipos de medición, las cuales son un material de apoyo importante para evaluar la validez de dichos datos.

Una vez verificados los datos sospechosos por los responsables de los SMCA se conformaron las bases de datos finales con las que se elaboró el diagnóstico de la calidad del aire de las ciudades y zonas metropolitanas incluidas en este Informe.

Es importante mencionar que, con el fin de poder realizar el diagnóstico de la calidad del aire de un mayor número de ciudades, se hizo uso de los datos recopilados para este año

por el Sistema Nacional de Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA), especialmente para aquellas entidades de las que el INECC no recibió respuesta a la solicitud de datos validados de 2018. Las ciudades que se incluyeron en este documento haciendo uso de la información disponible en SINAICA fueron: Durango, Michoacán, Oaxaca y Sonora.

En la siguiente tabla se incluyen con detalle las entidades federativas a quienes se solicitó información, la respuesta que dieron a la petición y, en su caso, las razones por las que no se incluyó dicha información en el presente reporte. Los SMCA sombreados en beige corresponden a los que si se incluyen en este documento.

Tabla 1. SMCA incluidos en este informe.

| Entidad | SMCA | ¿Respondió a la solicitud de información? | ¿Se usó la información? | Razones por las que no se utilizó la información | |
|--|--------------------------------------|---|---|---|--|
| Aguascalientes | Aguascalientes | Sí | Sí | | |
| Baja California | Baja California | Sí | Sí | | |
| Campeche | Campeche | Sí | No | No hubo datos. Estación de monitoreo fuera de operación. | |
| Chiapas | Chiapas | No | No | | |
| | Chihuahua estatal | Sí | Sí | | |
| Chihuahua | Chihuahua municipal | Sí | Sí | | |
| | Cd Juárez | No | No | | |
| | Ojinaga | No | No | | |
| Ciudad de México y zona conurbada del Estado de México | Ciudad de México y zona conurbada | Sí | Sí | | |
| Coahuila | Coahuila estatal | Sí | Sí | | |
| Coanulia | Torreón | Sí | Sí | | |
| Colima | Colima | Sí | No | Estación de monitoreo fuera de operación los tres primeros trimestres del año. | |
| Durango | Durango | No | Sí, se analizaron los datos registrados en el SINAICA. | | |
| Estado de México | Estado de México | Sí | Sí | | |
| Guanajuato | Guanajuato | Sí | Sí | | |
| Guerrero | Guerrero | No | No | Datos insuficientes en el SINAICA. | |
| Hidalgo | Hidalgo | Sí | Sí | | |
| Jalisco | Jalisco | Sí | Sí | | |
| Michoacán | Michoacán | Sí | Sí, se analizaron los datos registrados en el SINAICA. | | |
| Morelos | Morelos | Sí | Sí | | |
| Nayarit | Nayarit | Sí | Sí | | |
| Nuevo León | Nuevo León | Sí | Sí | | |
| Oaxaca | Oaxaca | No | Sí, se analizaron los datos registrados en el SINAICA. | | |
| Puebla | Puebla | Sí | Sí | | |
| Querétaro | Querétaro | Sí | Sí | | |

| Entidad | SMCA | ¿Respondió a la solicitud de información? | ¿Se usó la información? | Razones por las que no se utilizó la información | |
|-----------------|-----------------|---|---|--|--|
| San Luis Potosí | San Luis Potosí | Sí | Sí | | |
| Sinaloa | Sinaloa | Sí | No | Se enviaron datos agregados por mes. | |
| Sonora | Sonora | Sí | Sí, se analizaron los datos registrados en el SINAICA de las PM10 y PM25. | | |
| Tabasco | Tabasco | Sí | Sí | | |
| Tamaulipas | Tamaulipas | Sí | No | Estaciones fuera de operación. | |
| Tlaxcala | Tlaxcala | No | Sí, se analizaron los datos registrados en el SINAICA. | | |
| Veracruz | Veracruz | Sí | Sí | | |
| Yucatán | Yucatán | Sí | Sí | | |
| Zacatecas | Zacatecas | Sí | No | No hubo datos. Estación de monitoreo fuera de operación. | |

E) CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES

Después de la limpieza, revisión y verificación de las bases de datos, se generan los diferentes indicadores basados en los datos horarios, en los promedios móviles de ocho horas y en los promedios de 24 horas, dependiendo de las especificaciones de las correspondientes normas de calidad del aire. Asimismo, se tomó en cuenta el criterio de suficiencia de mínimo el 75% de datos válidos para la realización de cada cálculo. En las siguientes secciones se describen los criterios de suficiencia y los indicadores calculados para cada contaminante.

E) HERRAMIENTAS Y BASES DE DATOS UTILIZADAS EN LA GENERACIÓN DE INDICADORES

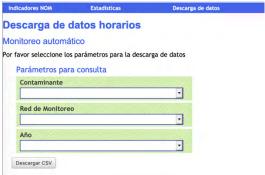
Cabe resaltar que las bases de datos de las concentraciones horarias y muestreos manuales de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} que resultaron después de la limpieza, revisión y verificación referidas en la sección anterior se subieron a la base de datos histórica validada contenida en el portal desarrollado en el INECC:

Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire – SCICA http://scica.inecc.gob.mx/exec/addl

La información anterior se encuentra disponible para su descarga en la pestaña "Descarga de datos". En dicha pestaña, se eligen cualquiera de las opciones, "Monitoreo automático" o "Muestreos manuales", de acuerdo con el tipo de información que se desee descargar (Figura 11). Los datos se descargan por contaminante, sistema de monitoreo y año para cada una de las estaciones que registraron concentraciones horarias o muestreos cada seis días válidas en formato CSV.

Las unidades en las que se encuentran cada uno de los contaminantes son las siguientes: PM_{10} y PM_{25} en $\mu g/m^3$; O_3 , SO_2 y NO_2 en ppb y el CO en ppm.

Figura 11. Interfaz del Sistema de Consulta de Indicadores de Calidad del Aire.



F) INDICADORES

El diagnóstico del estado actual y tendencias de la calidad del aire con respecto a partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), Ozono (O_3), Dióxido de azufre (SO_2), Dióxido de nitrógeno (NO_2) y Monóxido de carbono (CO) en ciudades y zona metropolitanas de México se realizó haciendo uso de diferentes indicadores tanto a nivel de estación de monitoreo como a nivel de ciudad o zona metropolitana.

A nivel de estación de monitoreo se generaron indicadores sobre: evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental y distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala; en tanto que a nivel de ciudad o zona metropolitana se incluye la tendencias del mínimo, el máximo, el promedio, la mediana y los percentiles 10 y 90, el porcentaje de días por año con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días por año en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en el periodo 1990 a 2018.

G) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NOM

Se evaluó el cumplimiento de las NOM de salud ambiental con relación al tiempo especificado para calcular el promedio de la concentración (una hora, ocho horas, 24 horas y anual) y la frecuencia tolerada de cada límite. La Tabla 2 resume los indicadores con los que se evalúo el cumplimiento de las NOM con respecto a cada uno de los contaminantes incluidos. Se muestra además el tipo de dato base que se utilizó en el cálculo y el tiempo para calcular la métrica, el tipo de exposición, la frecuencia tolerada, los valores límite, los criterios de suficiencia de información y la NOM que corresponde a cada contaminante.

Los detalles sobre el manejo de datos tanto de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), como de ozono, para generar los indicadores con los que se evalúa el cumplimiento de sus respectivos límites pueden ser consultados en las respectivas NOM (DOF, 2014a; DOF, 2014b).

Tabla 2. Indicadores calculados para evaluar el cumplimiento de las NOM de salud ambiental.

| Contaminante | Dato base utilizado para la evaluación | Exposición | Frecuencia tolerada | Valor límite Indicador con el que se evalúa | Criterio de suficiencia anual | Norma Oficial Mexicana |
|---|---|------------------|------------------------|---|--|---|
| Partículas PM ₁₀ | Promedio 24 horas | Aguda Crónica | No se permite | 75 µg/m³ Máximo 40 µg/m³ | Por lo menos tres trimestres | NOM 025 |
| Partículas | Promedio | Aguda | No se permite | Promedio anual 45 µg/m³ Máximo | con al menos el 75% de los promedios de 24 horas | NOM-025- SSA1-2014 (DOF, 2014a) |
| PM _{2.5} | 24 horas | Crónica | | 12 µg/m³ Promedio anual | válidas (DOF, 2014) | |
| | Dato horario | | No se permite | 0.095 ppm Máximo | Al menos 75% de los datos horarios | |
| Ozono (O ₃)ª | Promedio móvil de 8 horas | Aguda | No se permite | 0.070 ppm Máximo | Al menos 75% de los promedios móviles de ocho horas (DOF, 2014) | NOM-020- SSA1-2014 (DOF, 2014b) |
| Dióxido de azufre (SO ₂) | Promedio móvil de 8 horas | Aguda | l vez al año | 0.200 ppm Segundo máximo | Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas | NOM-022- SSA1-2010 (DOF, 2010) ^c |
| | Promedio 24 horas | Aguda | No se permite | 0.110 ppm Máximo | Al menos 75% de los promedios de 24 horas | |
| | Dato horario | Crónica | | 0.025 ppm Promedio anual | Al menos 75% de los datos horarios | |
| Dióxido de nitrógeno (NO ₂) | Dato horario | Aguda | 1 vez al año | 0.210 ppm Segundo máximo | Al menos 75% de los datos horarios | NOM-023- SSA1-1993 (DOF, 1994a) |
| Monóxido de carbono (CO) | Promedio móvil de 8 horas | Aguda | l vez al año | 11 ppm Segundo máximo ^b | Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas | NOM-021- SSA1-1993 (DOF, 1994b) |

^a En el caso del ozono en los numerales 5.2.3.1 y 5.2.3.2 de la NOM se especifica que aún en el caso en el que no se cumpla el criterio de suficiencia del 75% de los valores horarios o de los promedios móviles de 8 horas, se incumplirá la norma cuando: al menos uno de los valores horarios sea mayor a 0.095 ppm o al menos uno de los valores de los promedios móviles de 8 horas sea mayor a 0.070 ppm.

Por otra parte, en el caso del dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono, las NOM correspondientes no especifican cómo realizar el manejo de datos y tampoco criterios de suficiencia de información, pero en congruencia con las especificaciones de las NOM de Partículas y Ozono se aplica, en la agregación de cada dato, el criterio de 75% de suficiencia de información para obtener los indicadores respectivos.

^b Calculado sin traslape de información con el que se obtuvo el máximo.

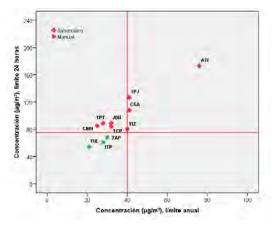
^c En estas NOM no se especifica cómo realizar el manejo de datos y tampoco criterios de suficiencia de información, pero en congruencia con las especificaciones de las NOM de Partículas y Ozono se aplica, en la agregación de cada dato, el criterio de 75% de suficiencia de información para obtener los indicadores.

En adición a lo antes descrito, con respecto al manejo de datos, es oportuno señalar que en la mayoría de las estaciones de monitoreo incluidas en este análisis se miden las partículas sólo con un tipo de equipo, automático o manual. Sin embargo, también hay estaciones de monitoreo donde la medición se hace con ambos tipos de equipo. En estos casos debido a que en México no existen especificaciones sobre cuáles datos utilizar para evaluar el cumplimiento de la normatividad vigente para las PM₁₀ y PM₂₅ cuando se cuenta con ambos tipos de medición, en el análisis se dio preferencia a los datos obtenidos en el muestreo manual.

Se utilizó este criterio en congruencia con las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA) sobre el uso de los datos provenientes de la red manual, pues se considera que la calidad de dichos datos es mejor en relación con la precisión y el sesgo, amén de un mejor control en el laboratorio, en términos de temperatura y humedad (Código Federal de Regulaciones -CFR 40- Partes 50, 53 y 58). Cuando los datos obtenidos en el muestreo manual no cumplieron con los criterios de suficiencia de información para evaluar el cumplimiento de la normatividad vigente se usaron los datos obtenidos del equipo automático.

En el documento, los resultados se presentan a través de gráficas de dispersión donde cada símbolo corresponde a una estación de monitoreo y como referencia un par de líneas que especifican los límites normados y que permite identificar cuando se rebasa o no tal valor. La Figura 12 ilustra el tipo de gráfico empleado para realizar la evaluación de cumplimiento de norma. Los símbolos en color verde indican que se cumplió con la norma. Por el contrario, los símbolos en color rojo indican que no se cumplió con ésta al rebasarse al menos uno de los dos límites normados.

Figura 12. Representación gráfica de la evaluación del cumplimiento de los límites normados.



En este informe se presenta, en cada capítulo, sólo la evaluación del cumplimiento de los límites por estación de monitoreo. Sin embargo, para aquellos interesados en un dato representativo a nivel de ciudad o zona metropolitana y debido a que en las NOM de calidad del aire no se especifica cómo evaluar el cumplimiento de los límites a dicha escala, se sugiere seguir los lineamientos y recomendaciones que utiliza la USEPA para evaluar el cumplimiento de sus normas de calidad del aire en regiones o áreas específicas (CFR, 2014; USEPA, 1998).

De acuerdo con esta Agencia, la evaluación del cumplimiento de las normas a escala metropolitana o de ciudad se lleva a cabo calculando un dato representativo a partir de los datos calculados en cada estación de monitoreo. Se considera que el dato que representa las condiciones de la calidad del aire en esta escala es el valor más alto de los indicadores calculados para cada una de las estaciones de monitoreo. Esto es, si en una estación de monitoreo no se cumple con la norma, se considera que en la ciudad o zona metropolitana tampoco se cumple y el valor representativo del incumplimiento corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad. Un ejercicio de esta naturaleza se incluye en la numeraria de este informe (Tabla 94).

H) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

El cálculo de esta distribución se generó a partir de los datos diarios obtenidos de las concentraciones horarias conforme a lo que se muestra en la Tabla 3. Como puede observarse, en todos los casos se utilizó el criterio de suficiencia de 75% de los datos.

Tabla 3. Datos diarios y criterios de suficiencia utilizados para la generación del indicador sobre distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala.

| Contaminante | Dato diario | Criterio de suficiencia de información para el cálculo de los datos diarios | |
|-------------------|---|--|--|
| PM ₁₀ | Promedio de 24 horas | Al menos el 75% de los datos horarios (DOF, 2014a) | |
| PM _{2.5} | Promedio de 24 horas | Al menos el 75% de los datos horarios (DOF, 2014a) | |
| O ₃ | Máximo horario en un día | Al menos el 75% de los datos horarios (DOF, 2014b) | |
| SO ₂ | Promedio de 24 horas | Al menos el 75% de los datos horarios | |
| NO ₂ | Máximo horario en un día | Al menos el 75% de los datos horarios | |
| со | Máximo de los promedios móviles de 8 horas | Al menos el 75% de los datos de promedios móviles de 8 horas | |

Se definió la calidad de aire de cada día a partir del dato diario obtenido, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Días con calidad del aire buena: el dato diario obtenido se ubica en el intervalo definido entre cero y la mitad del límite respectivo especificado en las NOM de salud.
- Días con calidad del aire regular: el dato diario obtenido se ubica en el intervalo definido entre la mitad del límite respectivo especificado en la NOM de salud y el límite mismo.
- Días con mala calidad del aire: el dato diario obtenido rebasa el límite especificado en la NOM respectiva.

En la Tabla 4 se muestran el color y calificativo asociado a cada intervalo, así como la definición de los intervalos por contaminante.

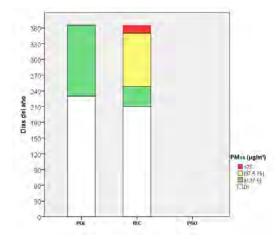
Tabla 4. Color, calificativo e intervalos de concentración por contaminante.

| Color | Calificativo de calidad del aire | PM₁₀ µg/m³ | PM _{2.5} μg/m³ | O₃ ppm | SO₂ ppm | NO₂ ppm | CO ppm |
|----------|--|---------------|----------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| Verde | Buena | (0, 37.5] | (0, 22.5] | (0, 0.0475] | (0, 0.055] | (0, 0.105] | (0, 5.5] |
| Amarillo | Regular | (37.5, 75] | (22.5, 45] | (0.0475, 0.095] | (0.055, 0.110] | (0.105, 0.210] | (5.5, 11] |
| Rojo | Mala | > 75 | > 45 | > 0.095 | > 0.110 | > 0.210 | >]] |

La distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala se obtuvo por estación de monitoreo para cada SMCA y se representa mediante una gráfica de barras acumulada, en la que cada barra representa un año completo de información que se llena con los colores descritos con antelación.

En las barras, el espacio en blanco indica que no se contó con información suficiente para determinar la calidad del aire en ese día, mientras que los espacios vacíos (sin barra) indican que no se realizaron mediciones en esa estación de monitoreo (Figura 13). Esto es, el indicador califica la situación que se vivió en cada uno de los días del año en cada estación de monitoreo, de tal forma que para el año 2018 los 365 días quedan agrupados en la descripción de cada barra.

Figura 13. Ejemplo de la representación gráfica de la distribución de días con calidad del aire buena, regula y mala.



Cabe señalar que sólo en los SMCA que $\,$ miden exclusivamente $\,$ PM $_{10}$ y PM $_{2.5}$ con equipo manual se generó la distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala con los muestreos registrados cada seis días.

I) PORCENTAJE DE DÍAS CON CONCENTRACIONES SUPERIORES A LOS LÍMITES NORMADOS VIGENTES PARA CADA CONTAMINANTE EN 2018

El cálculo del porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y dióxido de azufre en 2018 se generó a partir de los datos diarios representativos de cada ciudad o zona metropolitana. Se asume que el valor representativo de cada día del año corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad o zona metropolitana.

A diferencia del indicador anterior donde la calidad del aire de cada uno de los 365 días del año, o de cada uno de los días con muestreos manuales posibles en un año, es calificada como buena, regular, mala o con información insuficiente, este indicador muestra el porcentaje de días con concentraciones superiores a los límites normados, sobre la base del número de días del año con datos válidos y suficientes.

Por ejemplo, suponiendo que en una ciudad que cuenta con monitoreo automático de ozono se reportan datos diarios válidos sólo para 200 días y 50 de ellos corresponden a días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora, el indicador sobre "días con calidad del aire buena, regular y mala" indicaría que en 50 de los 365 días del año, aproximadamente 14% de los días del año, hubo mala calidad del aire, mientras que este indicador señalaría que el 25% de los días con mediciones válidas (50/200) registraron mala calidad del aire. Cada indicador aporta diferente información y puede ser usada para diferentes propósitos.

J) TENDENCIAS DE LOS DATOS DIARIOS

La tendencia de los datos diarios, a nivel de ciudad y zona metropolitana, se presenta a través del mínimo, el máximo, el promedio, la mediana y los percentiles 10 y 90 de todos los datos registrados en todas las estaciones de monitoreo de una zona metropolitana o ciudad durante el periodo de análisis año a año.

Con el fin de asegurar que el indicador muestre una tendencia confiable del comportamiento de los contaminantes, se consideraron dos criterios de suficiencia: la suficiencia diaria y la suficiencia anual de los datos diarios, por estación de monitoreo, de al menos el 75% de la información. Así, este indicador solo se presenta para aquellas ciudades o zonas metropolitanas que cumplen con los criterios anteriores en cada uno de los años del periodo de análisis.

En la Figura 14 se muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador, la cual corresponde a una gráfica de barras y bigotes. El inicio del bigote corresponde al valor mínimo "-", el límite inferior de la caja al percentil 10 y el límite superior de la caja al percentil 90, en el interior de la caja la mediana se representa con una "x" y el promedio con un "●", el final del bigote corresponde al valor máximo "●".

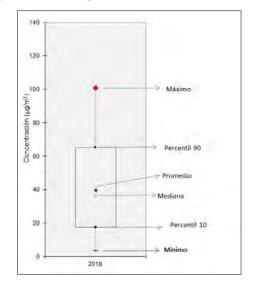
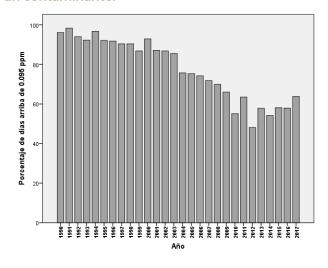


Figura 14. Ejemplo de la representación gráfica de las tendencias de los datos diarios.

K) TENDENCIAS DEL PORCENTAJE DE DÍAS, POR AÑO, EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

El cálculo del porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y dióxido de azufre en el periodo analizado se generó a partir de los datos diarios representativos de cada ciudad o zona metropolitana. El valor representativo corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad o zona metropolitana en cada uno de los días en el periodo analizado. La Figura 15 se muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador.

Figura 15. Ejemplo de la representación gráfica del porcentaje de días por año, en que se rebasa el límite normado de un contaminante.

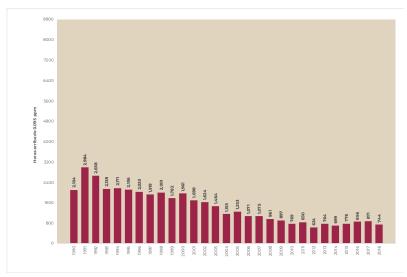


L) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Este indicador muestra el número de horas por año en que se supera el límite normado de una hora de ozono a nivel de ciudad y zona metropolitana. Su uso permite identificar con mayor precisión, que el indicador sobre número de días con concentraciones superiores al límite normado, la evolución de la calidad del aire en una ciudad con respecto a este contaminante.

Este indicador se generó a partir de los registros máximos de cada en cada ciudad o zona metropolitana y se asume como representativo de las peores condiciones registradas en la ciudad o zona metropolitana en cada una de las horas del día en el periodo analizado. La Figura 16 se muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador.

Figura 16. Ejemplo de la representación gráfica del número de horas, por año, en que se rebasó norma vigente de calidad del aire para ozono.

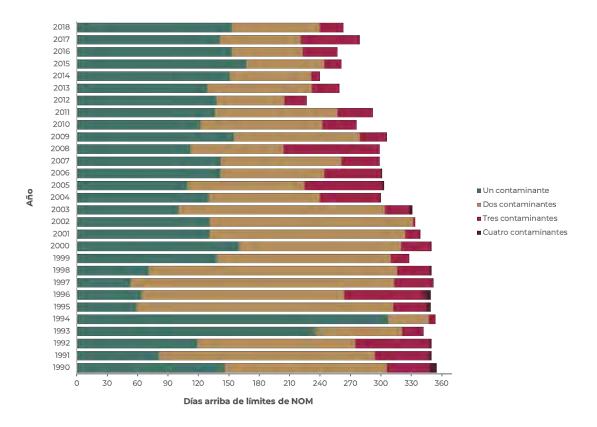


M) TENDENCIAS DEL NÚMERO DE DÍAS, POR AÑO, EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

Este indicador muestra el número de días por año en que se supera cualquiera de los límites diarios de cualquier contaminante (límite de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de PM₁₀, PM₂₅ y dióxido de azufre) a nivel de ciudad y zona metropolitana. Además, permite identificar el número de días en que se rebasó, el límite de 1 o más contaminantes.

Este indicador se generó a partir de los datos diarios representativos de cada ciudad o zona metropolitana y se asume que el valor representativo corresponde a las peores condiciones registradas en la ciudad o zona metropolitana en cada uno de los días en el periodo analizado. La Figura 17 muestra un ejemplo de la representación gráfica de este indicador.

Figura 17. Ejemplo de la representación gráfica del número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire.



CALIDAD
DEL AIRE
POR ENTIDAD
FEDERATIVA



RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 AGUASCALIENTES

En 2018 se registraron concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de este contaminante en todas las estaciones de monitoreo que lo midieron, sin embargo, sólo se pudo determinar incumplimiento de NOM en 2 de ellas debido al criterio de suficiencia de datos. La concentración más alta tanto como promedio de 24 horas como promedio anual se registró en la estación Instituto Educativo (IED) con 133 y 45 µg/m3, respectivamente. A nivel de toda la ciudad, el límite de 24 horas se rebasó en el 21% de los días del año (76 días), siendo la estación Secretaría de Medio Ambiente (SMA) la que con mayor frecuencia superó dicho límite (71 días).

De las 3 estaciones de monitoreo que operaron en 2018, en la estación SMA se rebasó tanto el límite de 24 horas como el promedio anual, en tanto que en la estación Centro (CEN) solo se rebasó el límite anual. En la estación IED no hubo datos suficientes para evaluar la norma. A nivel de toda la ciudad, el límite de 24 horas se rebasó en el 4% de los días del año (15 días), siendo la estación Secretaría de Medio Ambiente, la que con mayor frecuencia superó dicho límite (15 días).

Se invalidaron los datos de dos estaciones de monitoreo por problemas en el funcionamiento de los equipos, mientras que en la estación Centro no hubo datos suficientes para evaluar el cumplimiento de norma.

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo donde hubo datos válidos.



(S)

A DESTACAR...

En general, es de destacar que, de acuerdo con la información disponible, la peor condición de calidad del aire en Aguascalientes se registra en la sur de la misma, pues fue la estación de monitoreo SMA el sitio donde se registraron, tanto las concentraciones más altas de $PM_{2.5}$, como la mayor cantidad de días en que se rebasó el límite normado de 24 horas de PM_{10} .

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Aguascalientes, a cargo de la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua** estuvo conformado por cuatro estaciones de monitoreo que se localizan en la ciudad de Aguascalientes.

Estas estaciones son: Centro (CEN), Instituto Educativo (IED), Secretaría de Medio Ambiente (SMA) y Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBT). En todas ellas se realiza monitoreo con equipo automático. La Figura 18 ilustra la ubicación geográfica de cada una de ellas y la Tabla 5 muestra los contaminantes que se midieron en las mismas y el año en que iniciaron operación.

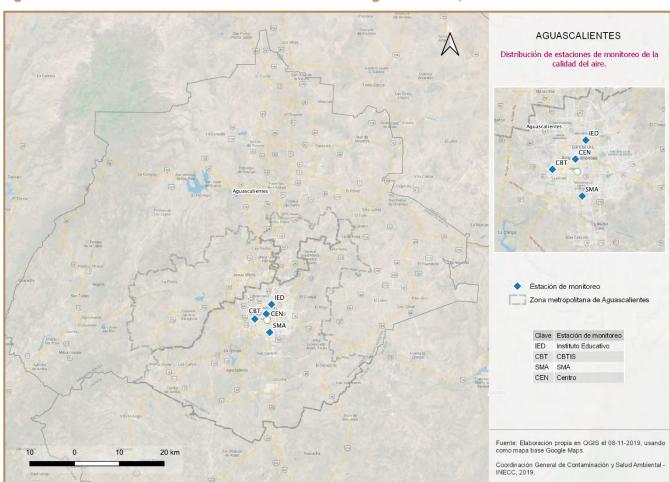


Figura 18. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Aguascalientes, 2018.

Tabla 5. Estaciones que conformaron el SMCA de Aguascalientes en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | Tipo de equipo | Contaminantes | | | | | | | |
|---|---|-------------------|---------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|--|--|
| Estación | Estación Clave (año de inicio de operación) | | РМιο | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО | | |
| Centro | CEN | Automático (1997) | \ | ✓ | \ | ✓ | > | ✓ | | |
| Instituto Educativo | IED | Automático (2011) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Secretaría de Medio Ambiente | SMA | Automático (2007) | √ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios - CBTIS* | CBT | Automático (2011) | √ | ¤ | √ | √ | √ | √ | | |

^{*} La estación CBT estuvo fuera de operación todo el año 2018 por fallas en el suministro de energía eléctrica.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua del Gobierno del Estado de Aguascalientes.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de Aguascalientes para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Se incluyen los resultados de estadísticos como promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se incumple cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 19 y en la Tabla 6. En general, se puede apreciar que:

- PM₁₀. En la estación Centro (CEN) se superó el límite de 24 horas y en la estación Instituto Educativo (IED) se superaron los dos límites normados (24 horas y anual). En la estación IED se alcanzó la concentración más alta tanto como promedio de 24 horas, como promedio anual, con registros de 133 μg/m³ y 45 μg/m³, respectivamente. La primera equivale a 1.8 veces y la segunda a 1.1 veces el valor límite respectivo (75 y 40 μg/m³). En la estación SMA no se cumplió con los criterios de suficiencia de información para evaluar el cumplimiento de la norma, sin embargo, se registraron concentraciones superiores al límite normado.
- PM₂₅. De las 3 estaciones que midieron este contaminante en 2018, en las estaciones Secretaría de Medio Ambiente (SMA) y Centro (CEN) no se cumplió con la norma. En la primera se rebasó tanto el límite de 24 horas como el promedio anual, con registros de 79 μg/m³ y 33 μg/m³ respectivamente, y en la segunda se rebasó solo el límite anual con 17 μg/m³. Las concentraciones más altas se registraron en la estación SMA, donde se superó el límite de 24 horas en 1.8 veces y el límite anual en 2.8 veces. En la estación IED no se pudo evaluar el cumplimiento de la norma debido a la insuficiencia de datos.

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

^{√=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

- Ozono. En 2018, el ozono se midió en las 3 estaciones que estuvieron en operación; sin embargo, en las estaciones IED y SMA se invalidaron los datos por problemas en el funcionamiento de los equipos de monitoreo, en tanto que en la estación Centro (CEN) no hubo datos suficientes para evaluar el cumplimiento de la norma.
- CO, NO₂ y SO₂. El CO se midió en las tres estaciones. En la estación Centro (CEN) se cumplió el límite de 8 horas, en la estación SMA los datos se invalidaron debido a problemas con el equipo de medición y en la estación IED no hubo suficiencia de datos. Para el caso del NO₂ y SO₂, en las estaciones Centro y SMA se cumplió con las normas respectivas y en la estación IED no hubo suficiencia de datos para evaluar el cumplimiento de norma.

Figura 19. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Aguascalientes, en el año 2018.

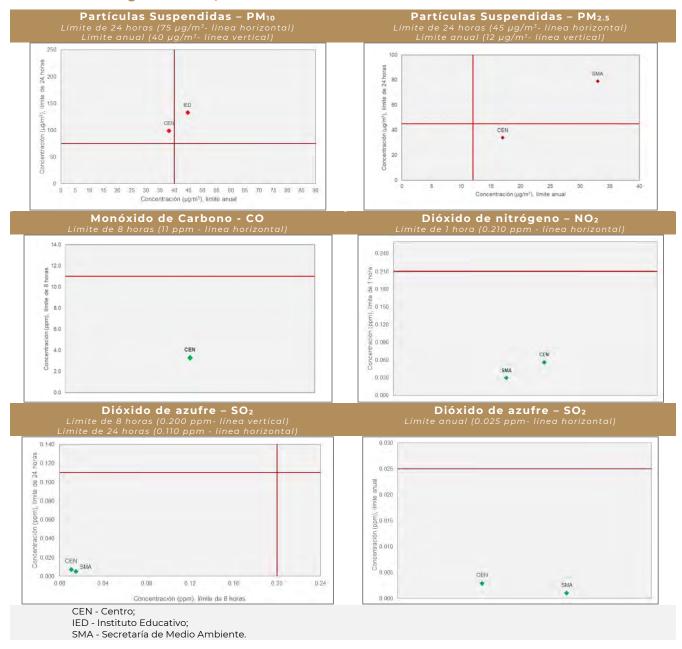


Tabla 6. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Aguascalientes (2018).

| Contaminante | Lími | te normado | Aguascalientes | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|-----|-------|-----|--|--|--|
| | | | CEN I | | SMA | CBT | | | |
| ⁽¹⁾ PM₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 99 | 133 | DI | FO | | | |
| WPIMIO | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 38 | 45 | DI | FO | | | |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | 34 | DI | 79 | FO | | | |
| [™] PM2.5 | Anual Promedio ≤ 12 µg/m³ | 17 | DI | 33 | FO | | | | |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | DI | INV | INV | FO | | | |
| O3 | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | DI | INV | INV | FO | | | |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 3 | DI | INV | FO | | | |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.056 | DI | 0.030 | FO | | | |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.011 | DI | 0.015 | FO | | | |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.007 | DI | 0.005 | FO | | | |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.003 | DI | 0.001 | FO | | | |

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

Nota:

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación.

En este contexto, en la Figura 20 se puede observar que:

■ PM₁₀. La mala calidad del aire por PM₁₀ estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo, incluso en aquellas en las que no se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma, como en Secretaria de Medio Ambiente (SMA). En la estación Centro (CEN) se registraron 6 días con mala calidad del aire, mientras que en la estación Instituto Educativo (IED) se registraron 21. Llama la atención que en la estación SMA es el sitio donde se registró la mayor cantidad de días en esta condición con un total de 71. Esta cifra, sin duda, establece la existencia de un riesgo a la salud de la población en este sitio a pesar de que no se

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994); (5) NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

INV = Datos invalidados.

DI = Datos insuficientes.

FO = Fuera de operación.

= Cumple con el límite

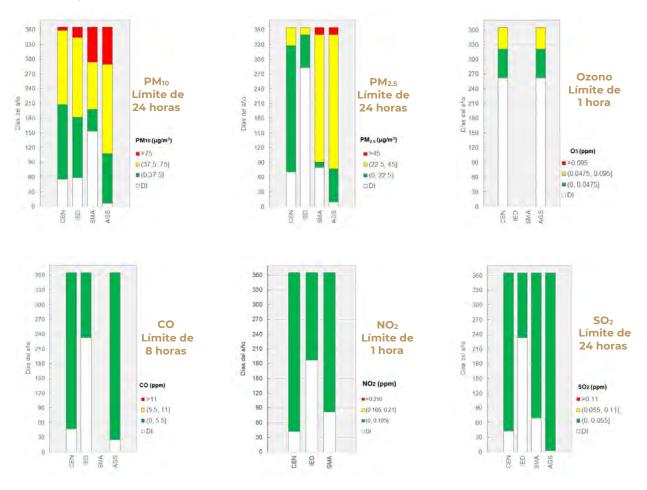
normado.

⁼ No cumple con el límite normado.

refleje en incumplimiento de la norma correspondiente. A nivel de toda la ciudad, esta situación se presentó en 76 días, lo que significa el 21% de los días del año.

- PM_{2.5}. Con respecto a las partículas suspendidas PM_{2.5}, en las estaciones Centro (CEN) e Instituto Educativo (IED) no se registraron días con mala calidad del aire en el año 2018, hecho que sí ocurrió en la estación Secretaría de Medio Ambiente (SMA) donde se presentaron 15 días con esta condición.
- Ozono. En cuanto al ozono, en la estación Centro (CEN) se registraron 59 días con calidad del aire buena y 44 días con calidad regular, en el resto de los días no hubo información suficiente para generar el indicador.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre no se registró ni un solo día con mala calidad del aire por estos contaminantes, y en general en la mayoría de las estaciones de monitoreo predominaron los días con buena calidad del aire.

Figura 20. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Aguascalientes, en el año 2018.



CEN -Centro;

IED - Instituto Educativo;

SMA - Secretaría de Medio Ambiente;

AGS - Aguascalientes

La Tabla 7 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de toda la Ciudad. En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad son las partículas PM_{10} y en segundo lugar las $PM_{2.5}$.

Tabla 7. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en Aguascalientes en el año 2018.

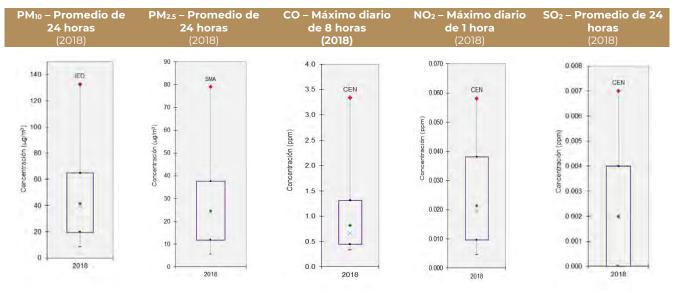
| | No días con datos válidos | 358 |
|-------------------|------------------------------|-----|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 76 |
| | % días > 75 µg/m³ | 21% |
| | No días con datos válidos | 355 |
| PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 15 |
| | % días > 45 µg/m³ | 4% |
| | No días con datos válidos | 103 |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 0 |
| | % días > 0.095 ppm | 0% |

| | No días con datos válidos | 340 |
|-----------------|------------------------------|-----|
| со | No días > 11 ppm | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 362 |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 362 |
| SO₂ | No días > 0.110 ppm | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0% |

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Debido a que el sistema de monitoreo de Aguascalientes no ha generado información de forma constante, no es posible analizar tendencias de los datos diarios, por lo que en la Figura 21 solo se muestra el mínimo, el máximo, el promedio, la mediana y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, para el año 2018.

Figura 21. Concentraciones diarias, por contaminante, en el SMCA de Aguascalientes para el año 2018.

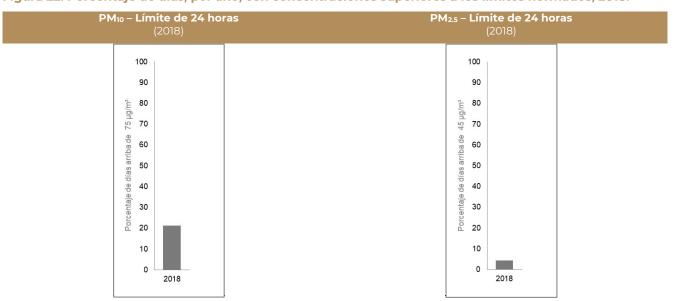


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 22 presenta el porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante para el año 2018.

- PM_{10.} Para el caso de las PM_{10.} de 358 días con datos, en 71 se rebasó el límite normado, lo que equivale al 21% de los días del año.
- PM₂₅. Con respecto a las PM_{2.5}, en 15 días se rebasó el límite normado de un total de 355 días con datos válidos, lo que corresponde al 4%.
- Ozono. Para el O₃, no se incluyen las gráficas debido a que los datos se invalidaron por problemas operativos registrados en los equipos de medición.
- CO, NO_2 y SO_2 En cuanto al CO, NO_2 y SO_2 no se incluyeron las gráficas correspondientes debido a que no se registraron días con concentraciones superiores a los límites vigentes en 2018.

Figura 22. Porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados, 2018.



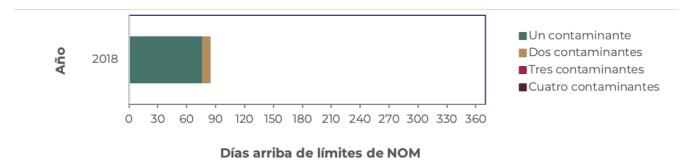
E) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

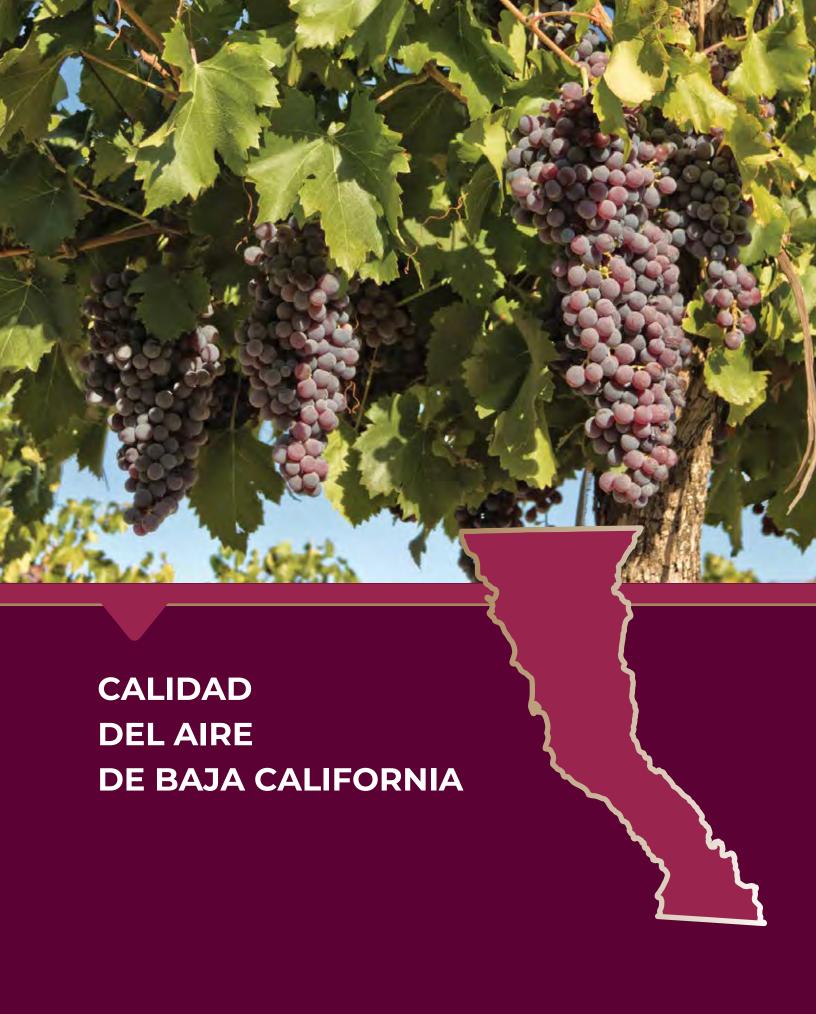
Finalmente, la Tabla 8 y la Figura 23 muestran el número de días del año 2018 en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Aguascalientes. Así, por ejemplo, el límite de un contaminante se rebasó en 77 días, de los cuales en 69 fue por altas concentraciones de PM_{10} y en 8 por PM_{25} , mientras que el límite de dos contaminantes se rebasó al mismo tiempo en 7 días y fue por PM_{10} y PM_{25} .

Tabla 8. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Aguascalientes, Año 2018.

| Año | No. de días con | No. de días > NOM | Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante | | | | | | |
|------|--------------------|----------------------|---|--|---|---|--|--|--|
| | datos | | 1 contaminante | 1 2 3 4 contaminante contaminantes contaminantes | | | | | |
| 2018 | 365 | 84 | 77 | 7 | 0 | 0 | | | |

Figura 23. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Aguascalientes, 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 BAJA CALIFORNIA

Baja California contó con infraestructura para llevar a cabo la medición de este contaminante en Mexicali, Tijuana, Ensenada y Tecate. En todas ellas se registraron días con mala calidad del aire, aunque sólo se pudo determinar incumplimiento de NOM en Mexicali debido al criterio de suficiencia de datos. Las concentraciones más altas y la frecuencia con que se rebasa el límite normado de este contaminante son mayores en Mexicali que en cualquier otra ciudad de la entidad. Por ejemplo, las concentraciones más altas registradas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, llegaron a ser equivalentes a alrededor de 3 veces dichos límites.

Tanto en Mexicali como en Tijuana se registraron concentraciones de PM_{2.5} por arriba del límite normado en todas las estaciones que lo midieron. Las concentraciones promedio más altas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en Mexicali. Estas fueron equivalentes a 7 veces el límite normado como promedio de 24 horas y a 2 veces el límite normado como promedio anual.

Este contaminante sólo se midió en Mexicali y Tijuana y los registros generados indican cumplimiento de la NOM respectiva en Tijuana e incumplimiento en Mexicali, al superarse el límite vigente como promedio de 8 horas.

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de
azufre predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con
mala calidad del aire en las estaciones de
monitoreo que generaron información
válida y suficiente para generar los indicadores respectivos.



Estaciones de monitoreo: 10



A DESTACAR...

La escasa información disponible indica que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Mexicali, Tijuana, Ensenada y Tecate, son las PM_{10} . Destaca el caso de Mexicali, donde en el 70% de los muestreos con información válida se rebasó el límite normado de 24 horas.

INFORMACIÓN GENERAL

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Baja California, a cargo de la Secretaría de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado,** estuvo integrado en 2018 por las redes de monitoreo de Mexicali y Tijuana, así como por las estaciones de monitoreo de Ensenada y Tecate.

La Figura 24, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo que conformaron este SMCA en 2018. Asimismo, la Tabla 9 muestra las capacidades de medición de contaminantes en cada estación de monitoreo y el año en que cada una de éstas inició su operación.

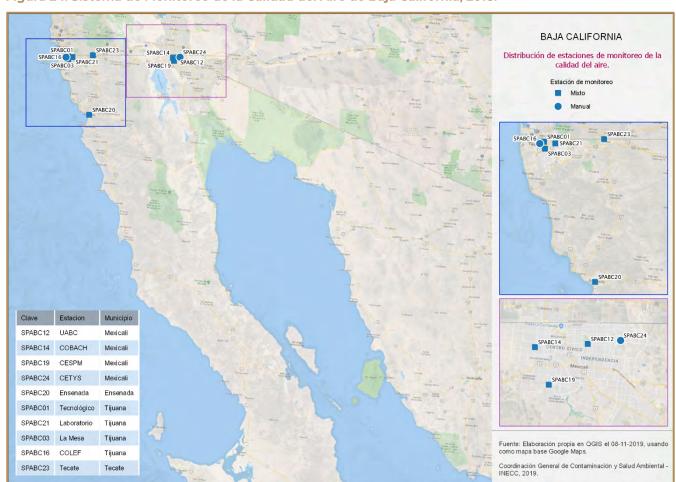


Figura 24. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Baja California, 2018.

Tabla 9. Estaciones que conformaron el SMCA de Baja California en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Red de | Cata ai św | Clayer | Tipo de equipo y año de inicio | | Con | tamir | nante | 5 | |
|-----------|-------------|------------|--------------------------------|----------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| monitoreo | Estación | Clave | de operación | PM10 | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО |
| | UABC | SPABC12 | Automático (2004) | ✓ | ✓ | √ | ✓ | ✓ | √ |
| | UABC | SPABCIZ | Manual (2004) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | СОВАСН | SPABC14 | Automático (2004) | ¤ | ✓ | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ |
| Mexicali | СОВАСП | SPABC14 | Manual (2004) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | CESPM | SPABC19 | Automático (2011) | ¤ | ¤ | > | ✓ | ✓ | ✓ |
| | CESPM | SPABCIS | Manual (2011) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | CETYS | SPABC24 | Manual (2017) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | ш | SPABC01 | Automático (2004) | ¤ | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ✓ |
| | | | Manual (1995) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Laboratorio | SPABC21 | Automático (2011) | ¤ | ✓ | ✓ | √ | ✓ | ¤ |
| Tijuana | | | Manual (2011) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | La Maca | SPABC03 | Automático (2004) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | La Mesa | | Manual (1996) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | COLEF | SPABC16 | Manual (2004) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Secundaria | SPABC20 | Automático (2011) | √ | √ | √ | √ | ✓ | ✓ |
| | (Ensenada) | SPADCZU | Manual (2011) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Tecate | SPABC23 | Automático (2004) | ¤ | ¤ | ✓ | ✓ | ¤ | ✓ |
| | (Tecate) | 31 / LDC23 | Manual (2004) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

x = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Baja California.

Los cambios experimentados por este SMCA a lo largo del año 2018 con respecto al año inmediato anterior se resumen a continuación:

- SPABC12, dejó de medir SO₂ en el segundo semestre de 2018. En este mismo año el analizador se reubicó en SPABC19.
- SPABCO1, se reportó fuera de operación y su reactivación es incierta debido a la falta de recursos para la adquisición de refacciones.
- SPABC16, se encuentra fuera de operación. Se reubicará a unas cuadras del sitio actual, pero la fecha para concretarla es incierta.
- SPABC03 reporta algunos datos de SO₂ en 2018, aunque en el transcurso del año el analizador se reubicó en la estación SPABC21.
- Las estaciones SPABC22 en Mexicali y SPABC04 en Playas de Rosarito, dejaron de operar de manera permanente, por lo que no generaron información en 2018.

^{✓ =} Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Baja California para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas (NOM) en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 1997 a 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 25 y en la Tabla 10. En ellas, se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018, Baja California contó con infraestructura para llevar a cabo la medición de PM₁₀ en 10 estaciones de monitoreo, pero sólo se llevaron a cabo mediciones en 8 de ellas; 4 en Mexicali, 2 en Tijuana, 1 en Ensenada y 1 en Tecate. A pesar de ello, sólo en tres estaciones de monitoreo de Mexicali (SPABC12, SPABC14 y SPABC19) se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de los límites normados de este contaminante. En las 3 se rebasó tanto el límite de 24 horas como el anual. La concentración más alta, tanto como promedio de 24 horas como anual, se registró en SPABC19 con 255 μg/m³ y 110 μg/m³, respectivamente. El primero equivale a 3.4 veces y el segundo a 2.8 veces el límite respectivo.
- PM₂₅. De las 4 estaciones con capacidad para medir PM₂₅, dos en la ciudad de Mexicali (SPABC12 y SPABC14) y dos en la ciudad de Tijuana (SPABC21 y SPABC03), en ninguna se cumplió la NOM al rebasarse, en todas ellas, tanto el límite de 24 horas como el anual. La concentración más alta, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual, se registró en la estación SPABC14 ubicada en Mexicali con valores de 319 μg/m³ y 27 μg/m³, respectivamente. La primera equivale a 7 veces y la segunda a poco más de 2 veces el límite normado correspondiente.
- Ozono. La norma de calidad del aire para ozono se cumplió en Tijuana (SPABC21 y SPABC03) y se incumplió en Mexicali (SPABC14). En esta última ciudad se superó el límite normado, como promedio de 8 horas, con una concentración de 0.88 ppm, que es 30% superior al recomendado para la protección de la salud de la población.
- CO. La evaluación de cumplimiento de la norma de calidad del aire para monóxido de carbono sólo pudo realizarse en la ciudad de Tijuana (SPABCO3), ya que en Mexicali y Tecate los equipos de medición de este contaminante se reportaron fuera de operación. El resultado de la evaluación en Tijuana fue favorable, pues se registraron concentraciones inferiores al límite normado.
- NO₂. Las concentraciones de dióxido de nitrógeno en Mexicali (SPABC12 y SPABC14), se ubicaron por debajo del límite normado, en tanto que en Tijuana no fue posible la evaluación de cumplimiento por insuficiencia de datos. En Tecate, el equipo de medición se reportó fuera de operación en 2018.

SO₂. La evaluación de cumplimiento de la norma de dióxido de azufre no fue posible en ninguna ciudad de la entidad, ya sea por insuficiencia de datos o porque los equipos de medición se reportaron fuera de operación.

Figura 25. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Baja California, en el año 2018.

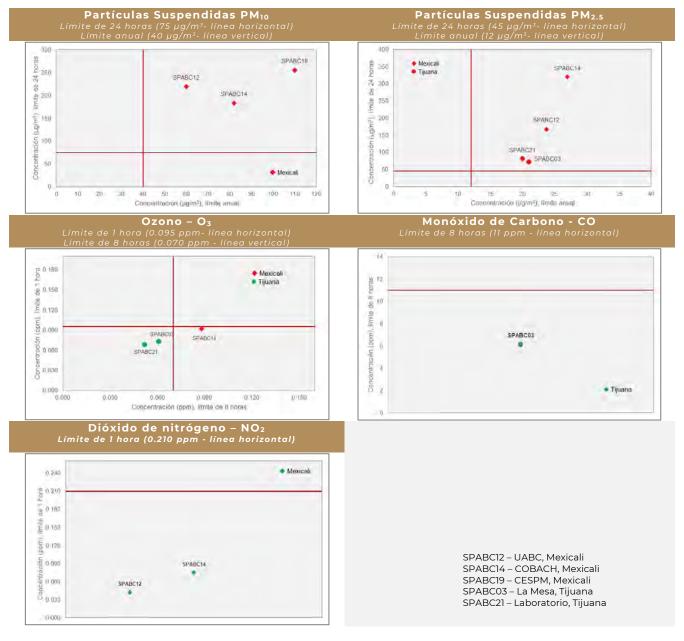


Tabla 10. Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Baja California, en el año 2018.

| | e Límite normado | | | Mex | icali | | Tijuana | | | | Ensenada | Tecate |
|---------------------------------|------------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Contaminante | | | SPABC 12 | SPABC 14 | SPABC 19 | SPABC 24 | SPABC 01 | SPABC 21 | SPABC 03 | SPABC 16 | SPABC 20 | SPABC 23 |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 219 | 183 | 255 | DI | FO | DI | DI | FO | DI | DI |
| ₩PM 10 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 60 | 82 | 110 | DI | FO | DI | DI | FO | DI | DI |
| (I)PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | 167 | 319 | ¤ | ¤ | ¤ | 81 | 72 | ¤ | FO | ¤ |
| ™PM 12.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | 24 | 27 | ¤ | ¤ | ¤ | 20 | 21 | ¤ | FO | ¤ |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | DI | 0.092 | FO | ¤ | FO | 0.068 | 0.073 | ¤ | FO | FO |
| . O ₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | DI | 0.088 | FO | ¤ | FO | 0.052 | 0.061 | ¤ | FO | FO |
| ⁽³⁾ CO | 8 | 2°Máximo ≤ 11 ppm | FO | FO | FO | ¤ | FO | ¤ | 6 | ¤ | FO | FO |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 hr | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.042 | 0.075 | FO | ¤ | ¤ | DI | DI | ¤ | FO | ¤ |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | DI | ¤ | FO | ¤ | ¤ | DI | DI | ¤ | FO | FO |
| ⁽⁵⁾ SO₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | DI | ¤ | FO | ¤ | ¤ | DI | DI | ¤ | FO | FO |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | DI | ¤ | FO | ¤ | ¤ | DI | DI | ¤ | FO | FO |

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a); (2) NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b); (3) NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 26 se puede observar que:

PM₁₀. Salvo en una estación de monitoreo de Tijuana (SPABCO1), en todas las demás estaciones de esta ciudad, así como en Mexicali, Ensenada y Tecate, se registraron días con mala calidad del aire por PM₁₀. Esto es, los riesgos a la salud de la población por exposición a este contaminante están presentes incluso en ciudades como Ensenada, Tecate y Tijuana, en las que no se pudo establecer incumplimiento de norma debido a insuficiencia de datos. La frecuencia con que se superó el límite normado de PM₁₀ fue mayor en Mexicali (35 días) que en Tijuana (20 días), Ensenada (4 días) y Tecate (2 días).

normado

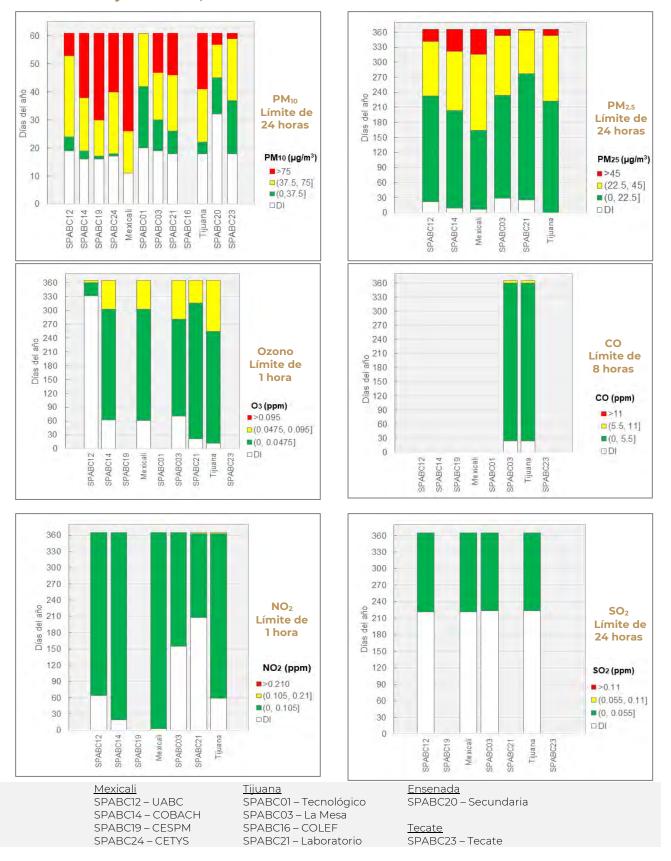
⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-023-33A1-1333 (DOF, 1334), (5) NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

[•] El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

[•] Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Figura 26. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Baja California, en el año 2018.



- PM₂₅. Las partículas suspendidas PM₂₅ sólo se midieron en Tijuana y Mexicali, y en ambas ciudades se registraron días con mala calidad del aire por este contaminante, siendo más recurrente esta situación en Mexicali (49 días) que en Tijuana (12 días).
- Ozono. En relación con el ozono, en ninguna de las estaciones que midieron el contaminante, en Mexicali y en Tijuana, se registraron días con mala calidad del aire. Sin embargo, es importante recordar que en Mexicali se registró incumplimiento de la NOM de este contaminante por superarse el límite normado de 8 horas en la estación SPACB14.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con buena calidad del aire en todas las estaciones de monitoreo que generaron información, y no se registró ni un día con mala calidad del aire.

A nivel de ciudad, la Tabla 11 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de una hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre.

La escasa información disponible indica que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire (que significan concentraciones por arriba del límite de norma) en Mexicali, Tijuana, Ensenada y Tecate, son las PM₁₀.

Destaca el caso de Mexicali, donde en el 70% de los días con información válida se rebasó el límite normado de 24 horas de PM₁₀. En Tijuana esta condición se presentó en el 47% de los muestreos realizados a lo largo del año.

Tabla 11. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en Baja California en el año 2018.

| | Ciudad | Mexicali | Tijuana | Ensenada | Tecate |
|--------------------|---------------------------|----------|---------|----------|--------|
| | No días con datos válidos | 50 | 43 | 29 | 43 |
| **PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 35 | 20 | 4 | 2 |
| | % días > 75 µg/m³ | 70% | 47% | 14% | 5% |
| | No días con datos válidos | 358 | 365 | FO | FO |
| *PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 49 | 12 | FO | FO |
| | % días > 45 μg/m³ | 14% | 3.3% | FO | FO |
| | No días con datos válidos | 304 | 353 | FO | FO |
| *O ₃ | No días > 0.095 ppm | 0 | 0 | FO | FO |
| | % días > 0.095 ppm | 0% | 0% | FO | FO |
| | No días con datos válidos | FO | 341 | FO | FO |
| *CO | No días > 11 ppm | FO | 0 | FO | FO |
| | % días > 11 ppm | FO | 0% | FO | FO |
| | No días con datos válidos | 362 | FO | FO | FO |
| *NO₂ | No días > 0.210 ppm | 0 | FO | FO | FO |
| | % días > 0.210 ppm | 0% | FO | FO | FO |
| | No días con datos válidos | 144 | 142 | FO | FO |
| *SO₂ | No días > 0.110 ppm | 0 | 0 | FO | FO |
| | % días > 0.110 ppm | 0% | 0% | FO | FO |

^{*} Estimado con datos provenientes de monitoreo automático. ** Estimado con datos provenientes de monitoreo manual. FO = Fuera de operación

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Las Figuras 27 a 32 muestran la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para PM_{10} , PM_{25} , O_3 , CO, NO_2 y SO_2 , respectivamente, a nivel de ciudad, en el periodo 1997 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información. Para la mayoría de los contaminantes es difícil establecer una tendencia debido a la irregularidad de las mediciones a través del tiempo, sin embargo, es posible destacar lo siguiente:

- PM₁₀. Para las PM₁₀ se calculó el indicador a partir de los muestreos manuales. En Mexicali se contó con información suficiente en los periodos 1997 a 2006, 2008, 2011 a 2012 y 2015 a 2018. En el primer periodo no se aprecia una tendencia clara; en cambio, de 2011 a 2018 se aprecia una ligera baja en los valores del máximo, percentil 90, promedio y percentil 10. En Tijuana, los periodos con información suficiente fueron más cortos: 1997 a 2000, 2002 a 2006, 2011 a 2013, 2015 y 2017, destacando que los valores registrados en 2017, con respecto al mínimo, el promedio y los percentiles 10 y 90 corresponden a los más altos registrados desde 1997. Para Ensenada y Tecate fueron muy escasos los años en los que se logró generar el indicador (Figura 27).
- PM₂₅. En relación con las PM₂₅, Mexicali es la ciudad de la entidad en donde por más tiempo se ha medido el contaminante; sin embargo, la información para calcular los indicadores fue escasa y dispersa. A pesar de ello, se puede destacar una tendencia general al alza de la concentración máxima entre 2014 y 2018, siendo este año el del registro más elevado. Los percentiles 10 y 90, así como el promedio muestran una variabilidad poco significativa en el mismo periodo. Por su parte, Tijuana cuenta con información suficiente en los tres años más recientes y estos muestran que los valores del percentil 10, percentil 90, promedio y máximo tienen una ligera tendencia a la baja (Figura 28).
- Ozono. Con respecto a ozono (Figura 29), en Mexicali se observa que, en el periodo 2016 2018, hay una tendencia al alza en los indicadores del percentil 90 y el máximo. En Tijuana se contó con información suficiente para generar el indicador en 2018, después de 5 años sin ella, y lo que se observa es que mientras el máximo de 2018 fue casi igual al registrado en 2012, el promedio y el percentil 90 sufrieron un ligero incremento. En Tecate, la información disponible entre 2003 y 2010 muestra una muy ligera tendencia a la baja, tanto del máximo como del percentil 90 y el promedio, aunque con condiciones más estables en los años 2009 y 2010. Desde 2015 no se cuenta con información sobre este contaminante en la ciudad de Tecate. Finalmente, conviene señalar que el gráfico de Ensenada no se incluye debido a que sólo se dispone de información del año 2012 al 2014, pero en una cantidad tal que fue insuficiente para generar los indicadores correspondientes.
- CO. El monóxido de carbono (Figura 30), en general, muestra concentraciones muy por debajo de su límite normado vigente, así como un comportamiento muy estable en todos los años con información disponible en Tijuana, en tanto que en Mexicali se observa una notable tendencia a la baja de 1998 a 2016. En esta ciudad en todos los años con información disponible, salvo 2008 y 2016, solía rebasarse de manera notable el límite normado para la protección de la salud de la población.

- NO₂. El dióxido de nitrógeno muestra un comportamiento bastante estable y con concentraciones bajas asociadas a los percentiles 10 y 90, así como al mínimo y al promedio en todas las ciudades; sin embargo, en la década de los 90's las concentraciones máximas solían rebasar el límite normado vigente en Mexicali y en Tijuana. Esta situación ya no se presenta en Mexicali desde el año 2000 y en Tijuana desde el año 2004. En Tecate, las concentraciones suelen ser notablemente más bajas (Figura 31).
- SO₂. Finalmente, con respecto al dióxido de azufre, en todos los años con información disponible las concentraciones promedio de 24 horas suelen ser muy bajas y notablemente inferiores al límite normado vigente (Figura 32).

Figura 27. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10} -promedio de 24 horas – en Baja California, en el periodo 1997 - 2018.

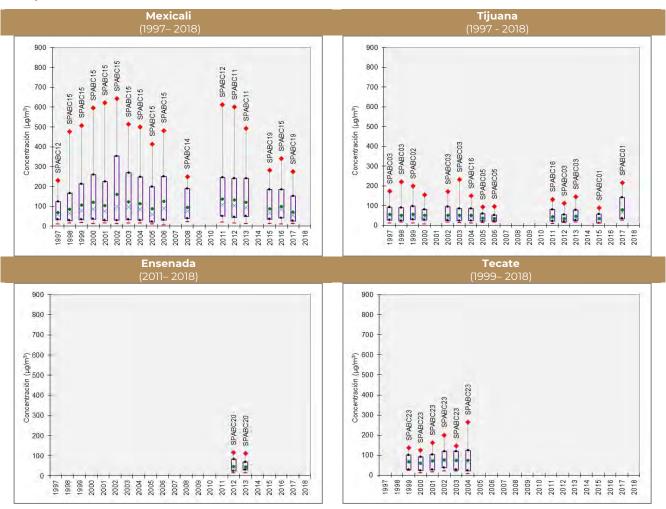


Figura 28. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{2.5} -promedio de 24 horas - en Baja California, en el periodo 2003 - 2018.

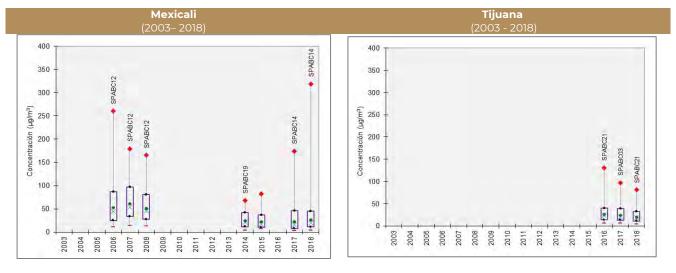
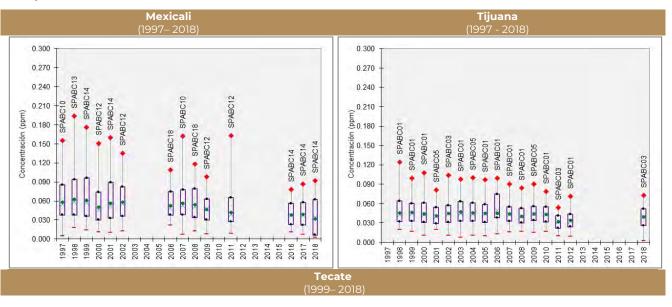


Figura 29. Tendencias de las concentraciones diarias de O_3 –máximo diario de una hora - en Baja California, en el periodo 1997 - 2018.



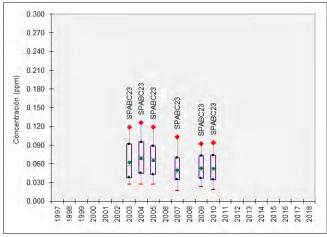
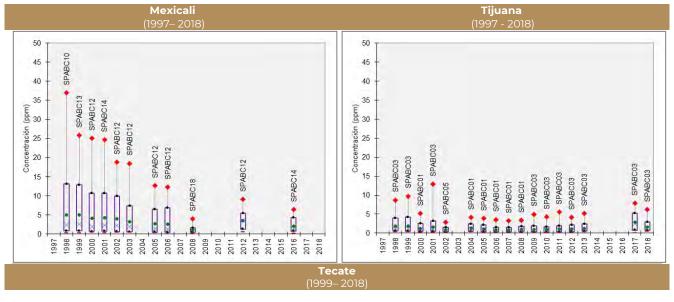


Figura 30. Tendencias de las concentraciones diarias de CO –máximo diario de 8 horas - en Baja California, en el periodo 1997 - 2018.



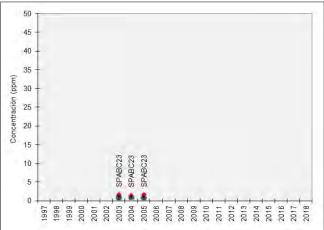
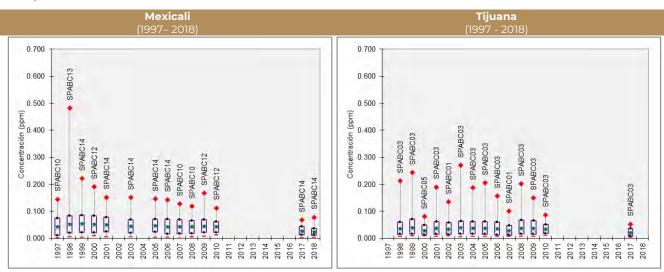


Figura 31. Tendencias de las concentraciones diarias de NO₂ –máximo diario de una hora - en Baja California, en el periodo 1997 - 2018.



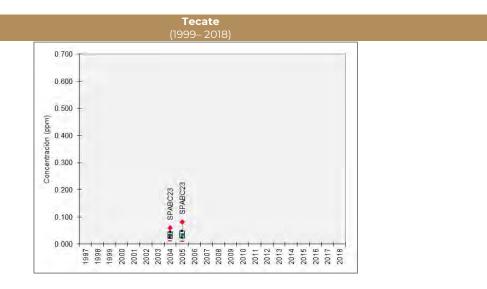
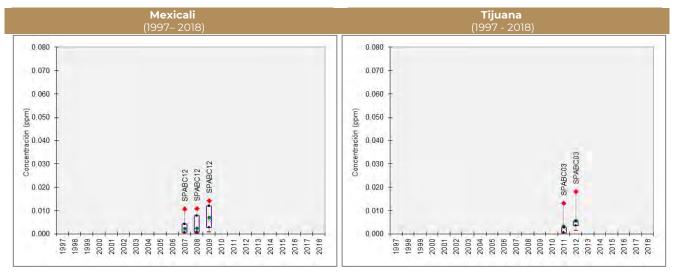


Figura 32. Tendencias de las concentraciones diarias de SO₂ –promedio de 24 horas - en Baja California, en el periodo 1997 - 2018.



D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

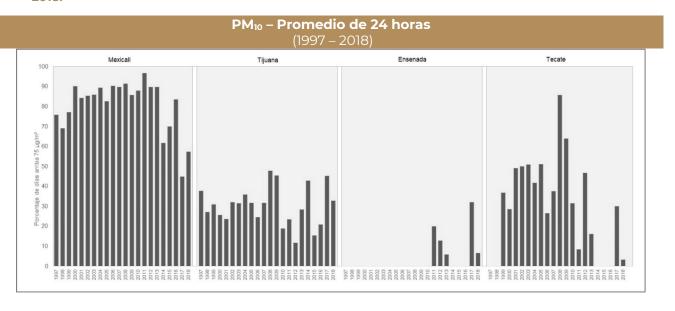
La Figura 33 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante en cada ciudad. En el caso de las PM₁₀, el análisis se realizó con la información proveniente de los equipos manuales.

PM₁₀. Con respecto a las PM₁₀ se observa que Mexicali es la ciudad que históricamente ha registrado más muestreos por año con concentraciones por arriba del límite normado. De hecho, el porcentaje de días en esta condición osciló entre 45% en 2017 y 97% en 2011. En 2018 el 57% de los muestreos realizados reportó concentraciones que superaron el límite normado, lo que significó un repunte respecto a lo observado en 2017. En Tijuana el porcentaje de muestreos por arriba del límite normado en el periodo analizado varió entre 12% en 2012 y 48% en 2008. Destaca la tendencia creciente observada entre 2015 y 2018. En Ensenada destaca la notable reducción de días en esta condición en 2018 (7%) respecto a lo observado en el año

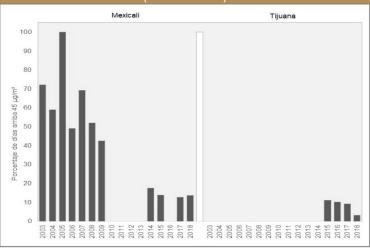
inmediato anterior (32%). En Tecate, 2018 destaca como el año con el menor porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de PM_{10} (3%) en todo el periodo analizado.

- PM₂₅. Con relación a las PM₂₅, en Mexicali se observa, en general, una tendencia decreciente en el porcentaje de días por arriba de 45 μg/m³ en los años en los que reportaron mediciones válidas; sin embargo, cabe destacar que el 100% del año 2005 correspondió a cinco días con promedios de 24 horas válidos. De 2010 a 2013 el equipo estuvo fuera de operación y en 2016 no se cuenta con información del contaminante en el INECC. En Tijuana el contaminante se empezó a medir recientemente (en 2015) y se observa una tendencia decreciente en el porcentaje de días por arriba del límite normado, el cual pasó del 11% en 2015 al 3% en 2018.
- Ozono. En el caso del ozono, el indicador muestra un problema de calidad del aire menos severo que para las PM₁₀. En general, para Mexicali, se observa una tendencia decreciente en el porcentaje de días por arriba del límite de 1 hora. En 1998 este fue de 17% y en el último año (2018) ningún día superó el límite de 0.095 ppm. En Tijuana y Ensenada, no se registran días en esta condición desde 2011 y en Tecate desde 2008.
- CO. El monóxido de carbono ha presentado días por arriba del límite normado sólo en Mexicali y Tijuana, aunque en esta última ciudad de manera poco frecuente (un día en 2001 y 2002). En Mexicali se observa una clara tendencia decreciente de 1999 a 2006. De 2007 a 2010 no se excedió el límite, al igual que en 2013, 2014 y 2016. En 2015 el porcentaje por arriba de límite de 8 horas fue del 27% y en 2017 del 0.3%. En 2018 no hubo información para generar el indicador.
- NO₂. El dióxido de nitrógeno presentó de manera esporádica días por arriba del límite normado. No más de 3 días en los años 1998, 1999, 2001, 2002 y 2011 en Mexicali y no más de 2 días en los años 1998, 1999, 2000 y 2003 en Tijuana. Debido a lo anterior no se muestra la gráfica con las tendencias del indicador en la Figura 10.
- SO₂. Por su parte el dióxido de azufre se mantuvo dentro del límite normado de 24 horas en la entidad durante todo el periodo analizado, por tal motivo tampoco se incluye esta figura.

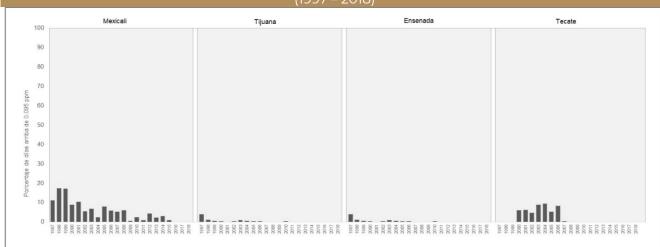
Figura 33. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en Baja California en el periodo 1997 – 2018.



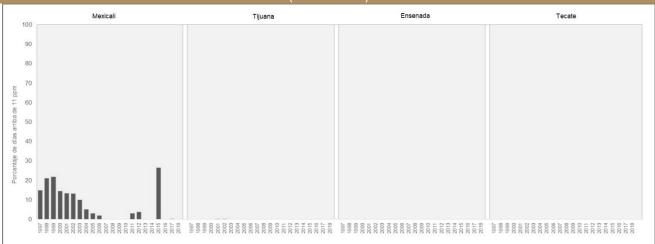
PM_{2.5} – Promedio de 24 horas (2003 – 2018)



O₃ – Límite de 1 hora



CO – Límite de 8 hora (1997 – 2018)



E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través de tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora. En este caso, el indicador se generó a nivel de ciudad y la Figura 34 muestra que en ninguna de las ciudades evaluadas se superó el 3% de las horas del año con concentraciones de ozono superiores al límite normado vigente.

De manera particular, por ciudad, destaca que en Mexicali el periodo de años con la mayor cantidad de horas con concentraciones por arriba del límite normado de una hora fue de 1997 a 2000 con 119 a 169 horas en esta condición, en tanto que de 2016 a 2018 no se registró horas por arriba de este umbral. En Tijuana no se reportan horas con concentraciones superiores al límite normado de una hora desde el año 2011, en Ensenada en ninguno de los años con registros disponibles y en Tecate desde el año 2008.

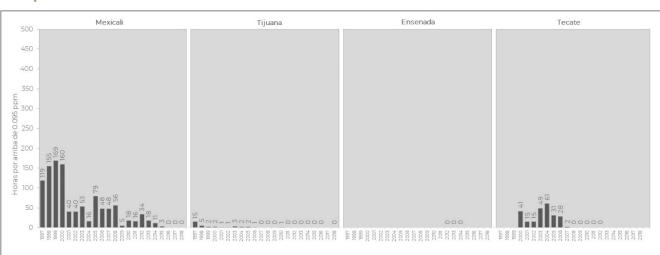


Figura 34. Tendencia de número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 1997 – 2017.

F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

La Tabla 12 y la Figura 35 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. En ellas se puede observar que, Mexicali es la ciudad en la que se presenta la peor situación con respecto a este indicador, pues se suele incumplir con mayor frecuencia la normatividad vigente en la materia. El periodo más crítico fue de 1997 a 2009 dado que en este periodo la cantidad de días en que se incumplió al menos una NOM de calidad del aire osciló entre 92 en 2005, y 240 en 2007. El registró de 2018, confirma el repunte observado en este indicador desde el año 2016.

En Tijuana también se incumplió la normatividad vigente de calidad del aire en todos los años del periodo analizado. Los años con el mayor número de días en dicha condición fueron 2010 y 2011 con un total de 43 y 46 días, respectivamente. De ellos, en 40 y 43 se rebasó el límite normado de un solo contaminante (principalmente PM_{10} o $PM_{2.5}$), y en ambos años en 3 días se rebasaron los límites de dos contaminantes (PM_{10} y $PM_{2.5}$). Al igual que en Mexicali, en los años más recientes se observa una tendencia creciente en el número de días en que se incumple al menos una norma de calidad del aire en la ciudad.

En Ensenada, se ha registrado incumplimiento de alguna NOM de calidad del aire en cuatro de los cinco años con información disponible, siendo el 2017 el año con la peores condiciones al registrar 8 días en esta condición debido a las concentraciones registradas para PM_{10} .

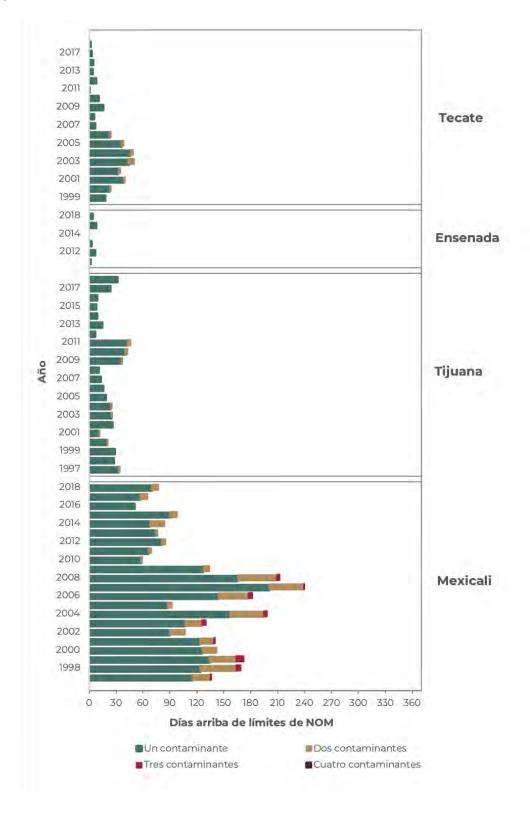
Tecate también registró días con concentraciones superiores a los límites normados de calidad del aire para al menos un contaminante, así, por ejemplo, en el periodo analizado la cantidad de días por año en esta condición varió entre 1 (en 2011) y 50 (en 2003). Los años 2003 y 2004 fueron en los que se rebasó con más frecuencia el límite normado tanto de un contaminante, principalmente PM_{10} , como de dos contaminantes, PM_{10} y O_3 .

Tabla 12. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Baja California, 1997 – 2018.

| C'ardad | . ~ . | No. de días | No. de días > | | n concentraciones por es de cualquier contan | |
|----------|--------------|-------------|---------------|-------------------|---|--------------------|
| Ciudad | Año | con datos | NOM | l contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes |
| | 1997 | 364 | 136 | 115 | 20 | 1 |
| | 1998 | 365 | 169 | 124 | 40 | 5 |
| | 1999 | 365 | 172 | 134 | 30 | 8 |
| | 2000 | 366 | 142 | 126 | 16 | 0 |
| | 2001 | 365 | 140 | 123 | 16 | 1 |
| | 2002 | 364 | 107 | 90 | 17 | 0 |
| | 2003 | 364 | 130 | 107 | 19 | 4 |
| | 2004 | 366 | 198 | 157 | 38 | 3 |
| | 2005 | 363 | 92 | 88 | 4 | 0 |
| = | 2006 | 365 | 182 | 144 | 34 | 4 |
| Mexicali | 2007 | 364 | 240 | 201 | 38 |] |
| eX. | 2008 | 366 | 212 | 166 | 43 | 3 |
| Σ | 2009 | 365 | 134 | 127 | 7 | 0 |
| | 2010 | 364 | 59 | 58 | 1 | 0 |
| | 2011 | 364 | 69 | 66 | 3 | 0 |
| | 2012 | 364 | 85 | 81 | 4 | 0 |
| | 2013 | 365 | 76 | 75 | 1 | 0 |
| | 2014 | 364 | 84 | 68 | 16 | 0 |
| | 2015 | 354 | 98 | 90 | 8 | 0 |
| | 2016 | 341 | 51 | 51 | 0 | 0 |
| | 2017 | 365 | 65 | 57 | 8 | 0 |
| | 2018 | 363 | 77 | 70 | 7 | 0 |
| | 1997 | 201 | 34 | 33 | 1 | 0 |
| | 1998 | 365 | 28 | 28 | 0 | 0 |
| | 1999 | 365 | 29 | 29 | 0 | 0 |
| | 2000 | 366 | 21 | 20 | 1 | 0 |
| o | 2001 | 365 | 12 | 11 | 1 | 0 |
| Tijuana | 2002 | 365 | 26 | 26 | 0 | 0 |
| ij | 2003 | 365 | 26 | 25 | 1 | 0 |
| | 2004 | 366 | 25 | 24 | 1 | 0 |
| | 2005 | 365 | 19 | 19 | 0 | 0 |
| | 2006 | 365 | 16 | 16 | 0 | 0 |
| | 2007 | 364 | 13 | 13 | 0 | 0 |
| | 2008 | 366 | 11 | 11 | 0 | 0 |

| a: | . ~ | No. de días | No. de días > | | n concentraciones por es de cualquier contar | |
|----------|------|-------------|---------------|--------------|---|---------------|
| Ciudad | Año | con datos | NOM | 1 | 2 | 3 |
| | | | | contaminante | contaminantes | contaminantes |
| | 2009 | 365 | 37 | 36 | 1 | 0 |
| | 2010 | 365 | 43 | 40 | 3 | 0 |
| | 2011 | 365 | 46 | 43 | 3 | 0 |
| | 2012 | 366 | 7 | 7 | 0 | 0 |
| | 2013 | 365 | 15 | 15 | 0 | 0 |
| | 2014 | 202 | 9 | 9 | 0 | 0 |
| | 2015 | 190 | 8 | 8 | 0 | 0 |
| | 2016 | 311 | 9 | 9 | 0 | 0 |
| | 2017 | 364 | 24 | 24 | 0 | 0 |
| | 2018 | 365 | 32 | 32 | 0 | 0 |
| | 2011 | 10 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| da | 2012 | 243 | 7 | 7 | 0 | 0 |
| Ensenada | 2013 | 217 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| sel | 2014 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 믑 | 2017 | 25 | 8 | 8 | 0 | 0 |
| | 2018 | 29 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| | 1999 | 49 | 18 | 18 | 0 | 0 |
| | 2000 | 193 | 24 | 23 | 1 | 0 |
| | 2001 | 229 | 40 | 39 | 1 | 0 |
| | 2002 | 243 | 35 | 33 | 2 | 0 |
| | 2003 | 326 | 50 | 44 | 6 | 0 |
| | 2004 | 323 | 49 | 46 | 3 | 0 |
| | 2005 | 333 | 38 | 36 | 2 | 0 |
| ø | 2006 | 218 | 24 | 23 | 1 | 0 |
| Tecate | 2007 | 292 | 7 | 7 | 0 | 0 |
| e. | 2008 | 311 | 6 | 6 | 0 | 0 |
| _ | 2009 | 361 | 16 | 16 | 0 | 0 |
| | 2010 | 328 | 11 | 11 | 0 | 0 |
| | 2011 | 248 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 2012 | 296 | 8 | 8 | 0 | 0 |
| | 2013 | 25 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| | 2014 | 5 | 5 | 5 | 0 | 0 |
| | 2017 | 10 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| | 2018 | 43 | 2 | 2 | 0 | 0 |

Figura 35. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Baja California, 1997- 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 CIUDAD DE MÉXICO Y SU ZONA CONURBADA

En 2018 la norma de salud ambiental de este contaminante se cumplió en 2 estaciones; se incumplió en 14, y en 10 más no fue posible su evaluación de cumplimiento. La concentración más alta como promedio de 24 horas se registró en Villa de las Flores y el máximo promedio anual en Xalostoc. Ambas estaciones se ubican en el territorio del Estado de México. El límite normado de 24 horas se rebasó el 40% de los días del año, siendo Xalostoc el sitio en donde con mayor frecuencia se superó dicho límite (130 días).

Los límites normados de este contaminante se rebasaron en 14 de las 18 estaciones de monitoreo con capacidad para medirlo. En las otras 4 estaciones no fue posible evaluar el cumplimiento de norma por insuficiencia de datos. La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en la estación Nezahualcóyotl y el máximo promedio anual en Xalostoc. Ambas estaciones se ubican en la zona conurbada de la Ciudad de México. El límite de 24 horas se rebasó en el 9 % de los días del año (32 días), siendo Xalostoc el sitio en que con mayor frecuencia superó dicho límite (24 días).

Este contaminante se midió en 32 estaciones de monitoreo y en todas ellas se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas). Las concentraciones más altas se registraron en las estaciones Hospital General de México (0.179 ppm, promedio de una hora) y Pedregal (0.120 ppm, promedio de 8 horas). El límite de 1 hora se rebasó en el 60% de los días del año y fue en la estación Pedregal en donde ello ocurrió con más frecuencia (132 días).

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo donde fueron medidos.



Estaciones de monitoreo: 33



A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la región es el ozono (60% de los días del año), seguido de las PM_{10} (40%) y las $PM_{2.5}$ (9%).

En 2018 el número de días en que se incumple al menos una NOM de salud ambiental, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 263 que equivale al 72% de los días del año. Esto es, sólo en el 28% de los días del año se registraron niveles de contaminación por debajo de los límites recomendados para la protección de la salud de la población.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de la Ciudad de México y su zona conurbada, a cargo de la Dirección General de Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, estuvo integrado por 33 estaciones de monitoreo; 18 de las cuales se localizan en territorio de la Ciudad de México y 15 en la zona conurbada del Estado de México.

En 24 estaciones se realizó monitoreo automático, en 1 monitoreo manual y en 8 ambos tipos de medición, la Figura 36 ilustra la ubicación geográfica de cada una de ellas y la Tabla 13 los contaminantes que se midieron en las mismas y el año en que iniciaron operación.

Con respecto al año 2017, las estaciones que se dieron de baja y por lo tanto no generaron información en 2018 fueron: 1) Coyoacán y 2) San Juan de Aragón, ambas debido al sismo del 19 de septiembre de 2017; y 3) Secretaria de Hacienda, debido a los cambios en el entorno.

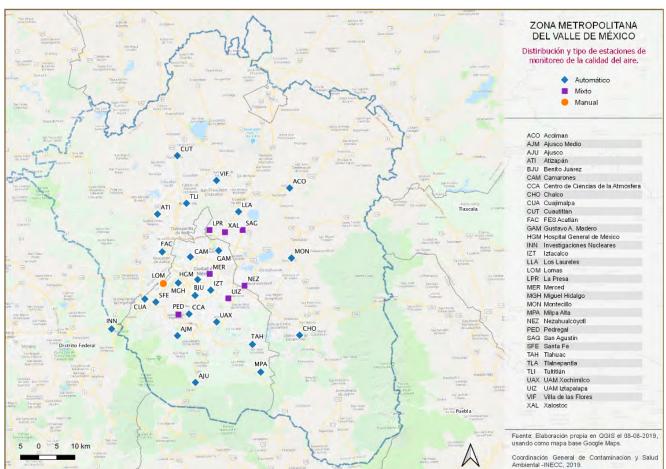


Figura 36. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de la Ciudad de México y su zona conurbada, 2018.

Tabla 13. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de México y su zona conurbada en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | | Tipo de equipo | | C | ontamin | antes | | |
|------------------|---|-------|------------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| | Estación | Clave | (año de inicio de operación) | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО |
| | Ajusco | AJU | Automático (2015) | ¤ | ✓ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Ajusco Medio | AJM | Automático (2015) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Benito Juárez | BJU | Automático (2015) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Camarones | CAM | Automático (2003) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Centro de Ciencias de la Atmósfera | CCA | Automático (2014) | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Cuajimalpa | CUA | Automático (1994) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | \ | ✓ |
| | Gustavo A. Madero | GAM | Automático (2015) | ¤ | ✓ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Ciudad de México | Hospital General de México | HGM | Automático (2012) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | √ | ✓ |
| Ψé | Iztacalco | IZT | Automático (2007) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| <u>0</u> | Lomas | LOM | Manual (1989) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| þ | Merced | MER | Automático (1986) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| pr | Merceu | MILK | Manual (1989) | ✓ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Ċ | Miguel Hidalgo | MGH | Automático (2015) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Milpa Alta | MPA | Automático (2016) | ¤ | ¤ | ✓ | ✓ | ¤ | ✓ |
| | Pedregal | PFD | Automático (1986) | ¤ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | realegal | | Manual (1989) | ✓ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Santa Fe | SFE | Automático (2012) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Tláhuac | TAH | Automático (1994) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | UAM Iztapalapa | UIZ | Automático (1987) Manual (1989) | ✓ ✓ | √ √ | √ □ | √ ¤ | √ | √ ¤ |
| | UAM Xochimilco | UAX | Automático (2012) | ¤ | √ | ✓ | √ | √ | √ |
| | Acolman | ACO | Automático (2007) | √ | ¤ | √ | √ | √ | √ |
| | Atizapán | ATI | Automático (1994) | √ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Chalco | CHO | Automático (2007) | √ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Cuautitlán | CUT | Automático (2012) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ¤ |
| | FES Acatlán | FAC | Automático (1986) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Investigaciones Nucleares | INN | Automático (2015) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ¤ | ✓ |
| D | La Presa | LPR | Automático (1986) | ¤ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Zona Conurbada | La Piesa | LFK | Manual (1989) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ᆲ | Los Laureles | LLA | Automático (1986) | ¤ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| o | Montecillo | MON | Automático (1994) | ¤ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| O B | Nezahualcóyotl | NEZ | Automático (2011) | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| on. | | 1144 | Manual (1989) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Ž | San Agustín | SAG | Automático (1986) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | O.M. A.G. G. | 3, (3 | Manual (2003) | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Tlainepantia | TLA | Automático (1986) | ✓ | ✓ | √ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | | | Manual (1989) | √ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Tultitlán | TLI | Automático (1994) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Villa de las Flores | VIF | Automático (1994) | √ | ¤ | √ | √ | √ | √ |
| | Xalostoc | XAL | Automático (1986) Manual (1989) | √ √ | √ √ | √ | √ | √ ¤ | √ |
| - A | la ca auguta can aguina d | 11 1 | , , | | | | | | |

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Dirección General de Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México.

 $[\]checkmark$ = Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la Ciudad de México y su zona conurbada para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de toda la zona metropolitana, sobre las tendencias del año 1990 a 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante y estación de monitoreo en el año 2018. Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 37 y en la Tabla 14. En general, se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018, se contó con infraestructura para medir este contaminante en 26 estaciones de monitoreo. En 14 se incumplió la norma; en 7 de ellas por superarse los dos límites normados (24 horas y anual) y en otras siete por superar sólo el límite de 24 horas. La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se alcanzó en Villa de las Flores (VIF) y como promedio anual en Xalostoc (XAL), con valores de 199 μg/m³ y 65 μg/m³, respectivamente. La primera equivale a 2.7 y la segunda a 1.6 veces el valor límite respectivo (75 y 40 μg/m³). La norma se cumplió en las estaciones Lomas (LOM) y Pedregal (PED). En las diez estaciones restantes no se cumplió con los criterios de suficiencia de información para evaluar el cumplimiento de la norma.
- PM₂₅. De las 18 estaciones que midieron este contaminante en 2018, 14 no cumplieron la norma. En 12 de éstas se superaron tanto el límite de 24 horas (45 μg/m³) como el promedio anual (12 μg/m³) y en dos se rebasó sólo el límite anual, Pedregal (PED) y San Agustín (SGA). En las otras cuatro estaciones no se pudo evaluar el cumplimiento de la norma, debido a la insuficiencia de datos. La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en la estación Nezahualcóyotl (NEZ) y fue de 118 μg/m³, que equivale a 2.6 veces el límite normado. El máximo promedio anual se registró en Xalostoc con 28 μg/m³, que equivale a 2.3 veces el límite normado correspondiente.
- Ozono. Este contaminante se midió en 32 estaciones y en todas ellas se rebasaron los dos límites normados (1 hora y 8 horas). La concentración más alta de 1 hora se registró en la estación Hospital General de México (HGM), en tanto que la de 8 horas ocurrió en Pedregal (PED). Dichas concentraciones fueron 0.179 ppm y 0.120 ppm, respectivamente. El primer valor está arriba de la norma de ozono 1.9 veces y el segundo 1.7 veces.
- CO, NO₂ y SO₂. En ninguna de las estaciones de monitoreo donde fue posible la evaluación de cumplimiento de la norma respectiva se rebasaron los límites normados correspondientes.

Figura 37. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2018.

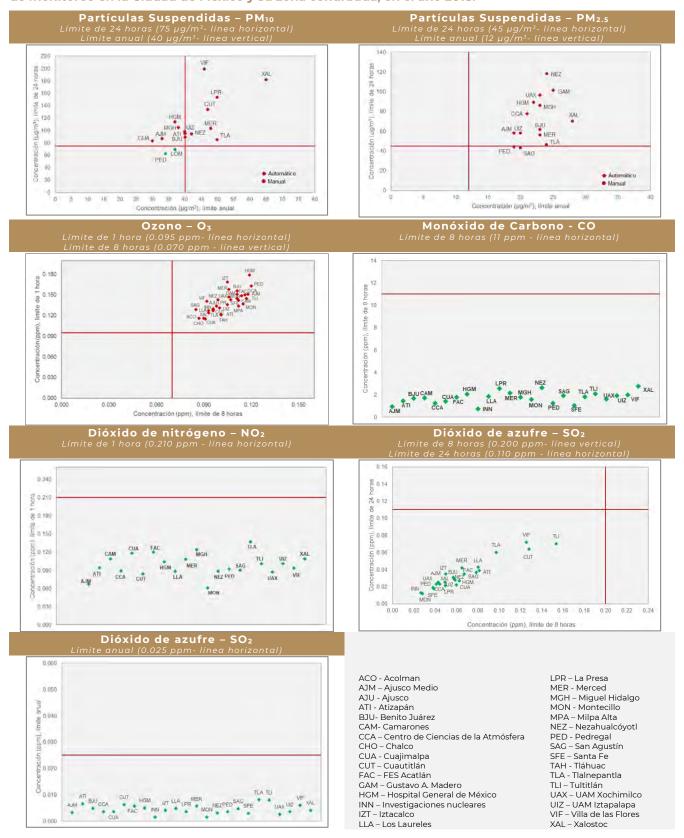


Tabla 14. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada (2018).

| Contaminante | | M ₁₀ | (1) | M _{2.5} | (2 | O ₃ | ⁽³⁾ CO | ⁽⁴⁾ NO₂ | | ⁽⁵⁾ SO ₂ | |
|--------------|--|--|--|---|---|--|--|--|--|---|--|
| | Máximo | Promedio | Máximo | Promedio | Máximo | Máximo de 8 h | 2° Máximo | 2º Máximo | 2º Máximo | Máximo | Promedio |
| mados | | | | | | | | | | | Anual |
| A 71.1 | | | | | | | | | | | (≤0.025 ppm) |
| | | | | | | | | | | | р 2007 |
| | | | | | | | | | | | 0.003 |
| | | | | | | | | | | | 0.005 |
| | | | | | | | | | | | DI |
| | | | | | | | | | | | 0.004 |
| | | | | | | | | | | | 0.004 |
| | | | | | | | | | | | 0.005 |
| | | | | | | | | | | | 0.005 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 0.006 |
| | | | | | | | | | | | 0.006 DI |
| | | | | | | | | | | | DI |
| | | | | | | | | | | | 0.004 |
| | | | | | | | | | | | 0.004 |
| | | | | | | | | | | | 0.003 DI |
| | | | | | | | | | | | 0.004 |
| | | | | | | | | | | | 0.004 |
| | | | | | | | | | | | DI |
| | | | | | | | | | | | 0.007 |
| | | | | | | | | | | | DI |
| | | | | | | | | | | | 0.006 |
| | | | | | | | | | | | 0.006 |
| | | | | | | | | | | | 0.002 |
| | | | | | | | | | | | 0.004 |
| LLA | | | ¤ | ¤ | 0.127 | 0.093 | | 0.088 | 0.080 | 0.043 | 0.005 |
| MON | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | 0.137 | 0.115 | 1.6 | 0.061 | 0.028 | 0.012 | 0.002 |
| NEZ | 94 | 42 | 118 | 24 | 0.143 | 0.099 | 2.7 | 0.088 | 0.059 | 0.028 | 0.003 |
| SAG | DI | DI | 43 | 20 | 0.129 | 0.085 | 1.9 | 0.090 | 0.079 | 0.037 | 0.005 |
| TLA | 85 | 50 | 46 | 24 | 0.127 | 0.096 | 1.8 | 0.137 | 0.098 | 0.060 | 0.008 |
| TLI | DI | DI | ¤ | ¤ | 0.145 | 0.117 | 2.1 | 0.101 | 0.154 | 0.070 | 0.008 |
| VIF | 199 | 46 | ¤ | ¤ | 0.141 | 0.092 | 2.0 | 0.093 | 0.126 | 0.072 | 0.006 |
| XAL | 182 | 65 | 70 | 28 | 0.124 | 0.093 | 2.8 | 0.109 | 0.049 | 0.025 | 0.004 |
| | MON NEZ SAG TLA TLI VIF | mados de 24 h (≤75 μg/m³) AJU □ AJM 87 BJU 89 CAM □I CCA □ CUA 83 GAM □ HGM 113 IZT □I LOM 69 MER 103 MGH 104 MPA □ PED 62 SFE □I TAH □I UIZ 95 UAX □ ACO □I ATI 98 CHO □I CUT 134 FAC □I INN □I LPR 153 LLA □ MON □ NEZ 94 SAG □I TLA 85 TLI □I VIF 199 | mados de 24 h (≤75 μg/m³) Anual (≤40 μg/m³) AJU ¤ ¤ AJM 87 33 BJU 89 40 CAM DI DI CCA ¤ ¤ CUA 83 30 GAM ¤ ¤ HGM 113 37 IZT DI DI LOM 69 37 MER 103 48 MGH 104 38 MPA ¤ ¤ PED 62 34 SFE DI DI TAH DI DI UIZ 95 40 UAX ¤ ¤ ACO DI DI UII 98 40 CHO DI DI CHO DI DI LLA ¤ ¤ MON ¤ ¤ <t< td=""><td>mados de 24 h (≤75 μg/m³) Anual (≤40 μg/m³) de 24 h (≤45 μg/m³) AJU □</td><td>mados de 24 h (≤75 μg/m³) Anual (≤40 μg/m³) de 24 h (≤45 μg/m³) Anual (≤12 μg/m³) AJU π π DI DI AJM 87 33 58 19 BJU 89 40 62 23 CAM DI DI DI DI CCA π π 78 21 CUA 83 30 π π GAM π π 102 25 HGM 113 37 89 22 IZT DI DI π π LOM 69 37 π π MER 103 48 56 23 MGH 104 38 86 23 MPA π π π π SFE DI DI DI DI UIZ 95 40 58 20 UAX π π</td><td>mados de 24 h (≤75 μg/m²) Anual (≤45 μg/m²) de 24 h (≤45 μg/m²) Anual (≤12 μg/m²) de 1 h (≤0.095 ppm) AJU π DI DI 0.134 AJM 87 333 58 19 0.151 BJU 89 40 62 23 0.156 CAM DI DI DI DI 0.142 CCA π π 78 21 0.150 CUA 83 30 π π 0.115 CUA 83 30 π π 0.115 CUA 83 30 π π 0.115 HGM 113 377 89 22 0.179 IZT DI DI π π 0.169 LOM 69 377 π π π π MER 103 48 56 23 0.158 0.158 MGH 104 38 86</td><td>Mados de 24 h (≤75 μg/m²) Anual (≤45 μg/m²) Anual (≤45 μg/m²) de 1 h (≤00095 ppm) Maxmo de 8 g (≤00070 ppm) AJU π π DI DI 0.151 0.098 AJM 87 33 58 19 0.151 0.118 BJU 89 40 62 23 0.156 0.111 CAM DI DI DI DI 0.142 0.112 CAM DI DI DI 0.142 0.115 0.0116 CUA 83 30 π π 0.115 0.091 GAM π π 102 25 0.151 0.111 HGMA 113 37 89 22 0.179 0.119 LOM 69 37 π π π π π π MER 103 48 56 23 0.158 0.106 0.105 MER 104 38 86 <</td><td>mados de 24 h (s75 µg/m³) Anual (s40 µg/m³) de 2 h (s45 µg/m³) Anual (s40 µg/m³) de 8 h (s12 µg/m³) de 1 h (s0095 ppm) Maxmo de 8 h (s01 ppm) Maxmo de 8 h (s11 ppm) Maxmo de 8 h (s01 ppm) Maxmo de 8 h (s11 ppm) Maxmo de 1 ppm Maxmo de 1 ppm</td><td>mados de 24 h (≥75 μg/m²) Anual (≥45 μg/m²) de 24 h (≥45 μg/m²) de 1 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm)</td><td>mados de 24 h (s75 µg/m²) Anual (s45 µg/m²) de 24 h (s45 µg/m²) Anual (s27 µg/m²) de 8 h (s070 ppm) de 8 h (s070 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 2 h (s0200 ppm)<td> Maximo Ge 24 h Ge 24</td></td></t<> | mados de 24 h (≤75 μg/m³) Anual (≤40 μg/m³) de 24 h (≤45 μg/m³) AJU □ | mados de 24 h (≤75 μg/m³) Anual (≤40 μg/m³) de 24 h (≤45 μg/m³) Anual (≤12 μg/m³) AJU π π DI DI AJM 87 33 58 19 BJU 89 40 62 23 CAM DI DI DI DI CCA π π 78 21 CUA 83 30 π π GAM π π 102 25 HGM 113 37 89 22 IZT DI DI π π LOM 69 37 π π MER 103 48 56 23 MGH 104 38 86 23 MPA π π π π SFE DI DI DI DI UIZ 95 40 58 20 UAX π π | mados de 24 h (≤75 μg/m²) Anual (≤45 μg/m²) de 24 h (≤45 μg/m²) Anual (≤12 μg/m²) de 1 h (≤0.095 ppm) AJU π DI DI 0.134 AJM 87 333 58 19 0.151 BJU 89 40 62 23 0.156 CAM DI DI DI DI 0.142 CCA π π 78 21 0.150 CUA 83 30 π π 0.115 CUA 83 30 π π 0.115 CUA 83 30 π π 0.115 HGM 113 377 89 22 0.179 IZT DI DI π π 0.169 LOM 69 377 π π π π MER 103 48 56 23 0.158 0.158 MGH 104 38 86 | Mados de 24 h (≤75 μg/m²) Anual (≤45 μg/m²) Anual (≤45 μg/m²) de 1 h (≤00095 ppm) Maxmo de 8 g (≤00070 ppm) AJU π π DI DI 0.151 0.098 AJM 87 33 58 19 0.151 0.118 BJU 89 40 62 23 0.156 0.111 CAM DI DI DI DI 0.142 0.112 CAM DI DI DI 0.142 0.115 0.0116 CUA 83 30 π π 0.115 0.091 GAM π π 102 25 0.151 0.111 HGMA 113 37 89 22 0.179 0.119 LOM 69 37 π π π π π π MER 103 48 56 23 0.158 0.106 0.105 MER 104 38 86 < | mados de 24 h (s75 µg/m³) Anual (s40 µg/m³) de 2 h (s45 µg/m³) Anual (s40 µg/m³) de 8 h (s12 µg/m³) de 1 h (s0095 ppm) Maxmo de 8 h (s01 ppm) Maxmo de 8 h (s11 ppm) Maxmo de 8 h (s01 ppm) Maxmo de 8 h (s11 ppm) Maxmo de 1 ppm Maxmo de 1 ppm | mados de 24 h (≥75 μg/m²) Anual (≥45 μg/m²) de 24 h (≥45 μg/m²) de 1 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) de 8 h (≥0210 ppm) de 1 h (≥0210 ppm) | mados de 24 h (s75 µg/m²) Anual (s45 µg/m²) de 24 h (s45 µg/m²) Anual (s27 µg/m²) de 8 h (s070 ppm) de 8 h (s070 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 8 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 1 h (s0200 ppm) de 2 h (s0200 ppm) <td> Maximo Ge 24 h Ge 24</td> | Maximo Ge 24 h Ge 24 |

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a); (2) NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

Nota:

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993); (4) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-1993 (DOF, 1994),

DI = Datos insuficientes;

Secondaria e la contenta e la c

⁼ Cumple con el límite normado;

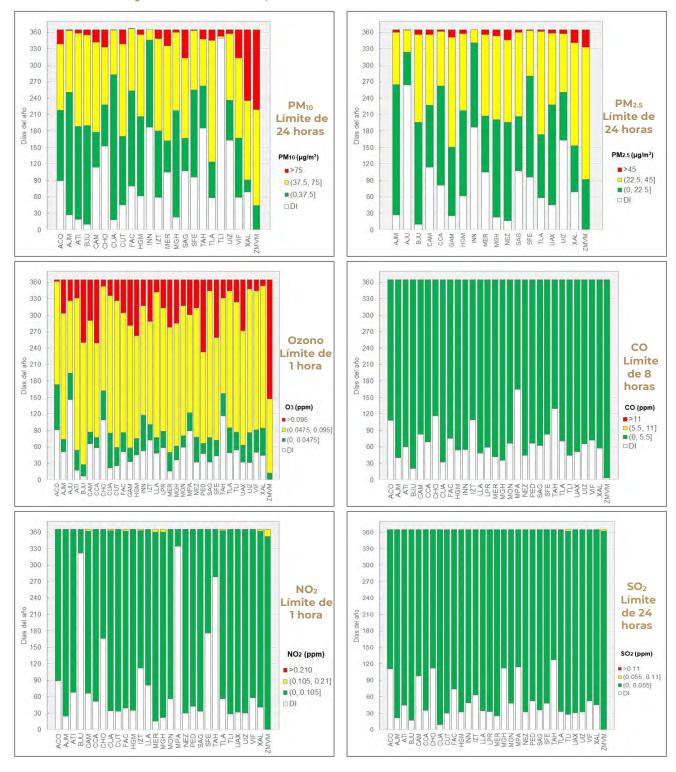
⁼ No cumple con el límite normado.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador, que se generó sólo con información proveniente de equipos de medición automática por su mayor cobertura espacial y temporal, ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 38 se puede observar que:

- PM₁₀. La estación Investigaciones Nucleares (INN) no registró días con mala calidad del aire por PM₁₀ en 2018, condición que, si se presentó en el resto de las estaciones de monitoreo; siendo más frecuente en Xalostoc (XAL), San Agustín (SGA), Villa de las Flores (VIF), Chalco (CHO) y Merced (MER) con un total de 130, 52, 52, 32 y 30 días, respectivamente. Es importante destacar que las estaciones Lomas (LOM) y Pedregal (PED), que si cumplieron con los límites normados no aparecen en este análisis porque las PM₁₀ sólo se midieron con equipo manual.
- PM₂₅. Con respecto a las partículas suspendidas PM₂₅, al igual que en PM₁₀ sólo la estación INN no registró días con mala calidad del aire en el año 2018, hecho que sí ocurrió en el resto de las estaciones con capacidad para medir este contaminante, siendo más frecuente su ocurrencia en Xalostoc (XAL), Nezahualcóyotl (NEZ) y Gustavo A. Madero (GAM) con 24, 19 y 12, días respectivamente.
- Ozono. En las 32 estaciones que midieron ozono se registraron días con mala calidad del aire, siendo las estaciones Pedregal (PED), Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA), Benito Juárez (BJU), Santa FE (SFE) y Hospital General de México (HGM) donde esta condición se presentó en más de 100 días del año en cada caso. La mayor frecuencia de ocurrencia de días en esta condición se registró en la estación PED con un total de 132 días (esto es, 42% de los días del año). Por el contrario, el sitio con la menor cantidad de días en esta condición fue Acolman (ACO), con sólo cuatro.
- CO, NO₂ y SO₂ El monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre no motivaron el registro de días con mala calidad del aire en el Valle de México. De hecho, para todos estos contaminantes, en la mayoría de las estaciones de monitoreo predominaron los días con buena calidad del aire.

Figura 38. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en la Ciudad de México y su zona conurbada, en el año 2018.



ACO – Acolman AJM – Ajusco Medio AJU - Ajusco ATI - Atizapán BJU- Benito Juárez CAM- Camarones CCA – Centro de Ciencias de la Atmósfera CHO – Chalco CUA - Cuajimalpa CUT - Cuautitlán FAC - FES Acatlán GAM - Gustavo A. Madero HGM - Hospital General de México INN - Investigaciones nucleares IZT - Iztacalco LLA - Los Laureles LPR – La Presa MER - Merced SAG – San Agustín MGH – Miguel Hidalgo MON - Montecillo MPA – Milpa Alta NEZ – Nezahualcóyotl PED - Pedregal

SFE – Santa Fe TAH - Tláhuac TLA - Tlalnepantla TLI – Tultitlán UAX – UAM Xochimilco UIZ – UAM Iztapalapa VIF – Villa de las Flores XAL – Xalostoc ZMVM – Zona Metropolitana de Valle de México La Tabla 15 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de toda la zona metropolitana.

En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la región es el O_3 , seguido de las PM_{10} y las $PM_{2.5}$, en tanto que CO, NO_2 y SO_2 , no representaron un problema de calidad del aire al no registrar en ninguno de los días con información válida y suficiente concentraciones superiores al límite normado correspondiente.

Tabla 15. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en la Ciudad de México y su zona conurbada en el año 2018.

| | No días con datos válidos | 365 |
|-------------------|------------------------------|-----|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 146 |
| | % días > 75 µg/m³ | 40% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 32 |
| | % días > 45 μg/m³ | 9% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 218 |
| | % días > 0.095 ppm | 60% |

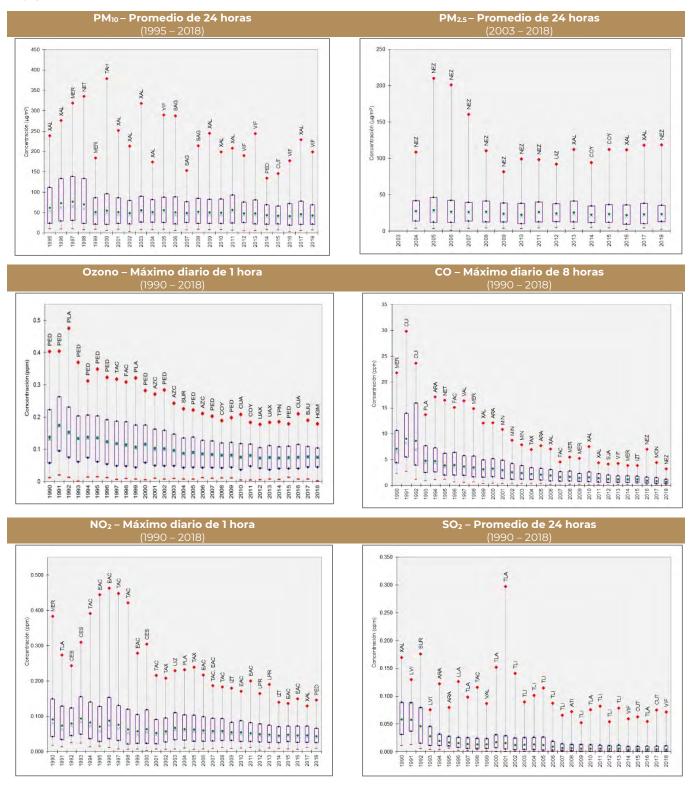
| | No días con datos válidos | 362 |
|-----------------|------------------------------|-----|
| со | No días > 11 ppm | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| NO₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| SO ₂ | No días > 0.110 ppm | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0% |

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 39 muestra la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, a nivel de toda la zona metropolitana, en el periodo 1990 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información.

- PM₁₀. En el caso de las PM₁₀ se observa una ligera tendencia decreciente entre 1997 y 2014 en todos los indicadores referidos, siendo más evidente en el promedio, el percentil 90 y los máximos; sin embargo, en los cuatro años más recientes se registra un repunte que es especialmente claro en el caso de las concentraciones máximas.
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅ se aprecia que los percentiles 10 y 90 así como el mínimo y el promedio muestran un comportamiento con muy poca variación en el tiempo. Sólo las concentraciones máximas presentan una muy ligera tendencia al alza entre 2014 y 2018.
- Ozono. El ozono, por su parte, muestra una clara tendencia decreciente en todos sus indicadores, especialmente entre 1991 y 2012, en tanto que a partir del año 2013 y hasta 2018 se observa una condición más estable en el caso de los percentiles 10 y 90 y el promedio; en cuanto a los máximos, se aprecia un pequeño repunte a partir del año 2016.
- CO, NO_2 y SO_2 La tendencia observada en CO, NO_2 y SO_2 , excepto por el máximo, es decreciente hasta 2018.

Figura 39. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la ZMVM en el periodo 1990 – 2018.

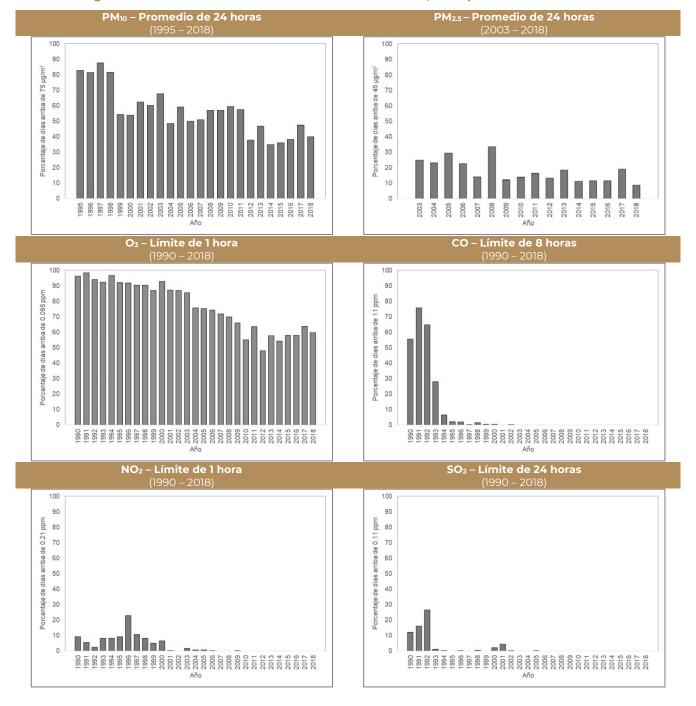


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 40 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante.

- PM $_{10}$. Se observa que las concentraciones de PM $_{10}$ muestran una tendencia decreciente en la que los días en esta condición pasaron de casi el 90 % en 1997 a 35 % en 2014, aunque de 2015 a 2017 se aprecia un ligero repunte. En 2018 se registró una nueva caída.
- PM_{25.} Las PM_{25.} por su parte, presentaron una mejora significativa en 2018 al situarse en un 9 % de los días en esta condición, después de que en el año inmediato anterior estuvo en 19 %.
- Ozono. La tendencia del ozono que fue decreciente de 1991 a 2012, periodo en el que se pasó del 98 % al 48 % de los días del año con concentraciones superiores al límite normado, se invirtió de 2013 a 2018. En este último año, el 60 % de los días registró esta condición.
- **CO, NO₂ y SO₂**. El CO, NO₂ y SO₂, no registraron concentraciones superiores a los límites normados desde los años 2003, 2010 y 2006, respectivamente.

Figura 40. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1990 – 2018.

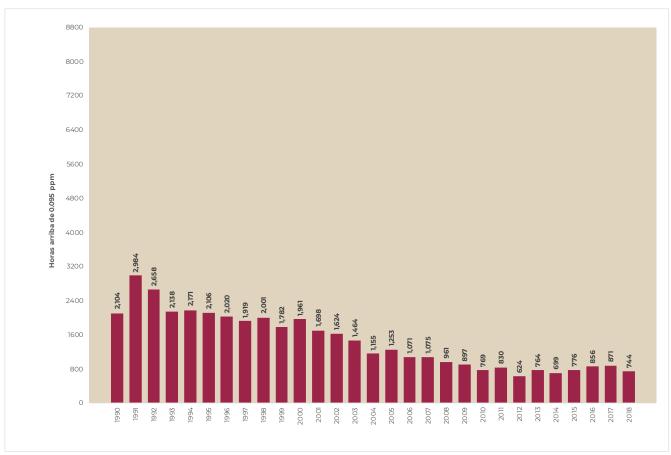


E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora en toda la zona metropolitana.

En la Figura 41, se muestra una clara tendencia a la baja de 1991 a 2012; periodo en el que se pasó del 36 % al 7 % de las horas del año (1991 y 2012, respectivamente) con concentraciones superiores al límite horario normado vigente. Sin embargo, a partir de 2013 esta tendencia cambia y se observa un ligero incremento hasta el 2017 alcanzado el 10 % de las horas con dicha condición. En 2018, este indicador nuevamente disminuye, respecto de lo observado en los tres años previos.

Figura 41. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 1990 – 2018.



F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

Finalmente, la Tabla 16 y la Figura 42 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de toda la zona metropolitana. Así, por ejemplo, en 1990 que es el año con las peores condiciones de acuerdo con este indicador, se incumplió al menos una de las normas de calidad del aire en 355 de los 363 días con datos, esto es, en el 98% de los días del año. De ellos, en 146 días se rebasó el límite de 1 contaminante, en 160 días el límite de 2 contaminantes, en 42 días el límite de 3 contaminantes y en 7 días el límite de 4 contaminantes.

En 2012, por el contrario, que se identifica como el año más limpio en el periodo analizado, se rebasó al menos uno de los límites normados vigentes en 227 de los 366 días con datos (62% de los días del año); en 138 días se rebasó el límite normado de 1 contaminante, en 67 días el de dos contaminantes y en 22 días el de tres contaminantes.

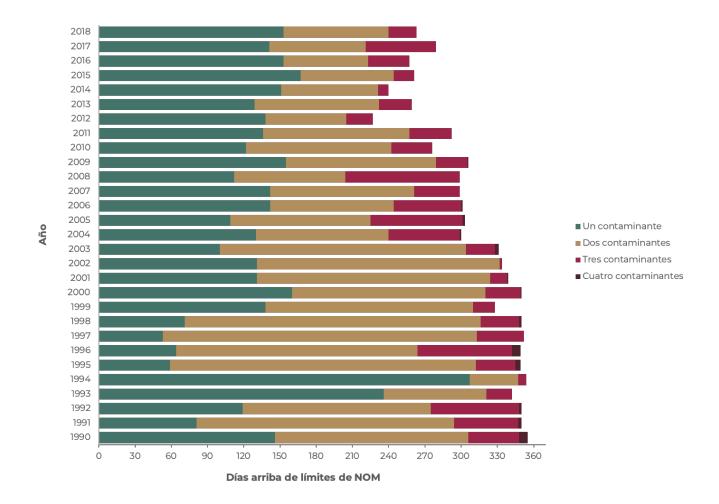
En 2018, que se ubica entre los 10 años con menos días en que se rebasó alguno de los límites normados, se presentó esta situación en 263 de los 365 días con datos (72% de los días del año), resaltando que cuando se rebasan los límites normados de tres contaminantes en un mismo día disminuyó de 58 días en 2017, a 23 en 2018.

Tabla 16. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de México y su zona conurbada, 1990 – 2018.

| ^~ - | No. de días | No. de días > | Número de día | as con concentracione cualquier c | es por arriba de los lín ontaminante | nites actuales de |
|-------------|-------------|---------------|-------------------|--------------------------------------|---|--------------------|
| Año | con datos | NOM | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes |
| 1990 | 363 | 355 | 146 | 160 | 42 | 7 |
| 1991 | 355 | 350 | 81 | 213 | 53 | 3 |
| 1992 | 365 | 350 | 119 | 156 | 73 | 2 |
| 1993 | 365 | 342 | 236 | 85 | 21 | 0 |
| 1994 | 365 | 354 | 307 | 40 | 7 | 0 |
| 1995 | 365 | 349 | 59 | 253 | 33 | 4 |
| 1996 | 366 | 349 | 64 | 200 | 78 | 7 |
| 1997 | 365 | 352 | 53 | 260 | 39 | 0 |
| 1998 | 365 | 350 | 71 | 245 | 32 | 2 |
| 1999 | 365 | 328 | 138 | 172 | 18 | 0 |
| 2000 | 366 | 350 | 160 | 160 | 29 | 1 |
| 2001 | 365 | 339 | 131 | 193 | 14 | 1 |
| 2002 | 365 | 334 | 131 | 201 | 2 | 0 |
| 2003 | 365 | 331 | 100 | 204 | 24 | 3 |
| 2004 | 366 | 300 | 130 | 110 | 59 | 1 |
| 2005 | 365 | 303 | 109 | 116 | 76 | 2 |
| 2006 | 365 | 301 | 142 | 102 | 56 | 1 |
| 2007 | 365 | 299 | 142 | 119 | 38 | 0 |
| 2008 | 366 | 299 | 112 | 92 | 95 | 0 |
| 2009 | 365 | 306 | 155 | 124 | 26 | 1 |
| 2010 | 365 | 276 | 122 | 120 | 34 | 0 |
| 2011 | 365 | 292 | 136 | 121 | 35 | 0 |
| 2012 | 366 | 227 | 138 | 67 | 22 | 0 |
| 2013 | 365 | 259 | 129 | 103 | 27 | 0 |
| 2014 | 365 | 240 | 151 | 80 | 9 | 0 |
| 2015 | 365 | 261 | 167 | 77 | 17 | 0 |
| 2016 | 366 | 257 | 153 | 70 | 34 | 0 |
| 2017 | 365 | 279 | 141 | 80 | 58 | 0 |
| 2018 | 365 | 263 | 153 | 87 | 23 | 0 |

Es importante destacar que las combinaciones de contaminantes cuyo límite normado es rebasado en un mismo día ha ido variando en el tiempo, así mientras en los años 90's era común que se rebasaran en un mismo día los límites actuales de O_3 y CO, O_3 y NO_2 u O_3 y SO_2 , en años más recientes las combinaciones más comunes suelen ser O_3 y PM_{10} o O_3 , PM_{10} y $PM_{2.5}$. Esto se debe, entre otros factores, a que las PM_{10} se empezaron a medir con equipo automático en 1995 y las $PM_{2.5}$ en 2003.

Figura 42. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de México y su zona conurbada, 1990 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 CHIHUAHUA

En 2018 Chihuahua contó con monitoreo de la calidad del aire en las ciudades de Chihuahua, Ciudad Juárez y Ojinaga; sin embargo, sólo se incluyó el análisis de la información generada en Chihuahua debido a que Ciudad Juárez y Ojinaga no enviaron datos al INECC para su análisis. En este contexto general, destaca que:

Chihuahua registró incumplimiento de los dos límites normados para este contaminante, al presentarse concentraciones de 189 µg/m3, como promedio de 24 horas y de 55 µg/m3, como promedio anual, las cuales equivalen a 2.5 y 1.4 veces el límite normado respectivo. A nivel de toda la ciudad se registraron 49 días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

En la ciudad se registraron concentraciones de PM_{2.5} que superaron el límite normado de 24 horas, sin embargo, esta situación no se reflejó en incumplimiento de NOM debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia trimestral de datos que establece la propia NOM para llevar acabo la evaluación de su cumplimiento.

Se registró incumplimiento de la NOM de este contaminante por superar el límite normado de 8 horas.

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de
azufre predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con
mala calidad del aire.



Estaciones de monitoreo: 11



A DESTACAR...

Claramente, el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad, son las partículas suspendidas PM₁₀.

En 2018 el número de días en que se incumplió al menos una norma de calidad del aire, a nivel de ciudad, fue de 52, lo que significó una reducción importante respecto de lo observado en 2017, cuando esta condición se presentó en un total de 94 días.

INFORMACIÓN GENERAL

En 2018 Chihuahua contó, administrativamente, con cinco sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA). Uno a cargo del Gobierno del Estado, tres más administrados por cada uno de los siguientes municipios: Chihuahua, Ciudad Juárez y Ojinaga y una más en Ciudad Juárez, administrada por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En su conjunto, este SMCA cuenta con 18 estaciones de monitoreo, distribuidas de la siguiente manera: 3 estaciones en Chihuahua, 12 en Ciudad Juárez y 3 en Ojinaga. La Figura 43 muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo, en tanto que en la Tabla 17 se refiere el tipo de equipo de medición, los contaminantes que se miden y el año en que cada una de ellas inició su operación.

Es importante destacar que en este capítulo sólo se incluye el análisis de la información generada por los SMCA de Chihuahua (Estatal y Municipal). Los SMCA de Ciudad Juárez y Ojinaga no enviaron datos al INECC para su análisis, en tanto que la estación de monitoreo administrada por la Universidad inició su operación en septiembre de 2018 y, por ello, no generó información suficiente para su análisis.

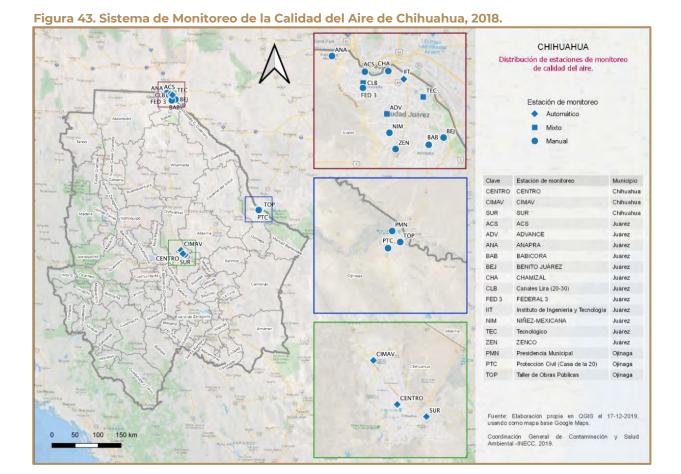


Tabla 17. Estaciones que conformaron el SMCA de Chihuahua en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Red de Monitoreo | | | Tipo de equipo | | Contai | minan | tes me | edidos | |
|----------------------------------|--|--------|---------------------------------|------------------|-------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Monitoreo | Estación | Clave | y año de inicio de operación | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO₂ | NO₂ | СО |
| Chihuahua Estatal | MASURCHI | SUR | Automático (2012) | ✓ | √ | ✓ | ✓ | √ | √ |
| | MACENTROCHI | CENTRO | Automático (2015) | ✓ | ¤ | √ | √ | ✓ | ✓ |
| Chihuahua municipal | CIMAV | CIMAV | Automático (2007) | ✓ | ¤ | √ | √ | ✓ | ✓ |
| Ciudad Juárez | ACS | ACS | Manual (2008) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Municipal | Ashronon | ADV | Automático (1990) | ¤ | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ✓ |
| | Advance | ADV | Manual (1990) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | ANAPRA | ANA | Manual (2008) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | BABICORA | BAB | Manual (2010) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Benito Juárez | BEJ | Manual (2008) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Chamizal | CHA | Manual (2009) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Clb 20 70 | CLD | Automático (1996) | ¤ | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ✓ |
| | Club 20-30 | CLB | Manual (1996) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Federal 3 | FED 3 | Manual (2008) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Niñez Mexicana | NIM | Manual (2008) | > | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Tecnológico | TEC | Automático (1995) | ¤ | ¤ | > | ¤ | ¤ | ✓ |
| | | | Manual (1995) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Zenco | ZEN | Manual (2010) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Ciudad Juárez Universidad* | Instituto de Ingeniería y Tecnología | ITT | Automático (2018) | √ | > | √ | √ | √ | ✓ |
| Ojinaga | Presidencia Municipal | PMN | Manual (2015) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Taller de Obras Públicas | TOP | Manual (2015) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Protección Civil | PTC | Manual (2015) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

^{✓ =} Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Gobierno del Estado de Chihuahua, el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), la Dirección de Ecología del Municipio de Ciudad Juárez, la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de Ojinaga y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

 $[\]alpha$ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

^{*}La gestión de esta estación de monitoreo es responsabilidad de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, e inició su operación en septiembre de 2018.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de Chihuahua, Chihuahua para el año 2018, tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 2007 a 2018 con respecto al promedio, el mínimo, el máximo y los percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación para el año 2018 se presentan en la Figura 44 y en la Tabla 18, en las cuales se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018 se rebasaron los dos límites normados de PM₁₀ en las dos estaciones de monitoreo donde se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de la NOM correspondiente. Las concentraciones más altas, tanto promedio de 24 horas como promedio anual, se registraron en la estación SUR y fueron de 189 μg/m³ y 55 μg/m³, respectivamente. Estas equivalen a 2.5 y 1.4 veces el límite normado respectivo.
- PM₂₅. Este contaminante sólo se mide en la estación SUR, sin embargo, en 2018 no se generó información suficiente para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de los límites normados correspondientes.
- Ozono. En las dos estaciones de monitoreo que midieron este contaminante en 2018 en la ciudad de Chihuahua se superó el límite normado como promedio de 8 horas, en tanto que el cumplimiento del límite normado de 1 hora no pudo ser evaluado por insuficiencia de información. La concentración promedio de 8 horas más alta se registró en la estación SUR y fue de 0.083 ppm, que es 19% superior al límite normado (0.070 ppm).
- CO. Este contaminante sólo se midió en una estación de monitoreo y las concentraciones registradas en ella se mantuvieron, durante todo el año, por debajo del límite normado para la protección de la salud de la población.
- NO₂ y SO₂. Estos dos contaminantes se midieron en dos de las tres estaciones de monitoreo que operaron en la ciudad; sin embargo, ninguna de ellas generó información suficiente para poder evaluar el cumplimiento de los límites normados respectivos.

Figura 44. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Chihuahua, en el año 2018.

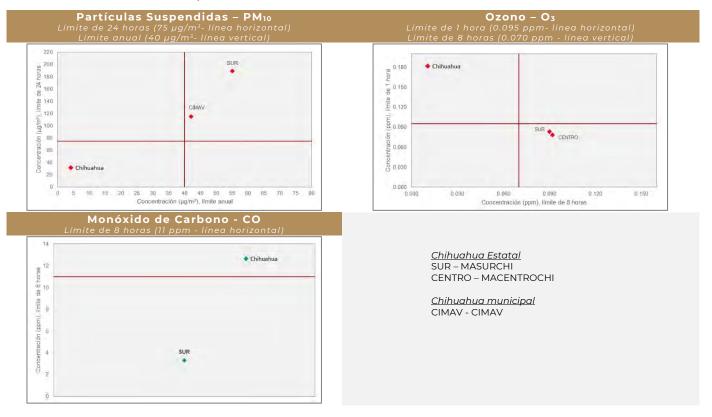


Tabla 18. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la ciudad de Chihuahua (2018).

| [™] PM ₁₀ Ar | 4 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | SUR | CENTRO | CIMAV |
|---|------|----------------------|-------|--------|-------|
| ⁽ⁱ⁾ PM ₁₀ Ar | | Mávina a 7E ug/no3 | | | CIMAV |
| Ar | | Maximo ≤ 75 µg/m° | 189 | DI | 115 |
| | nual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 55 | DI | 42 |
| (1) PM _{2.5} | 4 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | DI | ¤ | ¤ |
| Ar | nual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI | ¤ | ¤ |
| (2) O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | DI | DI | FO |
| 8 | 3 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.083 | 0.078 | FO |
| | 3 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 3 | FO | FO |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | l h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | DI | FO | FO |
| 8 | 3 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | DI | DI | FO |
| (5) SO ₂ | 4 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | DI | DI | FO |
| Ar | nual | Promedio ≤ 0.025 ppm | DI | DI | FO |

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

(2) NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

(3) NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

(4) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

(5) NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

FO = Fuera de operación por reubicación.

DI = Datos insuficientes.

== Cumple con el límite normado.

= No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de calidad del aire en cada estación de monitoreo mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En la Figura 45, se puede observar lo siguiente:

- PM₁₀. Días con mala calidad del aire por PM₁₀ se registraron durante el año 2018 en las tres estaciones de monitoreo que midieron este contaminante. Incluso en la estación CENTRO, sitio en el que no se pudo establecer incumplimiento de la NOM correspondiente debido a la insuficiencia de datos. De hecho, llama la atención que, a pesar de ello, en esta estación se registraron más días con concentraciones superiores al límite normado que en la estación CIMAV donde si se estableció incumplimiento de NOM. A nivel de toda la ciudad se registraron 49 días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas a lo largo del año.
- PM₂₅. Con respecto a las partículas suspendidas PM₂₅, destaca que en la única estación donde se miden (SUR), se registraron 5 días con concentraciones que superaron el límite normado. A pesar de ello, esta situación no se reflejó en incumplimiento de NOM debido al criterio de suficiencia trimestral de datos.
- Ozono. En cuanto al ozono destaca que en ningún día de 2018 se superó el límite normado de 1 hora, sin embargo, es pertinente destacar que en las dos estaciones que midieron este contaminante se registraron concentraciones promedio de 8 horas superiores al límite normado por lo que se incumplió con la NOM respectiva.
- CO, NO₂ y SO₂. Para el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre la información disponible indica que en ninguno de los días con información suficiente y válida disponible se registraron concentraciones superiores a los límites normados correspondientes.

La Tabla 19 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de ciudad. En ella, se aprecia que el contaminante que determina una condición de mala calidad del aire con mayor frecuencia en la ciudad son las partículas suspendidas PM_{10} con el 14% de los días con información disponible.

Figura 45. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Chihuahua, en el año 2018.

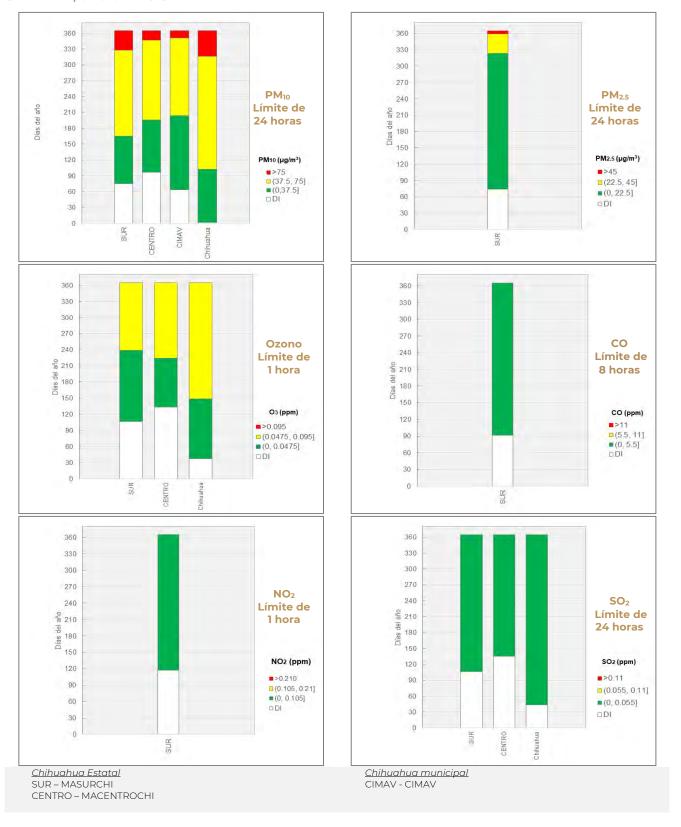


Tabla 19. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en la ciudad de Chihuahua en el año 2018.

| | No días con datos válidos | 363 |
|-----------------------|------------------------------|-----|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 49 |
| | % días > 75 µg/m³ | 14% |
| | No días con datos válidos | 291 |
| PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 5 |
| | % días > 45 µg/m³ | 2% |
| | No días con datos válidos | 328 |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 0 |
| | % días > 0.095 ppm | 0% |

| | No días con datos válidos | 274 |
|-----------------|------------------------------|-----|
| со | No días > 11 ppm | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 248 |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 259 |
| SO ₂ | No días > 0.110 ppm | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0% |

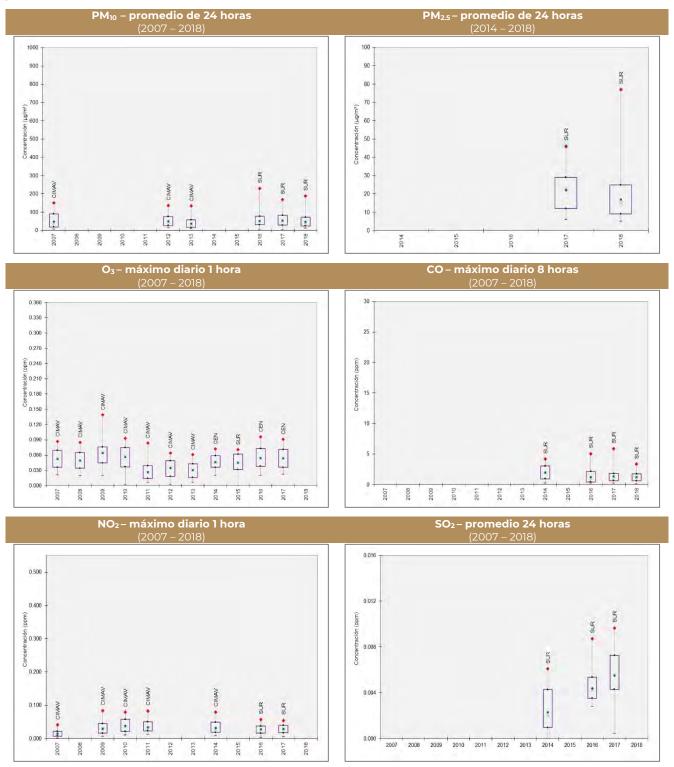
C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 46 muestra la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, en el periodo 2014 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, aunque no es posible establecer tendencias históricas debido a la intermitencia con la que se ha generado información suficiente para los diferentes contaminantes a través del tiempo, es posible destacar lo siguiente:

- PM₁₀. El percentil 10 y el promedio disminuyeron en 2018 respecto de lo observado en 2017, en tanto que el percentil 90 y el máximo incrementaron ligeramente. El máximo, por ejemplo, pasó de 169 μg/m³ a 189 μg/m³, lo que significó un incremento del 12%.
- PM₂₅. Con respecto a las PM₂₅, es aún más difícil poder establecer alguna tendencia pues sólo se cuenta con información para los años 2017 y 2018. En cualquier caso, destaca que en 2018 el mínimo, el promedio y los percentiles 10 y 90 disminuyeron ligeramente respecto a lo observado en 2017, en tanto que la concentración máxima registró un incremento significativo, pasando de 46 μg/m³ en 2017 a 77 μg/m³ en 2018.
- Ozono. Para ozono se cuenta con una serie histórica más completa y en ella se observa que de 2013 a 2018 hay una tendencia general al alza en el promedio, el percentil 90 y el máximo. Entre 2007 y 2013 las concentraciones máximas de este contaminante solían ocurrir en la estación CIMAV, en tanto que de 2015 a 2017, esto ha ocurrido en la estación CEN.
- CO. Para el caso del CO, no se observa una tendencia clara, debido a que en muy pocos años del periodo analizado la información fue suficiente. A pesar de ello, la información disponible indica que las concentraciones de este contaminante suelen ubicarse muy por debajo del límite normado actual que es de 11 ppm.
- NO₂. El NO₂ muestra muy poca variabilidad en todos sus indicadores y al igual que en el caso del CO destaca que sus concentraciones suelen ser muy inferiores al límite normado vigente que es de 0.21 ppm.

SO₂. Por último, con respecto al SO₂, se observa una clara tendencia al alza en prácticamente todos los indicadores. A pesar de ello, las concentraciones, hasta ahora, se han mantenido muy por debajo del límite normado actual (0.11 ppm).

Figura 46. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la ciudad de Chihuahua en el periodo 2007 – 2018.

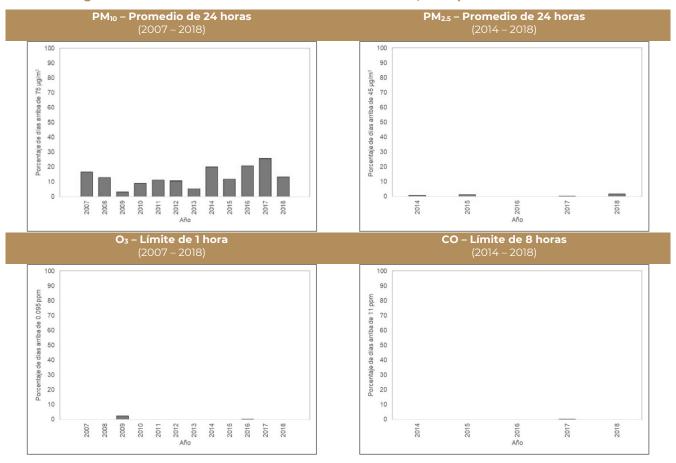


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 47 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante a nivel de ciudad. En dicha Figura se observa que:

- PM_{10.} Las PM₁₀ muestran una tendencia creciente de este indicador entre 2015 y 2017, periodo en el que se pasó del 20% al 26% de los días del año con concentraciones superiores al límite normado; sin embargo, en 2018 se registró una reducción significativa alcanzando un registro de 14% de los días del año en esta condición.
- PM₂₅. Respecto a las PM₂₅, destaca que el número de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas varía entre 0 en 2016 y 5 en 2018. La cifra de este último año corresponde al 2% de los días con información válida y suficiente para generar el indicador.
- Ozono. Para el caso del ozono, sólo se tiene registro de días con concentraciones superiores al límite normado de una hora en los años 2009 y 2016. En 2009 se registraron 7 días en esta condición (2.4% de los días del año con información válida) y en 2016 un solo día (0.3% de los días del año con información válida).

Figura 47. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2007 – 2018.



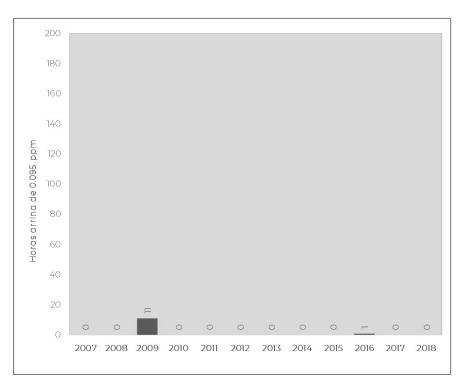
- CO. El CO sólo ha registrado 1 día en el cual las concentraciones reportadas superaron el límite normado, y ello ocurrió en el año 2017.
- SO₂ y SO₂. No se incluyeron las gráficas correspondientes a SO₂ y NO₂, debido a que no se han registrado concentraciones superiores al límite diario vigente para alguno de estos contaminantes en ninguno de los años con información disponible.

E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través de tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora.

La Figura 48 muestra que, en la ciudad de Chihuahua, sólo se han registrado concentraciones superiores al límite vigente de 1 hora de ozono en 2009 y en 2016. En el primer año se registraron 11 horas en esta condición y en 2016, sólo 1 hora.

Figura 48. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2007 – 2018.



F) NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

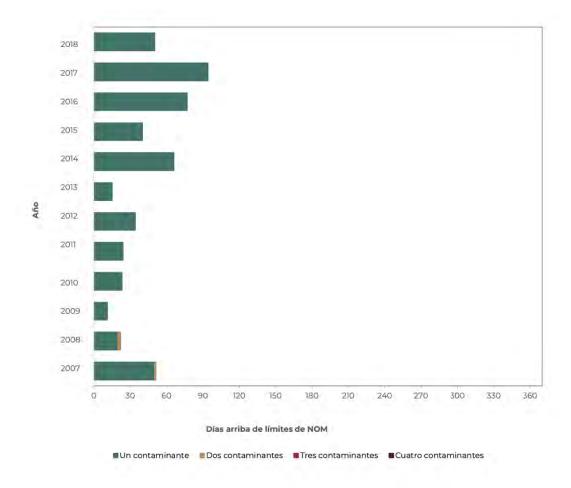
Finalmente, la Tabla 20 y la Figura 49 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. En ellas se puede observar que lo más común, cuando se registra mala calidad del aire en la ciudad esto es consecuencia del incumplimiento de una sólo NOM de calidad del aire y muy ocasionalmente por el incumplimiento de la NOM de dos contaminantes. Cuando el incumplimiento es de una sola NOM esta suele ser la de partículas suspendidas PM_{10} y muy ocasionalmente la de $PM_{2.5}$ o la de O_3 . Hasta ahora, nunca se ha registrado mala calidad del aire por el incumplimiento simultáneo de 3 o 4 NOM.

Respecto a lo observado en 2017, en 2018, se registró una reducción significativa del número de días en que se incumplió alguna NOM, pasando de 95 a 52, y sólo en 2 de estos 52 días se registró incumplimiento simultáneo de dos NOM.

Tabla 20. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Chihuahua. 2007 – 2018.

| Ciudau ut | idada de Cilitadida, 2007 - 2016. | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|----------------|---------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--|--|--|--|--|
| | | No. de días | No. de | Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante | | | | | | | | |
| Ciudad | Año | con datos | días > NOM | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes | | | | | |
| | 2007 | 346 | 50 | 50 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | 2008 | 334 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | 2009 | 346 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | 2010 | 359 | 23 | 23 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| гa | 2011 | 345 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| ah | 2012 | 362 | 34 | 34 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| Chihuahua | 2013 | 333 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| ည် | 2014 | 363 | 67 | 66 | 1 | 0 | 0 | | | | | |
| | 2015 | 359 | 42 | 40 | 2 | 0 | 0 | | | | | |
| | 2016 | 366 | 77 | 77 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | 2017 | 365 | 95 | 94 | 1 | 0 | 0 | | | | | |
| | 2018 | 363 | 52 | 50 | 2 | 0 | 0 | | | | | |

Figura 49. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Chihuahua (2007 – 2018).





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 COAHUILA

La NOM de calidad del aire vigente para PM₁₀ se incumplió tanto en Torreón como en Saltillo. Sitios en los que se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual). En Monclova y Piedras Negras se tuvo registro de la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, incluso en una cantidad superior a la registrada en Saltillo, sin embargo, esto no se reflejó en incumplimiento de norma debido a la escasez de datos. El valor más alto como promedio de 24 horas se registró en Saltillo y como promedio anual en Torreón.

La norma de calidad del aire para ozono se cumplió en Piedras Negras, en tanto que en Monclova y Saltillo se incumplió como resultado de haber superado los dos límites normados (1 y 8 horas). En general, las concentraciones de este contaminante fueron más altas en la ciudad de Monclova.

2.5 Se tuvo registro de días con mala calidad del aire por PM_{2.5} en Saltillo, Monclova y Piedras Negras; sin embargo, no se pudo establecer incumplimiento de norma en ninguna de estas ciudades debido al criterio de suficiencia de datos.

CO destaca, por lo poco común de su ocurrencia, el hecho de que el límite normado para este contaminante se superó en dos ocasiones en la ciudad de Piedras Negras, lo que provocó el incumplimiento de la NOM respectiva.

Con respecto a NO2 y SO2 los límites normados correspondientes se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo de todas las ciudades en donde fueron medidos durante el año 2018.



Estaciones de monitoreo: 7



A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Monclova, Piedras Negras y Torreón son las partículas PM₁₀ y en Saltillo es el ozono.

En 2018 el número de días en que se incumple al menos una NOM de calidad del aire en la ciudad de Monclova fue de 33, en Piedras Negras de 22 días y en Saltillo de 15 días. En general, este indicador muestra una tendencia creciente de 2016 a 2018 en las tres ciudades referidas.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el Estado de Coahuila contó, administrativamente, con dos sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA). Uno a cargo del Gobierno del Estado (SMCA – Coahuila Estatal) y otro a cargo del gobierno del municipio de Torreón (SMCA – Torreón municipal). El SMCA Estatal estuvo integrado por las estaciones de monitoreo de Torreón, Saltillo, Monclova y Piedras Negras, en tanto que el SMCA municipal estuvo integrado por tres estaciones de monitoreo manuales, todas ubicadas en el municipio de Torreón.

La Figura 50 ilustra su ubicación geográfica de cada estación de monitoreo, en tanto que la Tabla 21 muestra las capacidades de medición de contaminantes y el año de inicio de operación de cada una.

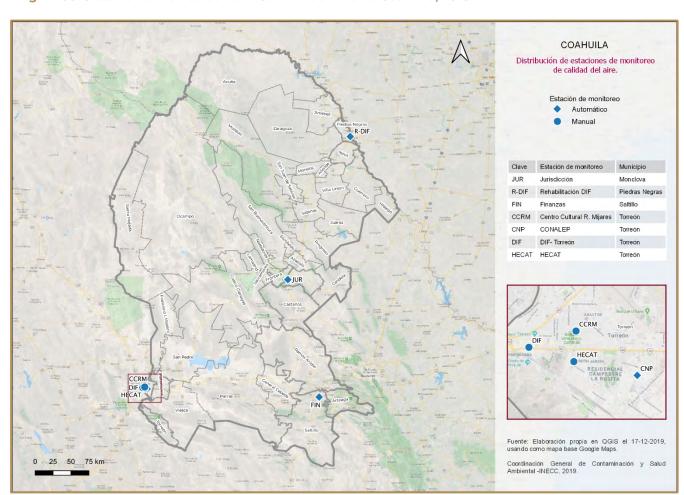


Figura 50. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Coahuila, 2018.

Tabla 21. Estaciones que conformaron el SMCA de Coahuila en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Red de | Estación* | Clave | Tipo de equipo y año de | Contaminantes | | | | | | |
|----------------------|---|-------|-------------------------|---------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----|--|
| monitoreo | nonitoreo | | inicio de operación | | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | CO | |
| | CONALEP (Torreón) | CNP | Automático (2013) | ✓ | √ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Coahuila Estatal | Finanzas (Saltillo) | FIN | Automático (2015) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Jurisdicción Sanitaria (Monclova) | JUR | Automático (2015) | | √ | > | > | ✓ | ✓ | |
| | Centro de Rehabilitación DIF (Piedras Negras) | R-DIF | Automático (2015) | ✓ | ✓ | ✓ | √ | ✓ | ✓ | |
| | DIF – Torreón | DIF | Manual (1999) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | |
| Torreón Municipal | HECAT | HECAT | Manual (2015) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | |
| | Centro Cultural R. Mijares | CCRM | Manual (2016) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | |

^{*} En el caso de las estaciones que por definición no forman parte de una red de monitoreo, entre paréntesis se indica el nombre de la ciudad donde se encuentra ubicada.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Coahuila y la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno Municipal de Torreón.

 $[\]mbox{\ensuremath{\square}}$ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

^{√ =} Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire del estado de Coahuila para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 2013 a 2018 con respecto de los valores promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 51 y en la Tabla 22. En ellas se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018 tanto en Torreón (estaciones DIF, HECAT y CCRM), como en Saltillo (estación Finanzas FIN) se superaron tanto con el límite de 24 horas como con el anual. Por otra parte, tanto en Monclova como en Piedras Negras, no fue posible evaluar el cumplimiento de NOM de calidad del aire para este contaminante debido a que no se contó con datos suficientes para ello. El valor más alto, como promedio de 24 horas, se registró en Saltillo y fue de 165 μg/m³, que equivale a poco más de dos veces el valor normado (75 μg/m³). El promedio anual más alto, por su parte, se registró en Torreón, específicamente en la estación CCRM y fue de 77 μg/m³ que equivale a 1.9 veces el valor normado (40 μg/m³).
- PM₂₅. No fue posible evaluar el cumplimiento de los límites normados para este contaminante en Monclova, Piedras Negras y Saltillo debido a la insuficiencia de datos, en tanto que en Torreón los equipos que miden PM₂₅ estuvieron fuera de operación.
- Ozono. La norma de calidad del aire para ozono se cumplió en Piedras Negras (R-DIF), en tanto que en Monclova (JUR) y Saltillo (FIN) se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas). En Torreón, el equipo de monitoreo de este contaminante se reportó fuera de operación. Los valores de concentración más elevados durante 2018, tanto como promedio de una hora como de 8 horas, se registraron en Monclova. Dichas concentraciones fueron de 0.180 ppm y 0.110 ppm, respectivamente. La primera equivale a 1.9 y la segunda a 1.6 veces el límite normado correspondiente.
- CO. La norma de CO se incumplió en Piedras Negras (R-DIF) con un valor del segundo máximo de 11.1 ppm. En Saltillo y Monclova, no fue posible la evaluación de cumplimiento de esta NOM debido a que no hubo suficiencia de datos para ello, en tanto que en Torreón el equipo de medición de este contaminante se reportó fuera de operación.
- NO₂. La NOM de este contaminante sólo pudo ser evaluada en Monclova y Piedras Negras y en ambas ciudades se registraron concentraciones inferiores al límite normado. En Saltillo hubo insuficiencia de datos y en Torreón el equipo de medición se reportó fuera de operación.
- SO₂. La NOM de SO₂ sólo se pudo evaluar en Piedras Negras y el resultado fue de cumplimiento de esta. En Saltillo y Monclova hubo insuficiencias de datos y en Torreón el equipo de medición se reportó fuera de operación.

Figura 51. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Coahuila en el año 2018.

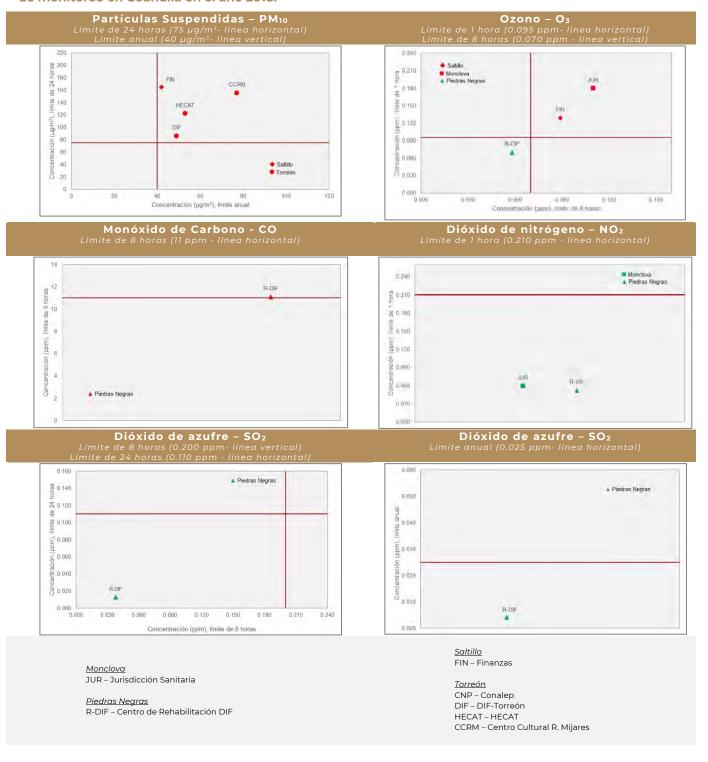


Tabla 22. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Coahuila (2018).

| Contaminante | Límite normado | | Monclova | Piedras Negras | Saltillo | | Torı | reón | | |
|---------------------------------------|----------------|-------------------------|----------|-------------------|---------------------|-----|------|-------|------|--|
| | | | JUR | R-DIF | FIN | CNP | DIF | HECAT | CCRM | |
| (1) (2) (4) | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | DI | DI | 165 | FO | 86 | 122 | 155 | |
| ⁽¹⁾ PM₁₀ | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | DI | DI | 42 | FO | 49 | 53 | 77 | |
| (1) (2) (4) | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | DI | DI | DI | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI | DI | DI | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.180 | 0.070 | 0.129 | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| ∵ O ₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.110 | 0.058 | 0.089 | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | DI | 11.1 | DI | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.060 | 0.052 | DI | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | DI | 0.038 | DI | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| ⁽⁵⁾ SO₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | DI | 0.018 | DI | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| (I) NIOM 025 SSA1 201/ | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | DI | 0.004 | DI - Datos insufici | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes.

x = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

FO = Fuera de operación.

⁼ Cumple con el límite normado.

⁼ No cumple con el límite normado.

El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

> Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador, que se generó sólo con información proveniente de equipos de medición automática por su mayor cobertura espacial y temporal, ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con problemas potenciales de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 52 se puede observar que:

- PM₁₀. El monitoreo automático reporta que en 2018 se registraron 3, 29 y 20 días con mala calidad del aire por PM₁₀ en Saltillo, Monclova y Piedras Negras, respectivamente. En Saltillo (FIN) predominaron los días con calidad del aire regular (147 días) y en Piedras Negras (R-DIF) los días con calidad del aire buena (144 días). En el caso Monclova (JUR), en el 56% de los días del año no hubo datos suficientes para generar el indicador. Es importante destacar que en Monclova y Piedras Negras a pesar de reportar días con mala calidad del aire esto no se reflejó en incumplimiento de NOM debido al criterio de suficiencia de datos. Por otra parte, el monitoreo manual realizado en Torreón indica que en esta ciudad de los 100 muestreos realizados en 26 se registraron condiciones de mala calidad del aire, en 57 condiciones de calidad del aire regular y en 15 calidad del aire buena.
- PM₂₅. En cuanto a las partículas PM₂₅, destaca la presencia de días con mala calidad del aire en Saltillo (FIN), Monclova (JUR) y Piedras Negras (R-DIF), a pesar de ello, sin embargo, no se pudo establecer incumplimiento de norma debido al criterio de suficiencia de datos. Por lo demás, se observa que en todas las estaciones predominaron los días con calidad del aire buena.
- Ozono. Con respecto al ozono, se presentaron 12 días con mala calidad del aire en Saltillo (FIN) y 2 días en Monclova (JUR), en tanto que en Piedras Negras (R-DIF) no se presentaron días en esta condición y predominaron los días con calidad del aire buena (305 días).
- CO, NO₂ y SO₂. Finalmente, con respecto a CO, NO₂ y SO₂, en todas las estaciones que los midieron predominaron los días con calidad del aire buena, sólo en Piedras Negras (R-DIF) se presentaron dos días con mala calidad del aire por CO.

Figura 52. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Coahuila, en el año 2018.



La Tabla 23 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM₁₀ y PM₂₅) y dióxido de azufre a nivel de ciudad. En ella, se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en las ciudades de Monclova, Piedras Negras y Torreón son las partículas PM₁₀, en tanto que en Saltillo es el ozono.

Tabla 23. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en Coahuila en el año 2018.

| | | PM ₁₀ | | | PM _{2.5} | | O ₃ | | | |
|----------------|--|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm | |
| Monclova | 157 | 29 | 19% | 231 | 3 | 1% | 253 | 2 | 1% | |
| Piedras Negras | 264 | 20 | 8% | 235 | 4 | 2% | 335 | 0 | 0% | |
| Saltillo | 288 | 3 | 1% | 270 | 1 | 0.4% | 261 | 12 | 5% | |
| Torreón* | 100 | 26 | 26% | FO | FO | FO | FO | FO | FO | |

| | | CO | | | NO₂ | | | SO₂ | | | |
|----------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|--|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm | | |
| Monclova | 226 | 0 | 0% | 275 | 0 | 0% | 246 | 0 | 0% | | |
| Piedras Negras | 249 | 2 | 1% | 337 | 0 | 0% | 334 | 0 | 0% | | |
| Saltillo | 256 | 0 | 0% | 260 | 0 | 0% | 260 | 0 | 0% | | |
| Torreón | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | | |

^{*} Estimado con datos provenientes del monitoreo manual.

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Las Figuras 53 a 58 muestran, a nivel de ciudad, la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en el periodo 2013 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se puede destacar lo siguiente:

- PM_{10.} Las partículas PM₁₀ muestran un ligero incremento del percentil 90 y el máximo en 2018 respecto a lo observado en 2017; mientras el mínimo, el percentil 10 y el promedio permanecen casi constantes. En Torreón, por su parte, se observa un comportamiento con mayor aleatoriedad, sin embargo, se puede destacar que en 2018 todos los indicadores son ligeramente superiores a los observados en 2013 y 2014 (Figura 53).
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅, solo hay datos para Saltillo para el año 2017 por lo que no es posible definir una tendencia (Figura 54).
- Ozono. Para el caso del O₃, solo fue posible construir los gráficos con información de 2017 para Monclova y Saltillo, y 2018 para Piedras Negras. En el caso de Torreón hay información para los años 2013 y 2017, donde se aprecia una diferencia en el percentil 90, el cual pasó de 0.060 ppm a 0.068 ppm, el resto de los estimadores permanecen casi constantes (Figura 55).

x = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

FO = Fuera de operación

- CO. Con respecto al CO, las estaciones que lo miden no han generado información histórica suficiente para conocer las tendencias, solo se cuenta con información para Saltillo, específicamente para el año 2017 (Figura 56).
- NO₂. Para el NO₂, en Monclova del año 2017 al 2018 aumentaron el promedio, percentil 90 y el máximo, este último pasó de 0.019 ppm a 0.067 ppm. En estos mismos años, en Piedras Negras los indicadores permanecieron constantes; en Saltillo y Torreón no es posible analizar tendencias debido a la escasez de información (Figura 57).
- SO₂. Finalmente, con respecto al SO₂ se generaron indicadores para 2013 y 2017 en Torreón, donde se muestra un aumento importante de todos los indicadores, el máximo pasó de 0.008 ppm a 0.027 ppm. En el resto de las ciudades no es posible observar tendencias (Figura 58).

Figura 53. Tendencias de las concentraciones diarias de PM₁₀ en Coahuila en el periodo 2013 - 2018.

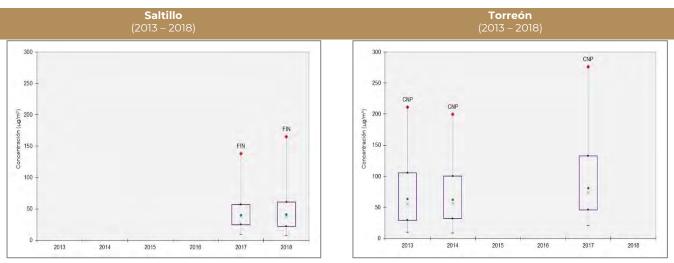
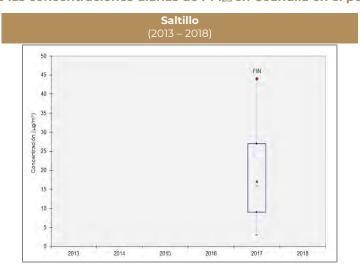


Figura 54. Tendencias de las concentraciones diarias de PM2.5 en Coahuila en el periodo 2013 - 2018.



2013

2014

2015

2016

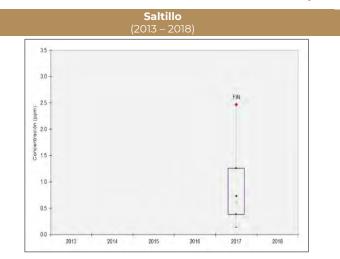
2017

Piedras Negras (2013 – 2018) **Monclova** 0.150 0.150 0.120 0.120 0.090 Ö 0.060 0.060 0.030 0.000 0.000 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2013 2014 2015 2016 2017 2018 Saltillo Torreón 0.150 0.150 0.120 0.120 CNP 8 0.060 0.060 0.030 0.000 0.000

Figura 55. Tendencias de las concentraciones diarias de O₃ en Coahuila en el periodo 2013 – 2018.



2018



2014

2013

2015

2016

2017

2018

0.120 0.090

0.060

0.030

2013

2014

2015

2016

2017

Monclova (2013 – 2018) **Piedras Negras** (2013 – 2018) 0.240 0.240 0.210 0.210 0.180 0.180 0 150 0,150 0.120 0.120 0.090 0.090 R-DIF R-DIF 0.060 0.060 0.030 0.030 0.000 0.000 2013 2016 2014 2015 2017 2018 2014 2015 2017 **Torreón** (2013 – 2018) Saltillo 0.240 0.240 0.210 0.210 CNP 0.180 0.180 0.150 0.150

0.120

0.090

0.060

2018

2013

2014

2015

2017

2018

Figura 57. Tendencias de las concentraciones diarias de NO₂ en Coahuila en el periodo 2013 - 2018.

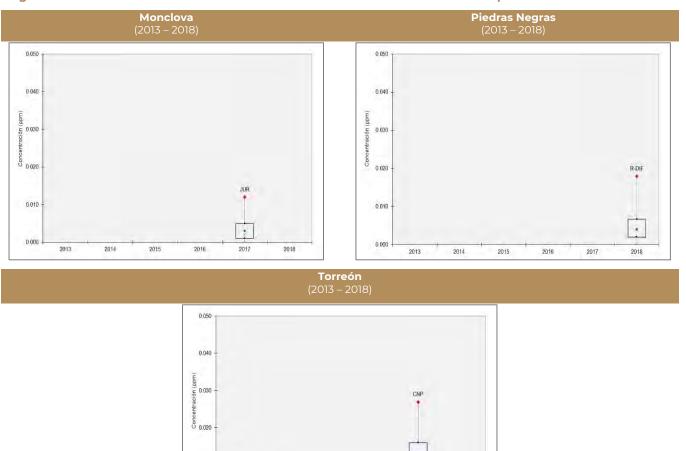


Figura 58. Tendencias de las concentraciones diarias de SO₂ en Coahuila en el periodo 2013 - 2018.

D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

2016

La Figura 59 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante a nivel de ciudad.

2015

0.010

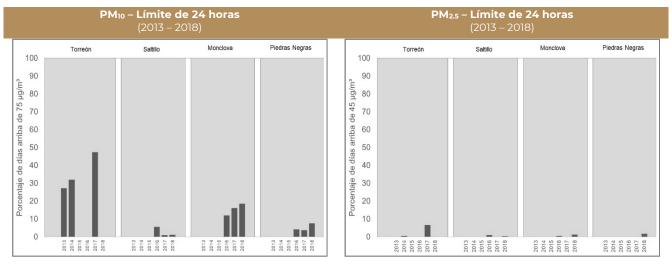
0.000

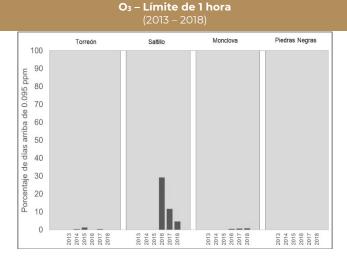
.

- PM₁₀. Con respecto a las PM₁₀, en Torreón, Monclova y en Piedras Negras se observa una tendencia creciente del número de días por año en que se rebasa el límite normado de 24 horas. En Torreón se pasó de 27% en 2013 a 47% en 2017, mientras que en Monclova se pasó de 12% en 2016 a 19% en 2018 y en Piedras Negras aumentó de 4% a 8% de 2016 a 2018. En Saltillo, por el contrario, la tendencia observada es decreciente.
- PM₂₅. Para las PM₂₅ sólo en Torreón se observa una tendencia creciente, ya que en 2014 se registraron 0.4% de días con concentraciones superiores al límite normado y en 2017 se registraron 7%.

- Ozono. En cuanto al O₃, en Saltillo se observa una tendencia a la baja del año 2016 al 2018, donde el porcentaje de días en que se rebasó la norma pasó de 29% a 5%.
- COy NO₂. En lo que respecta al CO, solo se presentaron dos días con concentraciones por arriba del límite de 8 horas en el municipio de Piedras Negras, y para NO₂y SO₂ no se registraron días con concentraciones superiores al límite vigente respectivo, por ello no se incluyen los gráficos correspondientes.

Figura 59. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2013 – 2018.



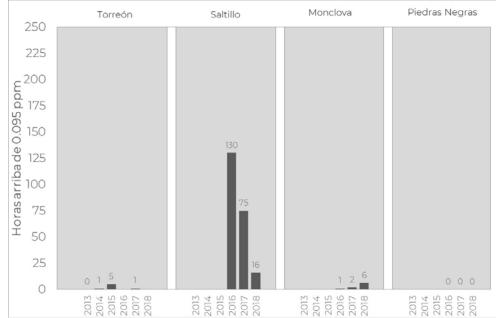


E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora. En este caso, el indicador se generó a nivel de ciudad y la Figura 60 muestra que ninguna de las ciudades analizadas se superó en más del 2% de las horas del año el valor límite vigente.

Es importante decir que, en Saltillo, en el año 2016 se presentó la mayor cantidad de horas en esta condición con un total de 130, cifra que en 2018 disminuyó a sólo 16 horas.





F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

Finalmente, la Tabla 24 y la Figura 61 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. En ellas se puede observar lo siguiente:

En la ciudad de Monclova va en aumento la cantidad de días en que se rebasa al menos una norma de calidad del aire, así, por ejemplo, mientras en 2016 se registraron 26 días en esta condición en 2017 fueron 27 y en 2018 fueron 33. De estos 33 días en 28 se incumplió la NOM de PM_{10} , en 2 días la de $PM_{2.5}$ y en otros 2 días la de ozono. Finalmente, en un día se incumplieron tanto los límites de PM_{10} como de $PM_{2.5}$.

En Piedras Negras también se observa esta tendencia creciente, destacando que en 2018 se incumplió en 22 días al menos una norma de calidad del aire. En 16 días se incumplieron los límites de PM_{10} , en 2 los de CO y en 4 días más tanto los de PM_{10} como los de $PM_{2.5}$.

En Saltillo la tendencia observada es decreciente y destaca 2016 como el año con más días en los que se incumple la normatividad vigente de calidad del aire con un total de 88. De ellos, en 84 se rebasó el límite normado de un solo contaminante (75 por ozono, 8 por PM_{10} y 1 por $PM_{2.5}$), en 4 se rebasaron los límites de dos contaminantes (3 ozono y PM_{10} , así como uno PM_{10} y $PM_{2.5}$). En 2018 se rebasaron en 15 días los límites normados, 11 días fueron por ozono, 2 días por PM_{10} y un día por $PM_{2.5}$, y un día más por la combinación PM_{10} y O_3 .

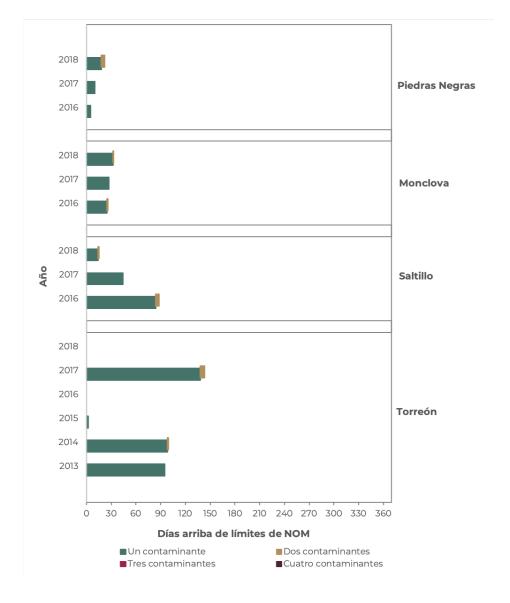
Finalmente, en Torreón se registró un incremento considerable de días fuera de Norma para al menos un contaminante del año 2014 al 2017. En el año 2014 se registraron 99 días en esta condición, de los cuales 97 fueron por PM_{10} , uno por ozono y otro más por PM_{10} y $PM_{2.5}$ simultáneamente. En 2015 hubo 2 días fuera de Norma; sin embargo, cabe precisar que se contó con concentraciones diarias válidas sólo en el 42 % de los días del año y en 2016 la estación estuvo fuera de operación. En 2017 se incrementó el número de días fuera de Norma a 143 (133 por PM_{10} , 5 por $PM_{2.5}$, uno por ozono) y 4 más a dos contaminantes (PM_{10} y $PM_{2.5}$), en 2018 la estación nuevamente se reportó fuera de operación.

Tabla 24. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2018.

| | | No. de días | No. de | Número de días | con concentracior de cualquier | nes por arriba de lo: contaminante | s límites actuales |
|-------------------|------|----------------|---------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Ciudad | Año | con datos | días > NOM | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes |
| ova | 2016 | 274 | 26 | 25 | 1 | 0 | 0 |
| Monclova | 2017 | 340 | 27 | 27 | 0 | 0 | 0 |
| Σ | 2018 | 316 | 33 | 32 | 1 | 0 | 0 |
| as | 2016 | 266 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Piedras Negras | 2017 | 337 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| äΖ | 2018 | 338 | 22 | 18 | 4 | 0 | 0 |
| <u>o</u> | 2016 | 281 | 88 | 84 | 4 | 0 | 0 |
| Saltillo | 2017 | 363 | 44 | 44 | 0 | 0 | 0 |
| Ø | 2018 | 300 | 15 | 14 | 1 | 0 | 0 |
| | 2013 | 354 | 95 | 95 | 0 | 0 | 0 |
| | 2014 | 310 | 99 | 98 | 1 | 0 | 0 |
| Torreón | 2015 | 154 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Tori | 2016 | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| | 2017 | 325 | 143 | 138 | 5 | 0 | 0 |
| FO = Fuero do | 2018 | FO | FO | FO | FO | FO | FO |

FO = Fuera de operación

Figura 61. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Coahuila, 2013 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 DURANGO

El análisis de la información disponible en la plataforma del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA) que fue validada por el INECC para el desarrollo de los indicadores presentados en este capítulo pone de manifiesto que:

En la ciudad de Durango se registró incumplimiento de los dos límites normados vigentes de este contaminante (promedio de 24 horas y promedio anual), en tanto que en Gómez Palacio se tuvo registro de días en los que se superó el límite normado de 24 horas, pero esto no se reflejó en incumplimiento de la NOM debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de información.

Con respecto a dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, tanto en Durango como en Gómez Palacio, predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con mala calidad del aire. Los dos límites normados vigentes de este contaminante (promedio de 24 horas y promedio anual) fueron superados en la ciudad de Durango. El límite normado de 24 horas se superó en dos ocasiones a lo largo del año.

No fue posible evaluar el cumplimiento de norma en ninguna de las ciudades ya sea por insuficiencia de datos (Durango) o por la no disponibilidad de información en el INECC para su análisis (Gómez Palacio y Lerdo). En el caso de Durango, sólo se dispuso de información suficiente para el 26% de los días del año y la misma indica que para, al menos, esos días las concentraciones registradas de este contaminante se mantuvieron por debajo del límite normado, lo que se reflejó en una condición predominantemente de buena calidad del aire.



Estaciones de monitoreo: 11



A DESTACAR...

La poca información válida disponible revela que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire, tanto en Durango como en Gómez Palacio, son las partículas suspendidas PM_{10} .

2018 ha sido el año con las mejores condiciones de calidad del aire, tanto para Durango como en Gómez Palacio, dado que para el mismo se tiene la menor cantidad de días en que se incumple al menos una NOM de calidad del aire con relación al total de días con información valida disponible. En Durango esta condición se presentó en 99 de 361 días con datos válidos y en Gómez Palacio en 43 de 265 días.

INFORMACIÓN GENERAL

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Durango, a cargo de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del gobierno del Estado**, estuvo integrado en el año 2018 por las redes de monitoreo de Durango, Gómez Palacio y Lerdo. Cada una de estas redes estuvo conformada por 6, 3 y 2 estaciones de monitoreo respectivamente. La Figura 62 ilustra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo, en tanto que la Tabla 25 muestra su capacidad de medición de contaminantes, así como el año de inició de su operación.

DURANGO Distribución de estaciones de monitoreo de calidad del aire. Hidalgo Estación de monitoreo Automático Mixto Juan de Guadalupe CBTIS Durango IPN IPN Durango ITD ITD Durango PROFEPA SRNyMA Durango ZAR SRNL PFP SAG SAGARPA Lerdo Tec Lerdo Gómez Palacio CAM Fuente: Elaboración propia en QGIS el 08-11-2019, usando 50 75 km CBTIS como mapa base Google Maps

Figura 62. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Durango, 2018.

Tabla 25. Estaciones que conformaron el SMCA de Durango en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Red de | | | Tipo de equipo y año de | | Contan | nina | ntes m | nedido | s |
|------------------|------------------------|-------|-------------------------|----------|-------------------|----------|-------------|-----------------|----|
| Monitoreo | Estación | Clave | inicio de operación | PM10 | PM _{2.5} | Оз | SO₂ | NO ₂ | СО |
| | ITD | ITD | Automático (2006) | ✓ | ¤ | √ | ¤ | ✓ | ✓ |
| | IPN | IPN | Automático (2010) | ✓ | ✓ | √ | √ | ✓ | ✓ |
| Durango | SRNyMA | SRN | Automático (2010) | ✓ | ✓ | √ | > | ✓ | ✓ |
| Durango | Zaragoza | ZAR | Manual (2006) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | CBTIS | CBTIS | Manual (2006) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | PROFEPA | PFP | Manual (2006) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Campestre | CAM | Automático (2005) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Gómez Palacio | Parque La Esperanza | ESP | Automático (2017) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | SRNyMA Laguna | SRNL | Manual (2006) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Lerdo | SAGARPA | SAG | Automático (2010) | ✓ | ✓ | √ | > | ✓ | ✓ |
| Leido | Tec Lerdo | TEC | Automático (2017) | √ | ¤ | ✓ | √ | ¤ | ¤ |

^{✓ =} Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

En comparación con la infraestructura que se presentó en el Informe 2014, este SMCA tuvo los siguientes cambios:

- 1. Salió de operación, en 2017, la estación de monitoreo automática NUGP ubicada en Gómez Palacio. Los analizadores de dicha estación fueron reubicados en las instalaciones del parque "La Esperanza", también en Gómez Palacio.
- 2. Inició operaciones, en 2017, la estación automática TEC en Lerdo.

Es conveniente destacar que los responsables de este SMCA no enviaron datos validados del año 2018 al INECC para su inclusión en este informe, por lo que los datos del monitoreo automático con los que se hizo el análisis mostrado en este capítulo, para el año 2018 en particular, se obtuvieron directamente de la base de datos, sin validar, de la plataforma del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire - SINAICA y, posteriormente, fueron validados por el personal del INECC.

En el caso del análisis de tendencias no se incluye información del año 2017 porque la misma no estuvo disponible en el INECC.

x = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en las ciudades de Durango, Gómez Palacio y Lerdo para el año 2018, tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 2014 a 2018 con respecto al promedio, el mínimo, el máximo y los percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación para el año 2018 se presentan en la Figura 63 y en la Tabla 26, en las cuales se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018, se contó con infraestructura para medir este contaminante tanto en Durango como en Gómez Palacio y Lerdo; sin embargo, sólo fue posible hacer la evaluación de cumplimiento de la NOM correspondiente en la ciudad de Durango ya que fue la única que generó información. El resultado de dicha evaluación indica incumplimiento de norma debido a que en una de las estaciones de monitoreo de la ciudad se superaron los dos límites normados (promedio de 24 horas y anual). Las concentraciones más altas de partículas PM₁₀ se registraron en la estación ITD, donde el máximo de los promedios de 24 horas fue de 148 μg/m³ y el promedio anual fue de 48 μg/m³. El primero equivale a casi 2 veces el valor del límite de 24 horas y el segundo a 1.2 veces el límite correspondiente.
- PM₂₅. En la entidad, sólo se cuenta con infraestructura para la medición de partículas suspendidas PM₂₅ en la ciudad de Durango y en Lerdo. En la primera se registró incumplimiento de norma por superar los dos límites normados y en la segunda no fue posible evaluar el cumplimiento de norma por no contar con información para ello en el INECC. El máximo de los promedios de 24 horas registrado en la ciudad de Durango fue de 54 μg/m³, en tanto que el promedio anual fue de 17 μg/m³. El primero equivale a 1.2 veces el valor del límite de 24 horas y el segundo a 1.4 veces el límite respectivo.
- Ozono. Durango, Gómez Palacio y Lerdo cuentan con infraestructura para la medición de ozono, sin embargo, en 2018 no fue posible evaluar el cumplimiento de norma en ninguna de las ciudades. En el caso de Durango por insuficiencia de datos, en tanto que en Gómez Palacio y Lerdo la causa fue la no disponibilidad de información para su análisis en el INECC.
- CO. La norma de calidad del aire para este contaminante se cumplió en Durango, en tanto que en Gómez Palacio no fue posible la evaluación de cumplimiento de Norma por la invalidación de los pocos datos disponibles. Para la ciudad de Lerdo no se contó con información sobre este contaminante.
- NO₂ y SO₂. En cuanto a dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, en 2018 se contó con infraestructura para su medición en Durango, Gómez Palacio y Lerdo. En Durango las concentraciones registradas, de ambos contaminantes, a lo largo del año se mantuvieron por debajo del límite máximo permitido en cada caso. En Gómez Palacio no se generó información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de estas normas y para Lerdo no se contó con información para su análisis en el INECC.

Figura 63. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Durango, en el año 2018.

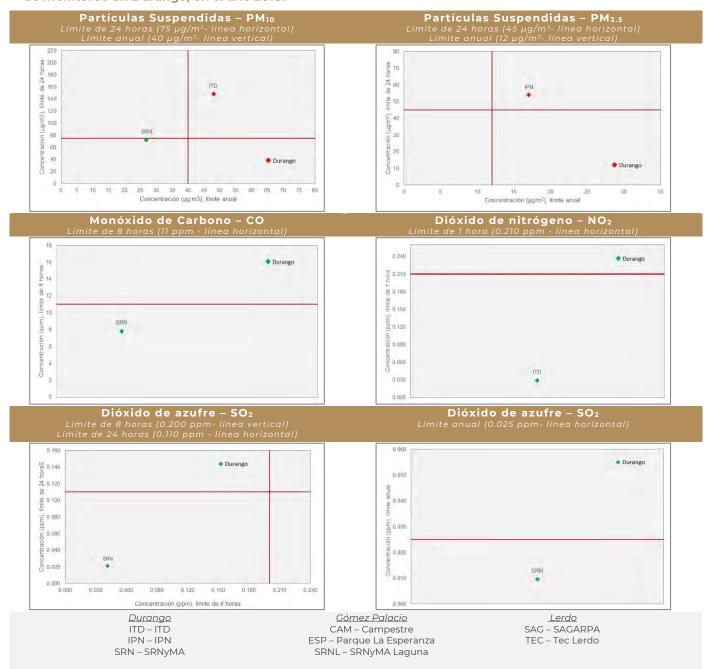


Tabla 26. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Durango (2018).

| Contaminante | Lín | nite normado | | | Dur | ango | | | Gó | mez Pala | cio | Ler | do |
|---------------------------------------|-------|-------------------------|-------|-----|-------|------|-------|-----|-----|----------|------|-----|-----|
| Contaminante | LIF | nite normado | ITD | IPN | SRN | ZAR | CBTIS | PFP | CAM | ESP | SRNL | SAG | TEC |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 148 | DI | 72 | IND | IND | IND | DI | IND | IND | IND | IND |
| ™ PIMIO | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 48 | DI | 27 | IND | IND | IND | DI | IND | IND | IND | IND |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | ¤ | 54 | DI | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | IND | ¤ |
| ·· F IVI2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | ¤ | 17 | DI | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | IND | ¤ |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | DI | DI | IND | ¤ | ¤ | ¤ | IND | ¤ | ¤ | IND | IND |
| .→ O 3 | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | DI | DI | IND | ¤ | ¤ | ¤ | IND | ¤ | ¤ | IND | IND |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | INV | DI | 8 | ¤ | ¤ | ¤ | INV | ¤ | ¤ | IND | ¤ |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.029 | IND | DI | ¤ | ¤ | ¤ | DI | ¤ | ¤ | IND | ¤ |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | ¤ | DI | 0.042 | ¤ | ¤ | ¤ | DI | ¤ | ¤ | IND | IND |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | ¤ | DI | 0.021 | ¤ | ¤ | ¤ | DI | ¤ | ¤ | IND | IND |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | ¤ | DI | 0.010 | ¤ | ¤ | ¤ | DI | ¤ | ¤ | IND | IND |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

FO = Fuera de operación por reubicación.

DI = Datos insuficientes.

IND = Información no disponible.

INV = Datos inválidos

⁼ Cumple con el límite normado.

⁼ No cumple con el límite normado.

[•] El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

[•] Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En la Figura 64, se puede observar lo siguiente:

- PM₁₀. Días con mala calidad del aire por PM₁₀ se registraron tanto en Durango como en Gómez Palacio, sin embargo, sólo en la primera esta situación se reflejó en incumplimiento de la NOM respectiva, en tanto que en Gómez Palacio ello no ocurrió debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de información. El número de días con mala calidad del aire por PM₁₀ en Durango fue de 99 y en Gómez Palacio de 43. Para la ciudad de Lerdo no se contó con información para su análisis.
- PM₂₅. En 2018 sólo se registraron dos días con mala calidad del aire por PM₂₅ en la ciudad de Durango y ambos ocurrieron en la estación IPN. Otro aspecto que destaca es la gran cantidad de días con información insuficiente para generar este indicador en la estación SRN de esta misma ciudad. Los días en esta condición en dicha estación representaron el 80% de los días del año. En la estación IPN, a pesar de haber registrado dos días con mala calidad del aire, predominaron los días con calidad del aire buena (63% de los días del año) y regular (20% de los días del año). En Lerdo, que es la otra ciudad de la entidad con capacidad para medir este contaminante, no se contó con información para su análisis.
- Ozono. Con respecto al ozono, sólo se dispuso de información suficiente para generar este indicador en aproximadamente el 26% de los días del año en dos estaciones de monitoreo de la ciudad de Durango. Dicha información indica que para, al menos, esos días las concentraciones registradas de este contaminante se mantuvieron por debajo del límite normado, lo que se reflejó en una condición predominantemente de buena calidad del aire.
- CO, NO₂ y SO₂. Para monóxido de carbono, no se contó con información válida para generar el indicador, en tanto que para dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre prácticamente la totalidad de los días del año con información suficiente y válida, tanto en las estaciones de Durango como de Gómez Palacio, se registraron concentraciones que los ubicaron en la categoría de buena calidad del aire.

La Tabla 27 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de ciudad. En ella, se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire, tanto en Durango como en Gómez Palacio, son las partículas suspendidas PM_{10} .

Figura 64. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Durango, en el año 2018.

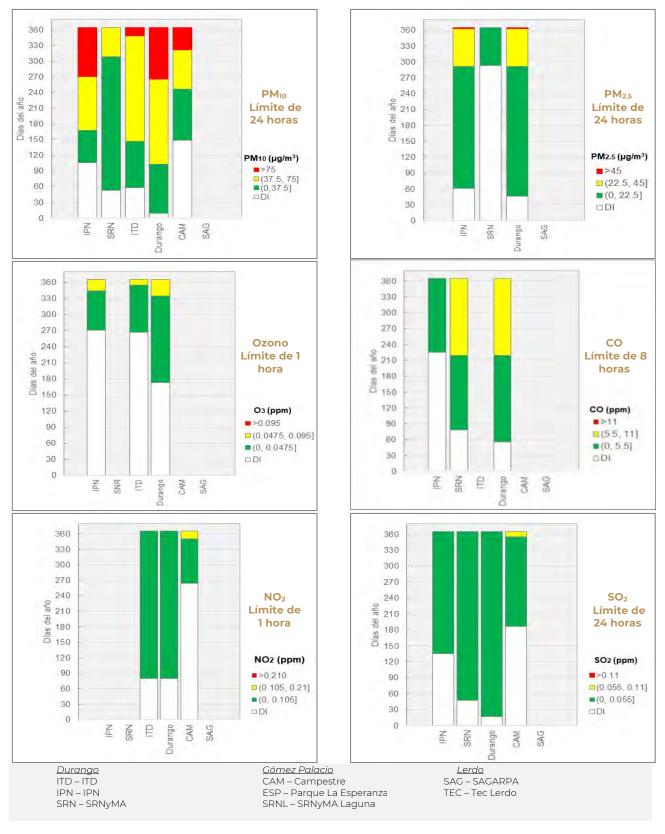


Tabla 27. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en Durango en el año 2018.

| | | PM ₁₀ | | | PM _{2.5} | | | O ₃ | |
|------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm |
| Durango | 356 | 99 | 28% | 319 | 2 | 1% | 192 | 0 | 0% |
| Gómez Palacio | 216 | 43 | 20% | ¤ | ¤ | ¤ | IND | IND | IND |
| Lerdo | IND | IND | IND | IND | IND | IND | IND | IND | IND |

| | со | | | | NO ₂ | SO ₂ | | | |
|------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm |
| Durango | 309 | 0 | 0% | 285 | 0 | 0% | 348 | 0 | 0% |
| Gómez Palacio | INV | INV | INV | 101 | 0 | 0% | 179 | 0 | 0% |
| Lerdo | IND | IND | IND | IND | IND | IND | IND | IND | IND |

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Las Figuras 65 a 70 muestran la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, en el periodo 2014 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, aunque no es posible establecer tendencias históricas debido a la intermitencia con la que se ha generado información suficiente para los diferentes contaminantes a través del tiempo, es posible destacar lo siguiente:

- PM₁₀. En Durango, las PM₁o muestran un incremento importante en las concentraciones máxima, percentil 90 y promedio en el periodo 2014 a 2016, así como una caída importante en todos estos indicadores en el año 2018. Para Gómez Palacio, sólo se cuenta con datos para los años 2015 y 2016 y en ellos se aprecia poca variabilidad en todos los indicadores (Figura 65).
- PM₂₅. Con respecto a las PM₂₅, sólo se dispuso de información para los años 2015, 2016 y 2018 para la ciudad de Durango y esta muestra que en 2018 se registraron los valores más bajos respecto a la concentración máxima, percentil 90 y promedio. El percentil 10 y el mínimo prácticamente es el mismo en los tres años (Figura 66).
- Ozono. En Durango, la concentración máxima de ozono muestra una tendencia decreciente de 2014 a 2016, únicos años con información disponible, en tanto que el percentil 90 y el promedio decrecen de 2014 a 2015 y se mantiene prácticamente sin cambio en 2016. El percentil 10, por su parte no muestra una tendencia clara, pues aumenta o disminuye de un año a otro. En la ciudad de Gómez Palacio no es posible establecer ninguna tendencia debido a que sólo se cuenta con información para el año 2015 (Figura 67).
- CO. En cuanto al CO, en la Figura 68, destaca que las concentraciones asociadas al máximo, promedio y percentiles 10 y 90, en 2018 en la ciudad de Durango, son notablemente superiores

IND = Información no disponible.

INV = Datos invalidados.

a las observadas en los años 2015 y 2016. A pesar de ello, todos los registros son inferiores al límite normado vigente que es de 11 ppm.

- NO₂ En el caso del NO₂ (Figura 69), sólo se contó con información suficiente para hacer este análisis en los años 2016 y 2018 para la ciudad de Durango y destaca que los registros de 2018 son notablemente inferiores a los observados en 2016. En ambos años, todas las concentraciones registradas de este contaminante se mantuvieron por debajo del límite normado vigente (0.21 ppm).
- SO₂. Finalmente, con respecto al SO₂ (Figura 70) se observa que, en Durango, las concentraciones registradas en 2018, para todos los indicadores, son marcadamente superiores respecto a lo registrado en 2015, pero a pesar de ello se mantienen por debajo del límite normado vigente que es de 0.11 ppm (promedio de 24 horas). En Gómez Palacio sólo se dispuso de información para el año 2015, destacando que en esta ciudad las concentraciones son aún más bajas que las registradas en Durango.

Figura 65. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM_{10} , en Durango en el periodo 2014 – 2018.

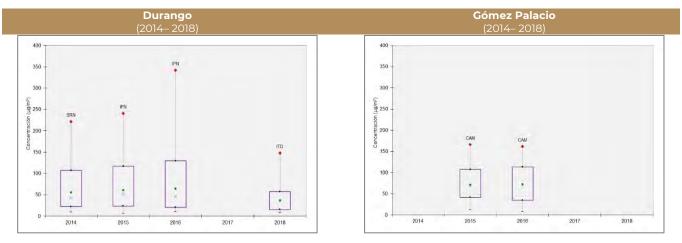


Figura 66. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM_{2.5}, en Durango en el periodo 2014 – 2018.



Figura 67. Tendencias de las concentraciones diarias, por O₃, en Durango en el periodo 2014 – 2018.

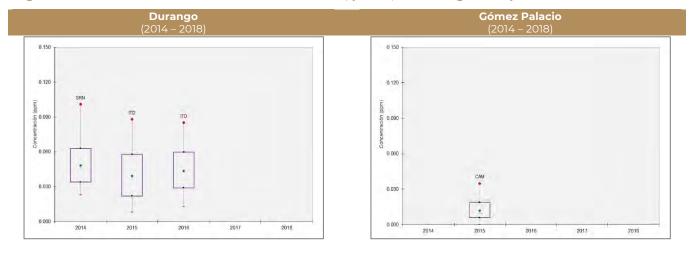


Figura 68. Tendencias de las concentraciones diarias, por CO, en Durango en el periodo 2014 - 2018.

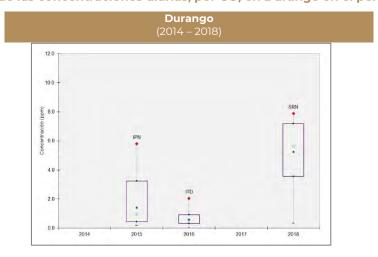


Figura 69. Tendencias de las concentraciones diarias, por NO₂, en Durango en el periodo 2014 - 2018.



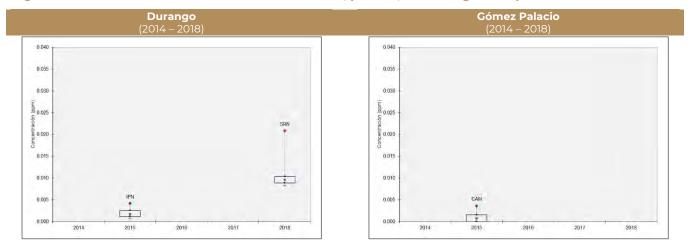


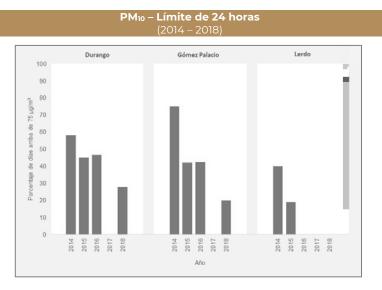
Figura 70. Tendencias de las concentraciones diarias, por SO₂, en Durango en el periodo 2014 - 2018.

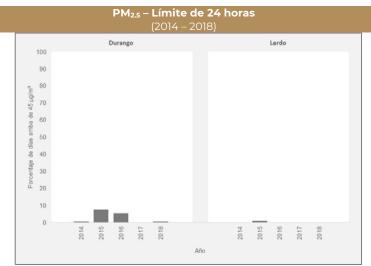
D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

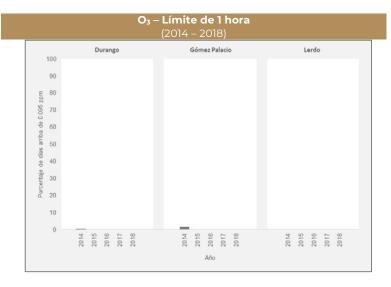
La Figura 71 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante a nivel de ciudad. En dicha figura, se observa lo siguiente:

- PM₁₀. Con respecto a las PM₁₀ en Durango y Gómez Palacio se registró una reducción importante del número de días con concentraciones superiores al límite normado vigente de 24 horas en 2018 respecto a lo observado en el periodo 2014 2016. En Durango, el porcentaje de días con información válida y suficiente en esta condición, en 2014, fue de 58% y en 2018 de 28%. Por otra parte, en Gómez Palacio, en este mismo periodo se pasó de 75% a 20%. En Lerdo sólo se puede destacar la reducción observada de 2014 a 2015, sin embargo, se ignora la situación registrada de 2016 a 2018.
- PM_{2.5}. Respecto a las PM_{2.5}, en Durango se observa una tendencia decreciente de 2015 a 2018. En este periodo de tiempo se pasó del 8% de los días con concentraciones superiores al límite normado a 0.6% en 2018. Para la ciudad de Lerdo no es posible establecer una tendencia dado que sólo se dispuso de información para el año 2015.
- Ozono. Para O₃, sólo se han reportado días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora en Durango y Gómez Palacio para el año 2014. En el primer caso 1 día de 307 con datos válidos y suficientes para generar el indicador y en Gómez Palacio en 1 de 63 días en esta condición. Es importante destacar, sin embargo, que para Gómez Palacio no se tiene información disponible para los años 2017 y 2018 y para Lerdo de 2016 a 2018.
- CO, NO₂ y SO₂. En el caso del CO, NO₂ y SO₂, no se han registrado concentraciones superiores al límite diario normado vigente en ninguno de los años con información disponible, razón por la que no se incluyen las gráficas correspondientes en la Figura 10.

Figura 71. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2014 – 2018.







E) NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

Finalmente, la Tabla 28 y la Figura 72 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad.

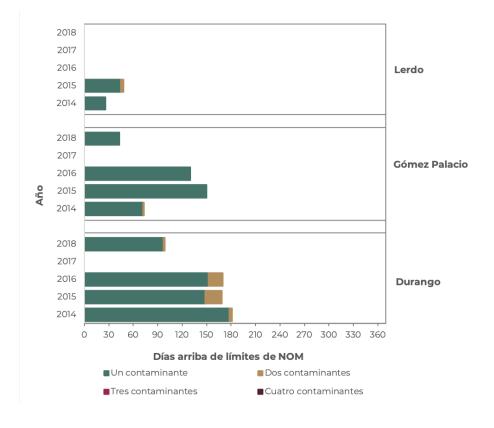
Así tenemos que, 2018 ha sido el año con las mejores condiciones, tanto para Durango como para Gómez Palacio, dado que tienen la menor cantidad de días en que se incumple al menos una NOM con relación al total de días con información valida disponible. En el otro extremo, el año con las peores condiciones de acuerdo con este indicador, es 2014 en ambas ciudades. En la ciudad de Lerdo se ignora la situación que se ha presentado en los tres años más recientes debido a la falta de información.

Tabla 28. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Durango, 2014 - 2018.

| Ciudad | Año | No. de días | No. de días > | Número de días | con concentracion de cualquier | es por arriba de los contaminante | s límites actuales |
|---------------|------|----------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Cludad | Ano | con datos | NOM | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes |
| | 2014 | 315 | 181 | 178 | 3 | 0 | 0 |
| o <u>g</u> | 2015 | 364 | 169 | 148 | 21 | 0 | 0 |
| Durango | 2016 | 366 | 170 | 152 | 18 | 0 | 0 |
| Du | 2017 | IND | IND | IND | IND | IND | IND |
| | 2018 | 361 | 99 | 97 | 2 | 0 | 0 |
| .9. | 2014 | 97 | 73 | 72 | 1 | 0 | 0 |
| alac | 2015 | 358 | 150 | 150 | 0 | 0 | 0 |
| Й Φ | 2016 | 342 | 130 | 130 | 0 | 0 | 0 |
| Gómez Palacio | 2017 | IND | IND | IND | IND | IND | IND |
| Ö | 2018 | 265 | 43 | 43 | 0 | 0 | 0 |
| | 2014 | 81 | 26 | 26 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 2015 | 256 | 48 | 45 | 3 | 0 | 0 |
| Lerdo | 2016 | IND | IND | IND | IND | IND | IND |
| _ | 2017 | IND | IND | IND | IND | IND | IND |
| | 2018 | IND | IND | IND | IND | IND | IND |

IND = Información no disponible.

Figura 72. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Durango, 2014 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA

Se registraron concentraciones superiores al límite normado de 24 h en todas las estaciones de monitoreo que lo midieron, sin embargo, sólo se pudo determinar incumplimiento de NOM en 3 de ellas debido al criterio de suficiencia de datos. La concentración más alta, tanto como promedio de 24 h, como promedio anual, se registró en San Cristóbal, con valores equivalentes a 5 y 2 veces el valor límite respectivo. A nivel de toda la zona metropolitana se registraron 180 días (49% de los días del año), con concentraciones superiores a las recomendadas para la protección de la salud.

Al igual que con las PM₁₀, se registraron concentraciones de PM_{2.5} por arriba del límite normado en todas las estaciones, incluso en aquellas con una recuperación de datos inferior al 75%. Debido al criterio de suficiencia de datos, el incumplimiento de norma sólo se pudo establecer en 3 de las 6 estaciones de monitoreo que midieron este contaminante. Las concentraciones promedio más altas, tanto como promedio de 24 h como promedio anual, fueron equivalentes a alrededor de 3 veces el límite normado correspondiente.

En todas las estaciones de monitoreo se incumplió la norma de salud ambiental correspondiente al rebasarse los dos límites normados. La concentración más alta de 1 h se registró en Toluca, en tanto que la de 8 h ocurrió en Metepec y San Mateo. Los valores de dichas concentraciones fueron superiores al límite normado correspondiente en un 45% y 47%, respectivamente.

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de
azufre predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con
mala calidad del aire.





A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la región son las PM_{10} (49% de los días del año), seguido de las $PM_{2.5}$ (38%) y el O_3 (9%).

En 2018 el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 191 lo que equivale al 52% de los días del año. Esta estadística es un buen indicador de la severidad del problema de la calidad del aire en la región pues destaca que sólo en el 48% de los días del año se registraron niveles de contaminación por debajo de los límites recomendados para la protección de la salud de la población.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) del **Estado de México,** administrado por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), la cual está constituida por siete estaciones de monitoreo; cuatro de las cuales se localizan en el municipio de Toluca (Aeropuerto, Centro, Oxtotitlán y San Cristóbal), dos en el municipio de Metepec (Ceboruco y Metepec) y una más en el municipio de San Mateo Atenco (San Mateo Atenco). Es importante destacar, sin embargo, que la estación de monitoreo Aeropuerto dejó de operar desde el mes de septiembre del año 2015 y desde entonces se analiza su reubicación.

En todas las estaciones se realizó únicamente monitoreo automático. La Tabla 29 muestra las estaciones que conformaron este SMCA en el año 2018, los contaminantes que se pueden medir en las mismas y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 73, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones referidas.

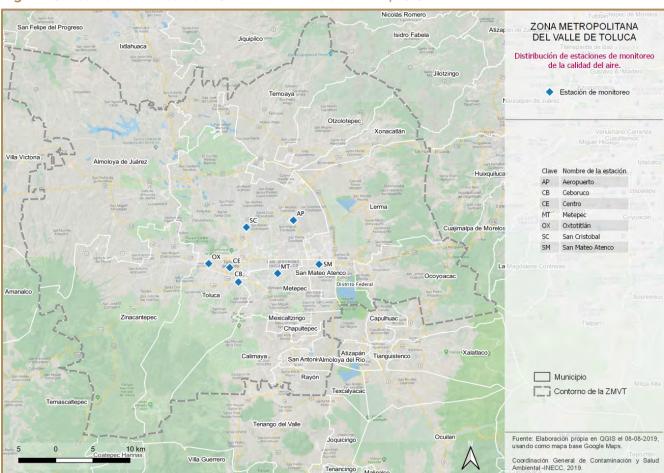


Figura 73. Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de la ZMVT, 2018.

Tabla 29. Estaciones que conformaron el SMCA del del Estado de México en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | . | Tipo de equipo y año | Contaminantes | | | | | | |
|-----------------------------|----------|------------------------|---------------|-------------------|----------|----------|-----------------|----------|--|
| Estación | Clave | de inicio de operación | РМ₁о | PM _{2.5} | О3 | SO₂ | NO ₂ | CO | |
| Aeropuerto* | AP | Automático (1994) | ✓ | √ | √ | ✓ | ✓ | √ | |
| Ceboruco | СВ | Automático (2011) | ✓ | √ | ✓ | √ | ✓ | √ | |
| Centro | CE | Automático (1994) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Metepec | MT | Automático (1994) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Oxtotitlán | OX | Automático (1994) | ✓ | √ | √ | ✓ | ✓ | √ | |
| San Cristóbal Huichochitlán | SC | Automático (1994) | √ | ✓ | √ | √ | √ | √ | |
| San Mateo Atenco | SM | Automático (1994) | √ | √ | √ | ✓ | ✓ | √ | |

^{*} Dejó de operar en septiembre del 2015.

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de toda la zona metropolitana, sobre las tendencias del año 1994 a 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se incumple cualquier norma de calidad del aire.

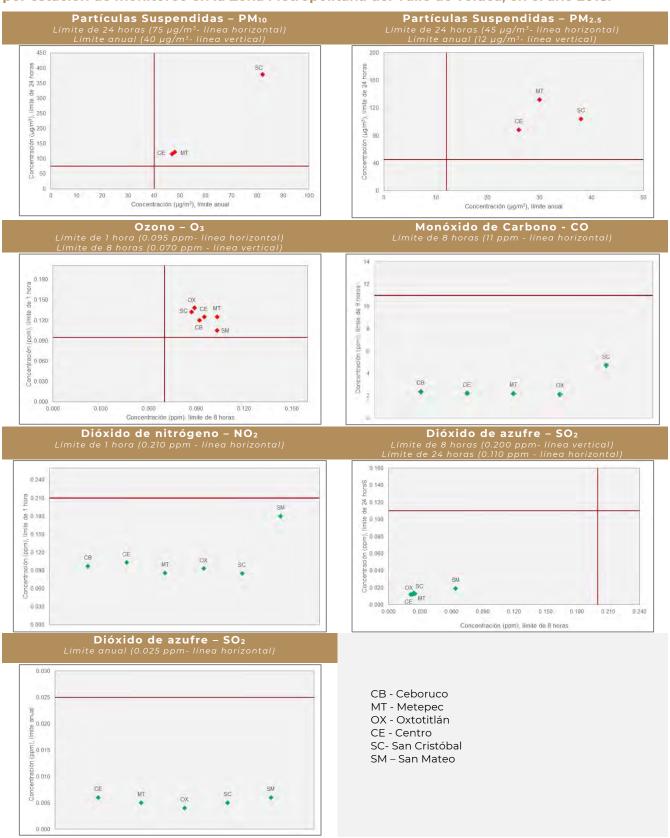
A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante y estación de monitoreo en el año 2018. Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 74 y en la Tabla 30. En ellas, se puede apreciar que:

PM₁₀. En 2018, se contó con infraestructura para medir este contaminante en 6 estaciones de monitoreo. En 3 de ellas se incumplió la norma al superarse los dos límites normados, en tanto que en tres más no se generó información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento como lo establece la norma misma. La concentración más alta tanto de 24 horas como anual se registró en la estación San Cristóbal (SC), ubicada en el municipio de Toluca, con valores de 378 μg/m³ y 82 μg/m³, respectivamente. La primera equivale a 5 y la segunda a 2 veces el valor límite respectivo (75 y 40 μg/m³). La concentración de 378 μg/m³, se registró el primero de enero, muy probablemente como consecuencia de la quema de pirotecnia y encendido de fogatas.

^{✓=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Figura 74. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2018.



- PM_{25} . De las 6 estaciones con capacidad para medir este contaminante en 2018, sólo en 3 se pudo evaluar el cumplimiento de la norma respectiva y el resultado de dicha evaluación fue negativo al superar, en todos los casos, los dos límites normados. La concentración promedio más alta de 24 horas fue de 132 µg/m³ y se registró en Metepec (MT), en tanto que el promedio anual más alto fue de 38 µg/m³ y ocurrió en Toluca, específicamente en la estación San Cristóbal (SC). Ambas concentraciones equivalen a alrededor de 3 veces el límite normado correspondiente.
- Ozono. En 2018, el ozono se midió en 6 estaciones. En todas ellas se incumplió la norma de salud ambiental correspondiente al rebasarse los dos límites normados. La concentración más alta de 1 hora se registró en Toluca (estación Oxtotitlán - OX), en tanto que la de 8 horas ocurrió en Metepec (MT) y San Mateo (SM). Los valores de dichas concentraciones fueron de 0.138 ppm y 0.103 ppm, respectivamente. El primer valor es superior al límite normado en un 45% y el segundo en un 47%.
- CO_1 , NO_2 y SO_2 . En cuanto al monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, en 2018 se contó con infraestructura para su medición en las 6 estaciones de monitoreo en operación en la ZMVT. En ninguna de las estaciones de monitoreo donde fue posible la evaluación de cumplimiento se rebasaron los límites normados correspondientes.

Tabla 30. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2018).

| Contaminante | Límit | e normado | | Tol | uca | | Met | epec | San Mateo |
|----------------------------------|-------|-------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | | | AP | CE | OX | SC | СВ | MT | SM |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | FO | 116 | DI | 378 | DI | 122 | DI |
| WPIVII0 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | FO | 47 | DI | 82 | DI | 48 | DI |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | FO | 88 | DI | 104 | DI | 132 | DI |
| (*)PM2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | FO | 26 | DI | 38 | DI | 30 | DI |
| ⁽²⁾ O 3 | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | FO | 0.125 | 0.138 | 0.132 | 0.120 | 0.125 | 0.105 |
| \-i\O₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | FO | 0.095 | 0.089 | 0.087 | 0.092 | 0.103 | 0.103 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | FO | 2 | 2 | 5 | 2 | 2 | DI |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | FO | 0.103 | 0.093 | 0.085 | 0.097 | 0.086 | 0.180 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | FO | 0.021 | 0.023 | 0.024 | DI | 0.025 | 0.064 |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | FO | 0.012 | 0.012 | 0.014 | DI | 0.013 | 0.019 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | FO | 0.006 | 0.004 | 0.005 | DI | 0.005 | 0.006 |

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a); (2) NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994); (5) NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010)

FO = Fuera de operación por reubicación. DI = Datos insuficientes

Cumple con el límite normado.

⁼ No cumple con el límite normado.

El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado

Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

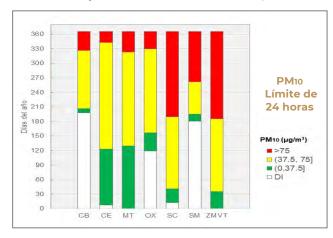
B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

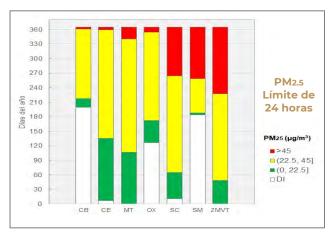
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 75 se puede observar que:

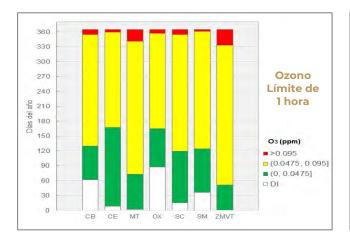
- PM₁₀. La mala calidad del aire por PM₁₀ estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo, incluso en aquellas en las que no se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma, lo que en cualquier caso indica un riesgo a la salud de la población. Las estaciones de monitoreo en las que se rebasó el límite normado con mayor frecuencia son: San Cristóbal (SC) y San Mateo (SM), donde tal condición se presentó en 176 y 104 días, respectivamente. A nivel de toda la zona metropolitana esta situación se presentó en 180 días, esto es, en el 49% de los días del año.
- PM₂₅. Las estaciones San Cristóbal (SC) y San Mateo (SM), fueron las que presentaron el mayor porcentaje de días con calidad del aire mala por PM₂₅, representando el 28% de los días del año en el caso de SC y el 29% de los días en el caso de SM. A nivel de toda la zona metropolitana, el límite normado de 24 horas se rebasó en el 38% de los días del año. Al igual que con las PM₁₀, se registraron concentraciones de PM₂₅ por arriba del límite normado en todas las estaciones, incluso en aquellas con una recuperación de datos inferior al 75%, destacando el caso de la estación San Mateo, donde esta condición se presentó en 107 de los 181 días con datos suficientes.
- Ozono. Los días con mala calidad del aire por ozono estuvieron presentes en todas las estaciones de monitoreo y su frecuencia de ocurrencia varió entre el 1% de los días del año en la estación San Mateo (SM) y el 7% en Metepec (MT).
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con buena calidad del aire en todas las estaciones de monitoreo y no se registró ni un día con mala calidad del aire.

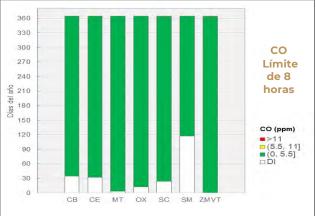
La Tabla 31 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de toda la zona metropolitana. En ella, se aprecia que el contaminante de que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la región son las PM_{10} (49%), seguido de las $PM_{2.5}$ (38%) y el O_3 (9%), en tanto que CO, NO_2 y SO_2 , no representaron un problema de calidad del aire al no registrar en ninguno de los días con información válida y suficiente concentraciones superiores al límite normado correspondiente.

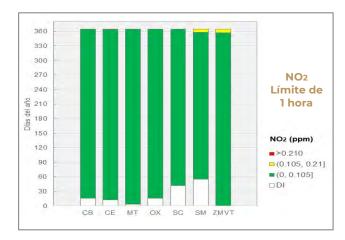
Figura 75. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el año 2018.

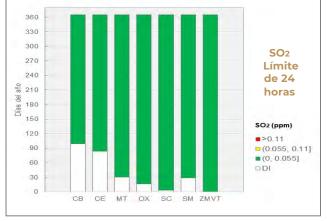












CB - Ceboruco MT - Metepec OX - Oxtotitlán CE - Centro SC- San Cristóbal SM – San Mateo

Tabla 31. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM₂₅ y SO₂ en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca en el año 2018.

| | No días con datos válidos | 365 |
|-----------------------|------------------------------|-----|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 180 |
| | % días > 75 µg/m³ | 49% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 138 |
| | % días > 45 μg/m³ | 38% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 32 |
| | % días > 0.095 ppm | 9% |

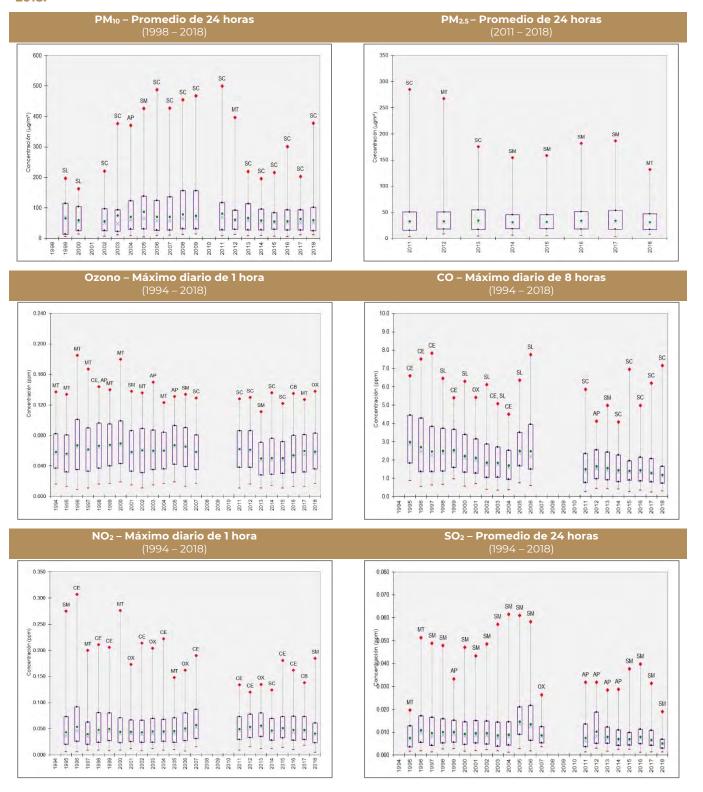
| | No días con datos válidos | 365 |
|-----------------|------------------------------|-----|
| со | No días > 11 ppm | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| SO₂ | No días > 0.110 ppm | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0% |

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 76 muestra, a nivel de toda la zona metropolitana, la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en el periodo 1994 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se puede destacar que:

- PM_{10.} Tanto la concentración promedio como el percentil 90 y el máximo en el periodo 2012-2018 son, en general, menores a los registrados en la década previa; sin embargo, es apreciable una ligera tendencia creciente en estos mismos indicadores en el periodo 2015 2018.
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅ se observa una variabilidad aleatoria y poco significativa en todos los indicadores, salvo para los máximos. En cualquier caso, se aprecia que el promedio, el percentil 90 y el máximo muestran un comportamiento ligeramente al alza entre 2014 y 2017. En 2018, el máximo disminuyó de manera importante, en tanto que los demás indicadores se mantuvieron prácticamente sin cambio.
- Ozono. En el caso del ozono destaca una ligera tendencia creciente entre 2013 y 2018, tanto en el promedio como en los percentiles 10 y 90, aunque la misma no es significativa.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a CO, NO₂ y SO₂ se observa una tendencia a la baja, entre 2012 y 2018, especialmente en el promedio y el percentil 90. Los máximos muestran una tendencia al alza en los tres años más recientes en el caso del CO y a la baja en el caso del SO₂.

Figura 76. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la ZMVT en el periodo 1993 – 2018.

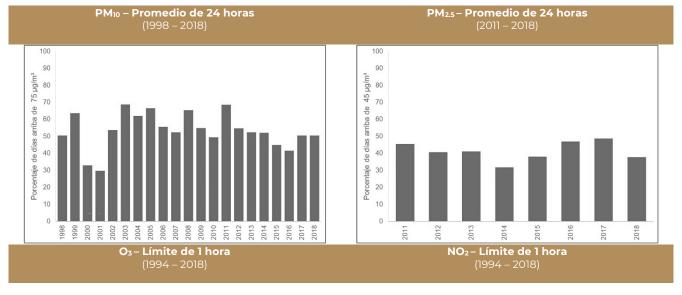


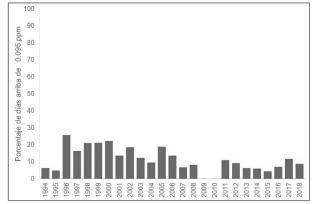
D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

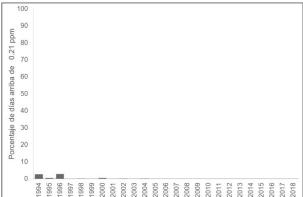
La Figura 77 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante. En ella, se observa que:

- PM_{10.} Para PM₁₀, el 2001 fue el año con el menor porcentaje de días en esta condición (30%), en tanto que el porcentaje más alto se registró en los años 2003 y 2011 (69%). Como tendencia, destaca que de 2011 a 2016 hay una disminución importante en el número de días con concentraciones superiores al límite normado, pasando del 69% al 41% de los días de cada año en esta condición. En 2017 y 2018 dicha tendencia se ve interrumpida al registrarse un ligero repunte.
- PM₂₅. Las PM₂₅, por su parte, presentaron una tendencia al alza entre 2014 y 2017. En este periodo de tiempo la ZMVT pasó de tener el 32% de los días del año 2014 con concentraciones superiores al límite normado vigente a 49% de los días en 2017. En 2018, nuevamente disminuyó este porcentaje a 38%.
- Ozono. La tendencia histórica de este indicador con respecto al ozono ha sido irregular, con periodos de tiempo que muestran una tendencia decreciente (2000 a 2004, 2005 a 2007 y 2011 a 2015) y otros con una tendencia al alza (1997 a 2000 y 2015 a 2017). El año con el porcentaje más bajo de días con concentraciones arriba del límite normado ha sido, hasta ahora, 1995 (5%) y el año con el porcentaje más alto de días en esta condición es 1996 (26%).
- CO, NO₂ y SO₂. El CO y el SO₂, no han registrado concentraciones superiores al límite diario normado vigente en ninguno de los años con información disponible (1994-2018) y el NO₂ no ha registrado concentraciones superiores al límite normado actual desde el año 2005. Por esta razón no se incluyen las gráficas correspondientes en la Figura 5.

Figura 77. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1994 – 2018.







E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

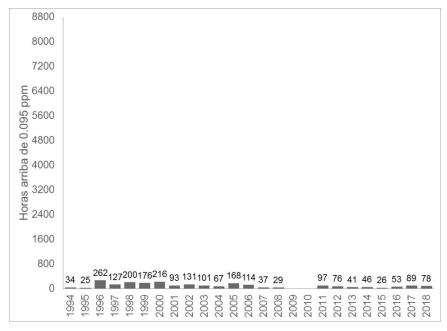
Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora en toda la zona metropolitana.

En la Figura 78, se muestra que en la ZMVT el año con la menor cantidad de horas con concentraciones superiores al límite normado actual fue 1995 con 25 y el año con la mayor cantidad de días en esta condición fue el 1996 con un total de 262.

Como tendencia se puede destacar que de 2011 a 2015 se registró una reducción consistente en la que se pasó de 97 a 26 horas con concentraciones superiores al límite normado; sin embargo, esta

tendencia se invirtió en los años 2016, 2017 y 2018. En este último año se registraron 78 horas con concentraciones superiores al límite normado.

Figura 78. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 1994 – 2018.



F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

Finalmente, la Tabla 32 y la Figura 79 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de toda la zona metropolitana.

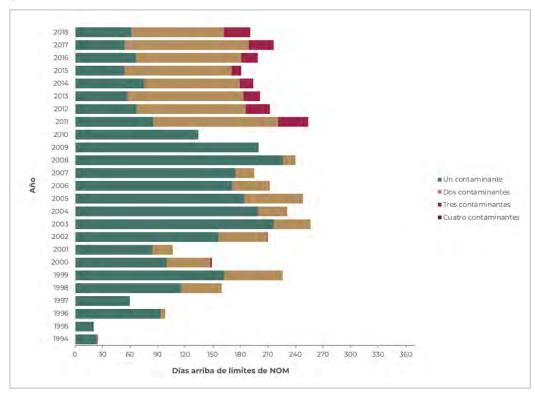
En 2003, que es el año con las peores condiciones de acuerdo con este indicador, se incumplió al menos una de las normas de calidad del aire en 256 de los 365 días del año (70%). De ellos, en 216 días se rebasó el límite de 1 contaminante y en 40 días el límite de 2 contaminantes. El año 1995, por el contrario, se identifica como el año más limpio, pues sólo en 20 días se rebasó uno de los límites normados vigentes. Esto equivale al 5% de los días del año.

Otro aspecto que destaca es que de 2011 a la fecha aumentó de manera notoria la cantidad de días por año en los que se rebasó el límite diario normado de dos y tres contaminantes (ozono, PM_{10} y $PM_{2.5}$), aunque es importante señalar que en 2011 inició el monitoreo de $PM_{2.5}$ en esta región. En 2018 hubo una ligera reducción en el número de días en que se rebasó al menos un límite normado de algún contaminante, respecto a lo ocurrido en 2017.

Tabla 32. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 1994 – 2018.

| Año | No. de días con | No. de días | Número de días | s con concentracior de cualquier | nes por arriba de los contaminante | s límites actuales |
|------|--------------------|-------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| AHO | datos | > NOM | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | contaminante | contaminantes | contaminantes | contaminantes |
| 1994 | 365 | 25 | 24 | 1 | 0 | 0 |
| 1995 | 365 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 360 | 98 | 93 | 5 | 0 | 0 |
| 1997 | 365 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 |
| 1998 | 365 | 160 | 115 | 45 | 0 | 0 |
| 1999 | 363 | 226 | 162 | 64 | 0 | 0 |
| 2000 | 363 | 149 | 100 | 47 | 2 | 0 |
| 2001 | 365 | 106 | 84 | 22 | 0 | 0 |
| 2002 | 365 | 210 | 156 | 53 | 1 | 0 |
| 2003 | 365 | 256 | 216 | 40 | 0 | 0 |
| 2004 | 366 | 231 | 199 | 32 | 0 | 0 |
| 2005 | 365 | 248 | 184 | 64 | 0 | 0 |
| 2006 | 365 | 212 | 171 | 41 | 0 | 0 |
| 2007 | 365 | 195 | 174 | 21 | 0 | 0 |
| 2008 | 366 | 240 | 226 | 14 | 0 | 0 |
| 2009 | 365 | 200 | 200 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | 271 | 134 | 134 | 0 | 0 | 0 |
| 2011 | 365 | 254 | 85 | 136 | 33 | 0 |
| 2012 | 366 | 212 | 67 | 119 | 26 | 0 |
| 2013 | 365 | 201 | 56 | 127 | 18 | 0 |
| 2014 | 365 | 194 | 75 | 104 | 15 | 0 |
| 2015 | 365 | 181 | 54 | 116 | 11 | 0 |
| 2016 | 366 | 199 | 66 | 115 | 18 | 0 |
| 2017 | 365 | 216 | 54 | 135 | 27 | 0 |
| 2018 | 365 | 191 | 61 | 101 | 29 | 0 |

Figura 79. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 1994 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 GUANAJUATO

En 2018 los límites normados de este contaminante se rebasaron en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao. En Purísima del Rincón donde no se puede establecer incumplimiento de Norma por insuficiencia de datos también se registraron días con concentraciones de PM₁₀ superiores al límite normado de 24 horas. Las concentraciones más altas se registraron en Irapuato y en Celaya, ciudades en las que también se rebasó el límite normado con mayor frecuencia a lo largo del año (174 y 143 días, respectivamente).

Esta Norma se cumplió en San Luis de La Paz, Guanajuato y San Miguel de Allende y se incumplió en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Abasolo. La concentración más alta tanto como promedio de 24 horas como promedio anual se registró en la ciudad de Salamanca, en donde también se registró la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado con un total de 5.

Se cumplió la norma de ozono en Salamanca, Silao y Purísima del Rincón, en tanto que se incumplió en Celaya, Irapuato y León. En Celaya e Irapuato se rebasó el límite normado de 1 hora en un día y en León en dos días. En todos los casos, las concentraciones registradas fueron entre 3 y 9% superiores a dicho límite.

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo de todas las ciudades en donde fueron medidos durante el año 2018.



A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Silao y Purísima del Rincón son las PM₁₀, siendo Celaya el sitio donde esta situación se presenta con mayor frecuencia, pues en 2018 el 48% de los días del año registraron concentraciones superiores al límite normado correspondiente. En Abasolo el contaminante de preocupación son las PM_{2.5}, el cual registró concentraciones superiores al límite normado en el 1% de los días del año.

En 2018 el número de días en que se incumple al menos una NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad, fue de 175 en Celaya, 144 en Irapuato, 116 en León, 110 en Salamanca, 76 en Silao, 5 en Purísima del Rincón, 3 en Abasolo y ninguno en San Luis de la Paz, Guanajuato y San Miguel de Allende.

INFORMACIÓN GENERAL

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Guanajuato**, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado, estuvo integrado en el año 2018, por 26 estaciones de monitoreo, distribuidas en las redes de monitoreo de Celaya, Irapuato, León y Salamanca, así como por las estaciones de monitoreo ubicadas en los municipios de Silao, Purísima del Rincón, San Luis de la Paz, Guanajuato, San Miguel de Allende, Abasolo, Villagrán, Dolores Hidalgo, Cortazar, Juventino Rosas, Acámbaro, Moroleón, San José Iturbide y San Francisco del Rincón. La Tabla 33 muestra las estaciones de monitoreo que conforman cada red, así como la capacidad de medición de contaminantes en cada estación y el año en que cada una de ellas inició su operación. Por otra parte, la Figura 80, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo listadas en la Tabla antes referida.

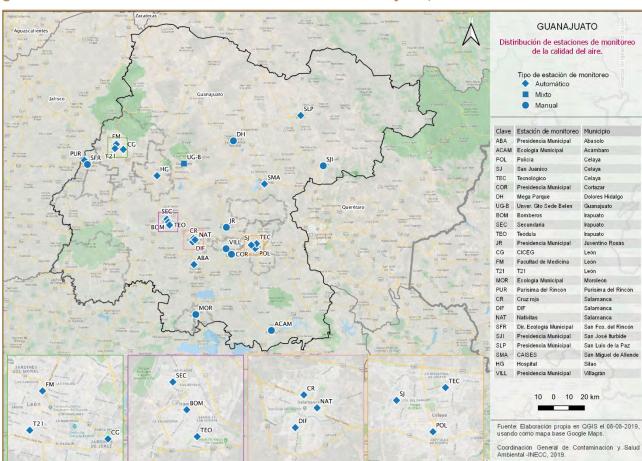


Figura 80. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Guanajuato, 2018.

Tabla 33. Estaciones que conformaron el SMCA de Guanajuato en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Red de | F : :/ + | CI. | Tipo de equipo y | | Con | tami | nantes | ; | |
|-----------|---|-------|-------------------------------|----------|-------------------|----------|-----------------|-----------------|----------|
| monitoreo | Estación* | Clave | año de inicio de operación | PM10 | PM _{2.5} | О3 | SO ₂ | NO ₂ | СО |
| | Policía | POL | Automático (2002) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ¤ | ✓ |
| Celaya | San Juanico | SJ | Automático (2001) | ✓ | ✓ | √ | ✓ | √ | ✓ |
| | Tecnológico | TEC | Automático (2002) | √ | ¤ | ✓ | ¤ | √ | ¤ |
| | Bomberos | ВОМ | Automático (2000) | ✓ | ✓ | √ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Irapuato | Secundaria | SEC | Automático (2002) | √ | ¤ | ✓ | ✓ | √ | ✓ |
| | Teódula | TEO | Automático (2001) | √ | √ | ✓ | ✓ | √ | ✓ |
| | CICEG | CG | Automático (2003) | ✓ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| León | Facultad de Medicina | FM | Automático (2007) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | √ |
| | IMSS - T21 | T21 | Automático (2006) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | √ |
| | Cruz Roja | CR | Automático (1999) | ✓ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Salamanca | DIF | DIF | Automático (2000) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Nativitas | NAT | Automático (2002) | ✓ | ¤ | √ | ✓ | ✓ | √ |
| | Hospital General (Silao) | HG | Automático (2006) | √ | ¤ | ✓ | √ | √ | ✓ |
| į | DIF Municipal (Purísima del Rincón) | PUR | Automático (2014) | √ | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Presidencia Municipal (San Luis de la Paz) | SLP | Automático (2015) | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Universidad de Guanajuato Sede Belén (Guanajuato) | UG-B | Automático (2015) | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | CAISES (San Miguel de Allende) | SMA | Automático (2005) | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Presidencia municipal (Abasolo) | ABA | Automático (2005) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Presidencia Municipal (Villagrán) | VILL | Manual (2005) | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Mega Parque (Dolores Hidalgo) | DH | Manual (2005) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Presidencia Municipal (Cortazar) | COR | Manual (2005) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Presidencia Municipal (Juventino Rosas) | JR | Manual (2005) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Dirección Ecología Municipal (Acámbaro) | ACAM | Manual (2010) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Dirección Ecología Municipal (Moroleón) | MOR | Manual (2010) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Presidencia Municipal (San José Iturbide) | SJI | Manual (2014) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Dirección Ecología Municipal (San Francisco del Rincón) | SFR | Manual (2009) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

^{*} En el caso de las estaciones que por definición no forman parte de una red de monitoreo, entre paréntesis se indica el nombre de la ciudad donde se encuentra ubicada.

 $[\]pi\,$ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante. \checkmark = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

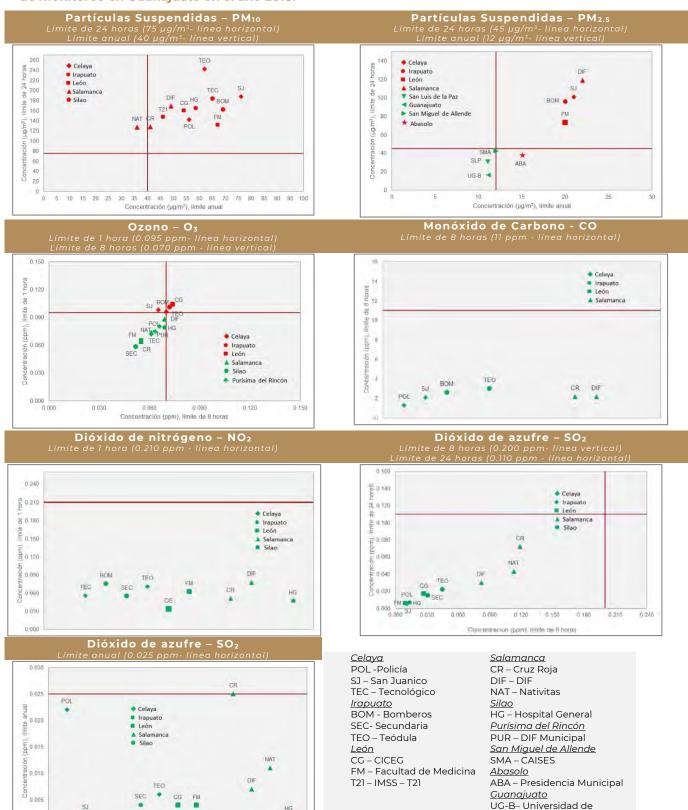
Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire del estado de Guanajuato para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias de los valores promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 81 y en la Tabla 34. En ellas se puede apreciar que:

- PM₁₀. La Norma de PM₁₀ se incumplió en todas las estaciones de monitoreo de Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao. En todas ellas, salvo en la estación Nativitas (NAT) de Salamanca, se rebasaron los dos límites normados (24 horas y anual). La concentración más alta de este contaminante, como promedio de 24 horas, se registró en Irapuato, en tanto que como promedio anual la concentración más alta ocurrió en Celaya. Dichas concentraciones fueron: 242 μg/m³ y 76 μg/m³, respectivamente y equivalen a poco más de 3 veces y casi 2 veces el límite normado correspondiente.
- PM₂₅. La Norma de PM₂₅ se cumplió en San Luis de La Paz, Guanajuato y San Miguel de Allende, en tanto que en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Abasolo se rebasó al menos uno de los dos límites normados, lo que condujo al incumplimiento de dicha norma. La concentración más alta tanto como promedio de 24 horas como promedio anual se registró en la ciudad de Salamanca, con registros de 119 μg/m³ y 22 μg/m³, respectivamente. Dichas concentraciones equivalen a 1.6 y 1.8 veces el límite normado respectivo.
- Ozono. La Norma de ozono se cumplió en Salamanca, Silao y Purísima del Rincón, en tanto que en Celaya, Irapuato y León se registró incumplimiento de esta. La concentración más alta, tanto como promedio de una hora como de 8 horas, se registró en León. Estas concentraciones fueron 0.104 ppm y 0.074 ppm, respectivamente. La primera es 9% superior al límite normado y la segunda 5% superior al límite correspondiente.
- CO, NO₂ y SO₂. Las normas de calidad del aire de estos contaminantes se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo donde fue posible llevar a cabo esta evaluación.

Figura 81. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Guanajuato en el año 2018.



Guanajuato

Tabla 34. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Guanajuato (2018).

| Contaminante | Lími <u>te</u> | normado | | Celaya | | li li | rapuato | | | León | | Salamanca | | | Silao |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-----|-----------|-------|-------|-------|
| | | | POL | SJ | TEC | ВОМ | SEC | TEO | CG | FM | T21 | CR | DIF | NAT | HG |
| (I) = 1. | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 142 | 188 | 184 | 162 | DI | 242 | 160 | 132 | 147 | 128 | 169 | 127 | 166 |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 56 | 76 | 65 | 69 | DI | 62 | 54 | 67 | 46 | 41 | 49 | 36 | 58 |
| (I)DA4 | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | DI | 101 | ¤ | 96 | ¤ | DI | DI | 73 | ¤ | DI | 119 | ¤ | ¤ |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI | 21 | ¤ | 20 | ¤ | DI | DI | 20 | ¤ | DI | 22 | ¤ | ¤ |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.075 | 0.098 | 0.072 | 0.101 | 0.058 | 0.096 | 0.104 | 0.065 | DI | 0.064 | 0.088 | 0.074 | 0.078 |
| (-)O₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.063 | 0.065 | 0.061 | 0.072 | 0.052 | 0.070 | 0.074 | 0.055 | DI | 0.055 | 0.069 | 0.061 | 0.069 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 1 | 2 | ¤ | 3 | DI | 3 | DI | DI | DI | 2 | 2 | DI | DI |
| ⁽⁴⁾ NO₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | ¤ | DI | 0.056 | 0.075 | 0.055 | 0.071 | 0.034 | 0.063 | FO | 0.051 | 0.078 | DI | 0.049 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.011 | 0.011 | ¤ | DI | 0.031 | 0.045 | 0.027 | 0.009 | DI | 0.119 | 0.082 | 0.113 | 0.014 |
| (5)SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.006 | 0.005 | ¤ | DI | 0.015 | 0.022 | 0.017 | 0.009 | DI | 0.119 | 0.082 | 0.113 | 0.014 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.022 | 0.002 | ¤ | DI | 0.015 | 0.022 | 0.017 | 0.006 | DI | 0.072 | 0.030 | 0.043 | 0.007 |

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes. ¤ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

⁼ Cumple con el límite normado.

⁼ No cumple con el límite normad.

El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y

> Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Continuación...

| Contaminante | Límite normado | | Purísima del Rincón | San Luis de la Paz | Guanajuato | San Miguel de Allende | Abasolo | Villagrán | Dolores Hidalgo | Cortazar | Juventino Rosas | Acámbaro | Moroleón | San José Iturbide | San Francisco del Rincón |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|--------------------------|---------|-----------|--------------------|----------|--------------------|----------|----------|-------------------------|-----------------------------------|
| | | | PUR | SLP | UG-B | SMA | ABA | VILL | DH | COR | JR | ACAM | MOR | SJI | SFR |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | DI | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | IND | ¤ | ¤ | DI | IND | IND | ¤ |
| "PM ₁₀ | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | DI | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | IND | ¤ | ¤ | DI | IND | IND | ¤ |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | ¤ | 31 | 16 | 42 | 38 | IND | ¤ | IND | IND | ¤ | ¤ | ¤ | IND |
| **PIVI _{2.5} | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | ¤ | 11 | 11 | 12 | 15 | IND | ¤ | IND | IND | ¤ | ¤ | ¤ | IND |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.080 | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ₩ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.066 | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

IND= Información no disponible.

¤ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

= Cumple con el límite normado.

= No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- > Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

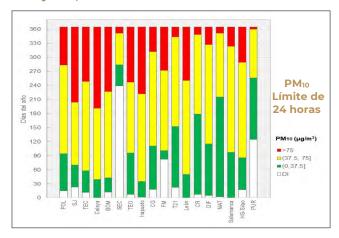
Este indicador, que se generó sólo con información proveniente de equipos de medición automática por su mayor cobertura espacial y temporal, ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con problemas potenciales de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 82 se puede observar que:

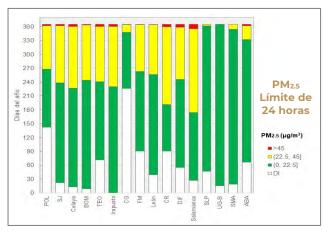
- PM₁₀. Días con mala calidad del aire por PM₁₀ se registraron en todas las ciudades donde este contaminante fue medido en 2018, siendo más frecuentes en Celaya (POL, SJ y TEC), Irapuato (BOM y TEO) y León (CG, FM y T21) con un total de 174, 143 y 115 días en esta condición, respectivamente. A nivel de estación de monitoreo la mayor cantidad de días con mala calidad del aire por PM₁₀ se registró en Teódula (TEO), en la ciudad de Irapuato, con un total de 118, lo que representa el 32% de los días del año. En contraparte, Purísima del Rincón (PUR) fue la ciudad donde se registró la menor cantidad de días en esta condición con un total de 5, que representan el 1.4% de los días del año.
- PM₂₅. No se presentó ningún día con mala calidad del aire por PM₂₅ en San Luis de la Paz, Guanajuato (UG-B) y San Miguel de Allende (SMA), en tanto que ello si ocurrió en Celaya (5 días), Irapuato (5 días), León (1 día), Abasolo (3 días) y Salamanca (10 días). Otro aspecto que destaca es la gran cantidad de días con información insuficiente para generar este indicador en la estación CICEG (CG) de la ciudad de León. Los días en esta condición representaron más del 60% de los días del año.
- Ozono. No se registró ni un sólo día con mala calidad del aire por ozono en Salamanca, Silao y Purísima del Rincón, en tanto que en Celaya e Irapuato ello ocurrió sólo en un día y en León en dos días.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre prácticamente la totalidad de los días del año, en todas las estaciones de monitoreo, registraron concentraciones que los ubicaron en la categoría de buena calidad del aire.

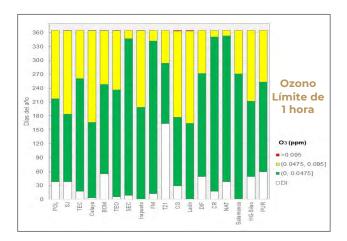
La Tabla 35 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de ciudad.

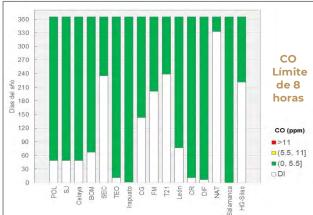
En ella, se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Celaya, Irapuato, León, Salamanca, Silao y Purísima del Rincón son las PM_{10} , siendo Celaya la ciudad donde esta situación se presenta con mayor frecuencia, pues el 48% de los días del año registraron concentraciones superiores al límite normado. En Abasolo, se superó el límite normado de PM_{25} en el 1% de los días del año con datos válidos.

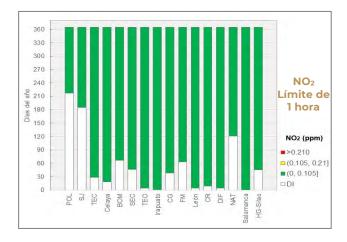
Figura 82. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Guanajuato, en el año 2018.











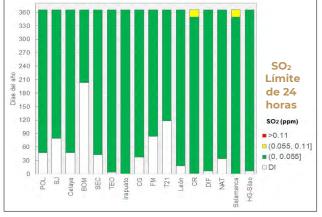


Tabla 35. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en Guanajuato en el año 2018.

| | | PM ₁₀ | | | PM _{2.5} | | | O ₃ | |
|-----------------------|--|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm |
| Celaya | 365 | 174 | 48% | 352 | 5 | 1% | 362 | 1 | 0.3% |
| Irapuato | 364 | 143 | 3% | 365 | 5 | 1% | 365 | 1 | 0.3% |
| León | 365 | 115 | 32% | 326 | 1 | 0.3% | 365 | 2 | 0.6% |
| Salamanca | 365 | 42 | 12% | 338 | 10 | 3% | 364 | 0 | 0% |
| Silao | 348 | 76 | 22% | ¤ | ¤ | ¤ | 316 | 0 | 0% |
| Purísima del Rincón | 241 | 5 | 2% | ¤ | ¤ | ¤ | 306 | 0 | 0% |
| San Luis de la Paz | ¤ | ¤ | ¤ | 318 | 0 | 0% | ¤ | ¤ | ¤ |
| Guanajuato | ¤ | ¤ | ¤ | 350 | 0 | 0% | ¤ | ¤ | ¤ |
| San Miguel de Allende | ¤ | ¤ | ¤ | 346 | 0 | 0% | ¤ | ¤ | ¤ |
| Abasolo | ¤ | ¤ | ¤ | 299 | 3 | 1% | ¤ | ¤ | ¤ |

| | | СО | | | NO ₂ | | | SO ₂ | |
|-----------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm |
| Celaya | 365 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% |
| Irapuato | 365 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% |
| León | 358 | 0 | 0% | 362 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% |
| Salamanca | 365 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% |
| Silao | 298 | 0 | 0% | 275 | 0 | 0% | 360 | 0 | 0% |
| Purísima del Rincón | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| San Luis de la Paz | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Guanajuato | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| San Miguel de Allende | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Abasolo | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

z = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

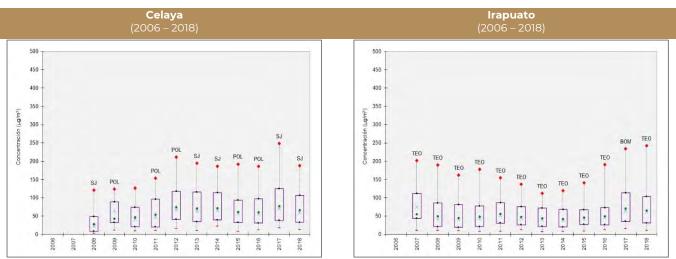
C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Las Figuras 83 a 88 muestran, a nivel de ciudad, la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en el periodo 2006 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se puede destacar lo siguiente:

PM₁₀. Las PM₁₀ muestran un incremento importante en las concentraciones máximas y promedio alcanzadas en los años más recientes en Irapuato (2014 a 2018) y Silao (2015 a 2018). En Salamanca, por el contrario, la tendencia del máximo ha sido a la baja en el periodo 2016 a 2018. En el resto de las ciudades el comportamiento de estos indicadores no muestra una tendencia definida. En 2018 la concentración más alta de PM₁₀ se registró en Irapuato, en tanto que el promedio más elevado ocurrió en Celaya, seguida de la registrada en Irapuato (Figura 83).

- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅, el promedio y el percentil 90 tienen una tendencia al alza en Celaya e Irapuato de 2015 a 2017, indicadores que en 2018 disminuyeron. Comportamiento contrario a lo observado en las concentraciones máximas, las cuales, en ambas ciudades, en 2018 fueron las más altas registradas a la fecha. En Salamanca y San Miguel de Allende tanto el promedio como el percentil 90 mostraron poca variación respecto a lo observado en años previos. En Abasolo, ambos indicadores fueron más bajos en 2018 (Figura 84).
- Ozono. Para ozono no es posible establecer una tendencia, pues de un año a otro se observan cambios tanto al alza como a la baja respecto al año inmediato anterior en todas las ciudades y en todos los indicadores (mínimo, promedio, máximo, percentiles 10 y 90 y máximo). Incluso tampoco se observan diferencias significativas al comparar los indicadores entre ciudades; sin embargo, si se puede establecer que los promedios, los máximos y el percentil 90 suelen ser ligeramente más elevados en León, Irapuato y Silao. En 2018, todos los indicadores fueron ligeramente inferiores a los registrados en 2017 en todas las ciudades (Figura 85).
- CO. El CO muestra, en todas las ciudades, que las concentraciones registradas de 2016 a 2018 se han mantenido muy por debajo del límite normado, incluyendo las concentraciones máximas y, en cuanto al comportamiento, en este mismo periodo se observa poca variabilidad en todos los indicadores. Comparativamente hablando Irapuato es la ciudad que registra las concentraciones más altas asociadas tanto al promedio como al percentil 90 y los máximos (Figura 86).
- NO₂. En el caso del NO₂, es difícil identificar alguna tendencia histórica de las concentraciones pues hay una variabilidad aleatoria a lo largo del tiempo en todas las ciudades; sin embargo, se puede destacar que, en general, las concentraciones de este contaminante se mantienen muy por debajo de su límite normado vigente (0.021 ppm), especialmente en los seis años más recientes (Figura 87).
- SO₂. Finalmente, con respecto al SO₂ se observa que Salamanca es la ciudad donde se registran las concentraciones más altas asociadas tanto al promedio como al percentil 90 y al máximo, registrándose incluso incumplimiento del límite normado (0.110 ppm) del año 2000 al 2008 y en 2012, año a partir del cual hay una tendencia descendente del promedio y del percentil 90. En Celaya, Irapuato, León y Silao predominan concentraciones bajas en todo el periodo analizado (Figura 88).

Figura 83. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10} en Guanajuato en el periodo 2006 – 2018.



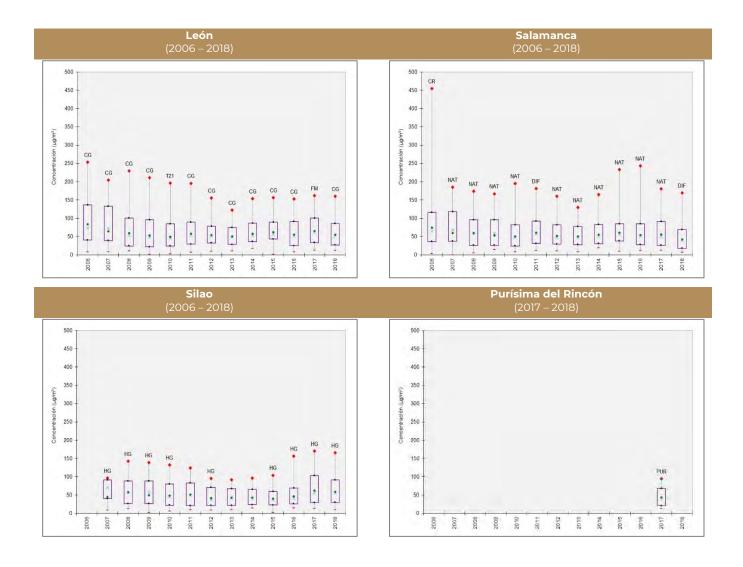
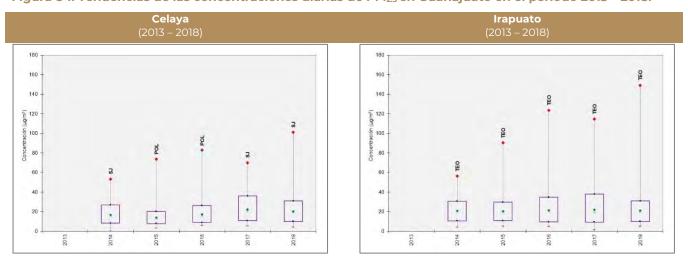


Figura 84. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{2.5} en Guanajuato en el periodo 2013 – 2018.



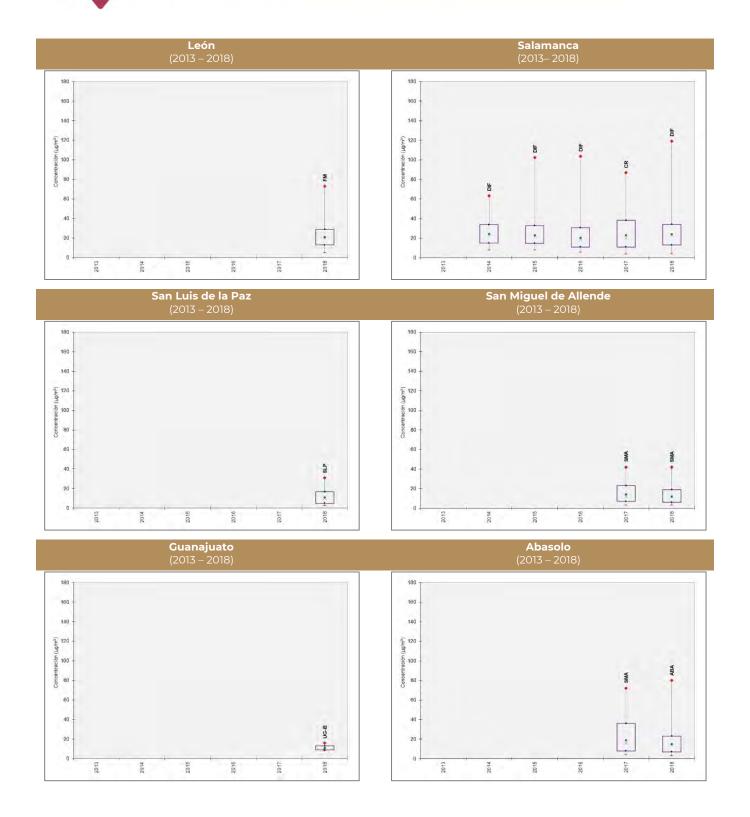


Figura 85. Tendencias de las concentraciones diarias de O₃ en Guanajuato en el periodo 2006 - 2018.

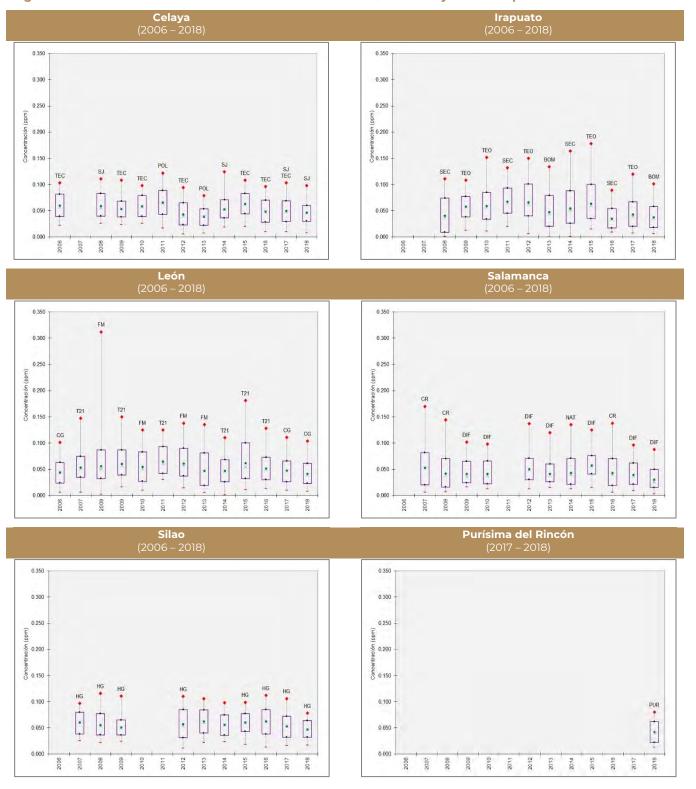


Figura 86. Tendencias de las concentraciones diarias de CO en Guanajuato en el periodo 2006 - 2018.

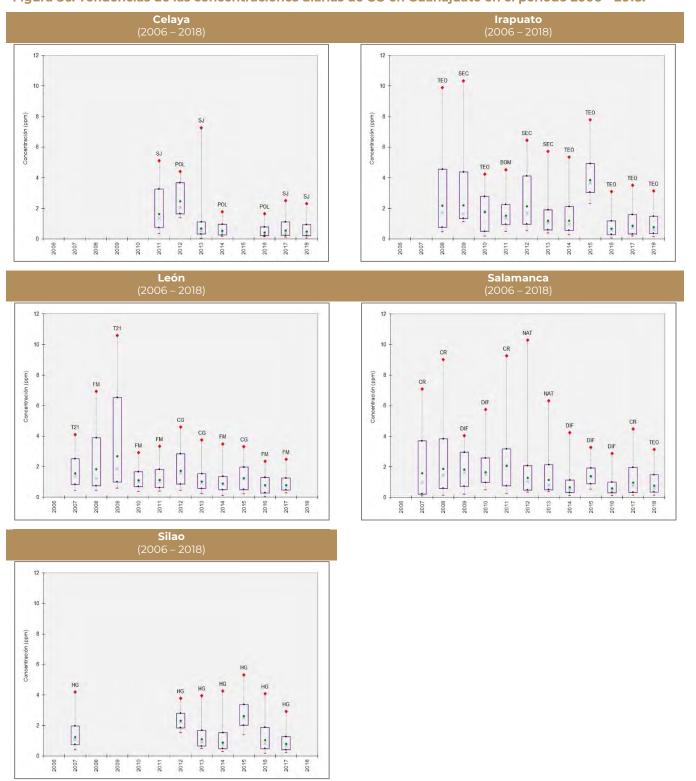


Figura 87. Tendencias de las concentraciones diarias de NO₂ en Guanajuato en el periodo 2006 - 2018.

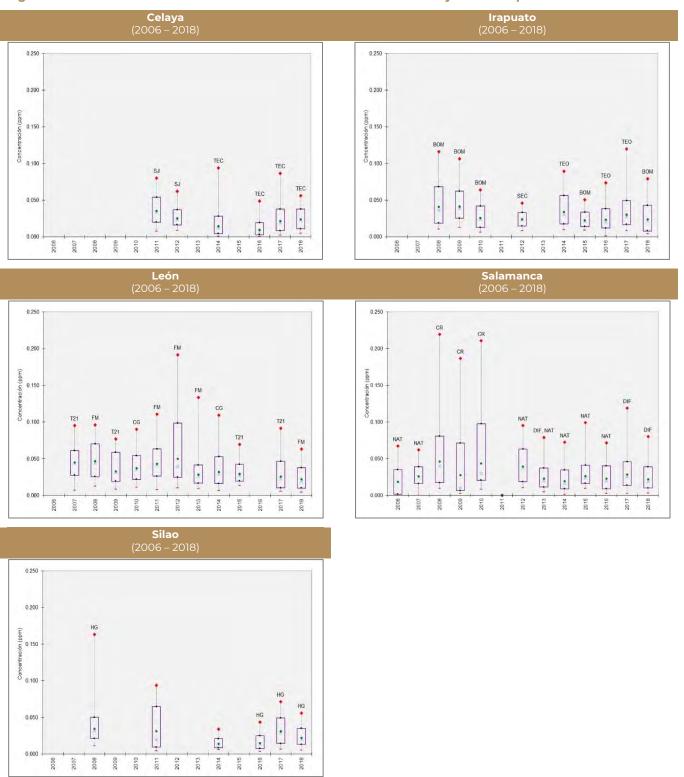
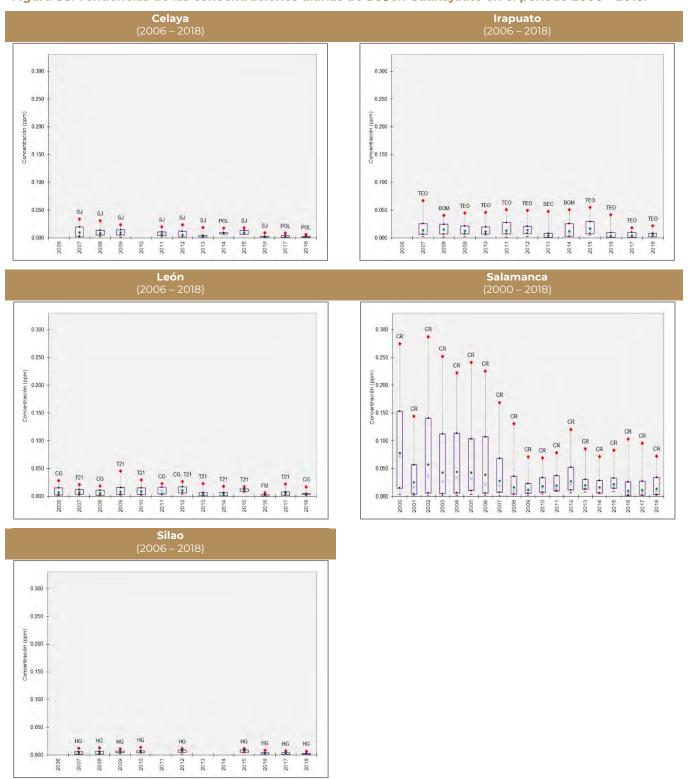


Figura 88. Tendencias de las concentraciones diarias de SO₂ en Guanajuato en el periodo 2000 - 2018.



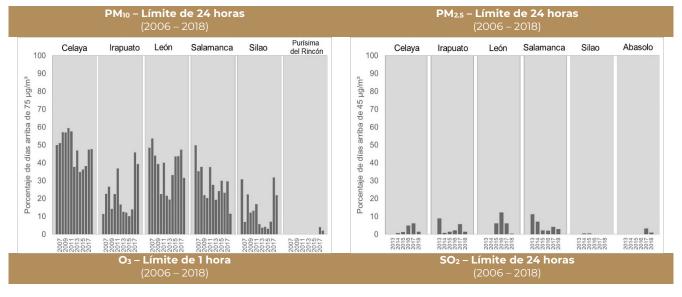
D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

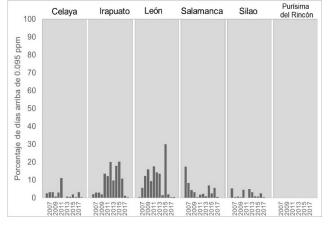
La Figura 89 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante a nivel de ciudad.

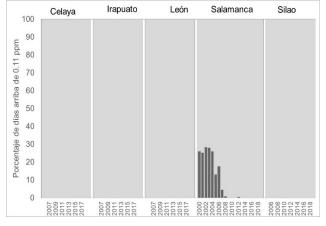
- PM₁₀. Con respecto a las PM₁₀ se observa que de 2015 a 2017 en Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao se registró una tendencia al alza en este indicador; sin embargo, en 2018, salvo en Celaya, en el resto de las ciudades se registró una disminución importante de días con concentraciones superiores al límite normado de este contaminante. Las ciudades que históricamente registran más días por año con concentraciones por arriba del límite normado de PM₁₀ son Celaya (2006 a 2014 y 2018) y León (2015 a 2017).
- PM₂₅. En Celaya e Irapuato se observa una tendencia creciente del número de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente de PM₂₅ entre 2014 y 2017. En 2018 hubo una reducción significativa de días en esta condición en ambas ciudades. En León y Salamanca no hay una tendencia clara; sin embargo, en 2018 también se registró una reducción de días con concentraciones superiores al límite normado respecto a lo observado en 2017. En Silao y Abasolo se observa un comportamiento estable con muy pocos días por año en esta condición, en el primer caso en los años 2014 y 2015 y en el segundo en 2017 y 2018. Por su parte, en San Luis de la Paz, Guanajuato y San Miguel de Allende sólo se dispone de información para los años 2017 y 2018. En ambos casos, todos los días con información disponible registraron concentraciones de PM₂₅ inferiores al límite normado.
- Ozono. La tendencia de este indicador con respecto al ozono muestra que, en la ciudad de Celaya, del 2012 a la fecha, el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado ha variado entre 1% y 3% sin que se pueda establecer una tendencia. En Irapuato por su parte se observa una reducción significativa del año 2015 al 2018, periodo en el que se pasó del 20% al 0.3% de días en esta condición. En la ciudad de León hay un comportamiento irregular, con grandes cambios de un año a otro, así por ejemplo se observa un cambio de 14% a 1% de días en esta condición de 2013 a 2014 y luego a 30% en 2015 y a 2% en 2016. En 2018 sólo se registraron 2 días en esta condición, lo que representó el 0.5% de los días del año. En Salamanca se registró una disminución significativa de 2006 a 2010, pero después de ese año el comportamiento ha sido irregular con incrementos y decrementos de un año a otro. En 2018, no se registró ningún día con concentraciones superiores al límite normado de una hora de este contaminante. Esta condición también ocurrió en Silao y Purísima del Rincón. En general, en la entidad, son las ciudades de Irapuato y León las que históricamente suelen registrar la mayor cantidad de días por año con concentraciones arriba del límite normado.
- SO₂. En lo que respecta al SO₂, destaca que en las ciudades de Celaya, Irapuato, León y Silao nunca se han presentado concentraciones superiores al límite normado vigente de 24 horas, en tanto que en la ciudad de Salamanca esta situación sólo ha ocurrido de 2009 a 2011 y de 2013 a 2018. Por el contrario, en esta última ciudad, del año 2000 al 2008 y nuevamente en 2012 se registraron días con concentraciones superiores al límite referido en una cantidad tal que representaron entre el 0.5% (en 2012) y 28% (en 2002 y 2003) de los días de cada año.

CO y NO₂. No se incluyen los gráficos para CO y NO₂ debido a que sólo de manera esporádica se han superado los límites normados respectivos. En el caso del CO sólo se han registrado concentraciones superiores al límite diario normado en Irapuato (2010) y en León (2008), en cada caso con un total de dos días. El NO₂, sólo ha presentado concentraciones superiores al límite normado correspondiente en la ciudad de Salamanca en 2008 y 2010. En cada año con un solo día en estas condiciones.

Figura 89. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2006 – 2018.







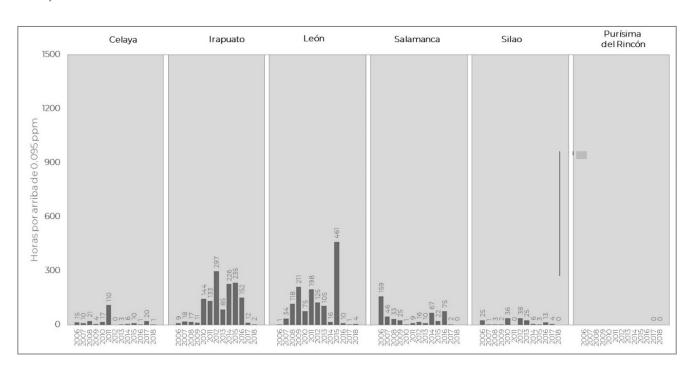
E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora. En este caso, el indicador se generó a nivel de ciudad y la Figura 90 muestra que en ninguna de las ciudades evaluadas se superó el 5% de las horas del año con concentraciones de ozono superiores al límite normado vigente.

De manera particular por ciudad destaca que en Celaya el año con la mayor cantidad de horas con concentraciones por arriba del límite normado fue 2011 con 110, en tanto que en 2012 no se registró ninguna hora por arriba de este umbral.

En Irapuato se observa una notable disminución de este indicador de 2012 a 2018, periodo en el que se pasó de 297 a 2 horas en esta condición. Esta misma tendencia se observa en León, pero en el periodo 2015 a 2018, donde se pasó de 461 horas a 4 horas con concentraciones de ozono que superaron el valor normado. En Salamanca y Silao no se aprecia ninguna tendencia, pues hay variaciones a la baja y al alza de un año a otro. Finalmente, en Purísima del Rincón sólo se tuvieron datos para los años 2017 y 2018, en los cuales no se registró ni una hora por arriba del umbral establecido en la Norma.

Figura 90. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2006 – 2018.



F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

Finalmente, la Tabla 36 y la Figura 91 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. En ellas se puede observar lo siguiente:

En Celaya se registró un incremento considerable de días fuera de NOM para al menos un contaminante a partir del año 2011. Desde entonces, en al menos 130 días de cada año se presentó esta situación y ello obedeció principalmente a PM_{10} . Asimismo, de 2013 a 2017 el número de días en los que se rebasa de manera simultánea el límite normado de dos contaminantes creció de manera sostenida, pasando de dos días en 2013 a 26 días en 2017.

En este año no sólo es el que registró el mayor número de días con concentraciones superiores al límite normado de al menos un contaminante con un total de 198, sino también la mayor cantidad de días en los que se rebasaron los límites normados de dos contaminantes con un total de 26 y tres contaminantes con un total de dos. En 2018, hubo una ligera reducción de días con concentraciones superiores a algún límite normado pasando de 198 a 175.

En Irapuato destaca el año 2017 como el año con más días en los que se incumple la normatividad vigente de calidad del aire con un total de 169. De ellos, en 148 se rebasó el límite normado de un solo contaminante, en 20 se rebasaron los límites de dos contaminantes y en uno el de tres contaminantes. Otro hecho a destacar en esta ciudad es que del 2013 al 2017 en todos los años, excepto 2015, se ha registrado al menos un día en el que se han rebasado los límites normados de tres contaminantes distintos. En 2018 se presentaron 144 días con concentraciones superiores a al menos un límite normado, lo que significó una ligera reducción respecto a lo observado en 2017, y destaca el hecho de que no se registró ningún día donde se rebasaran de manera simultánea los límites de 3 contaminantes.

León es la ciudad del Estado de Guanajuato en la que con mayor frecuencia se presentan días con concentraciones superiores a los límites normados de calidad del aire para al menos un contaminante, así, por ejemplo, en el periodo analizado la cantidad de días por año en esta condición varió entre el 28% (en 2013) y 65% (en 2015). 2015 fue el año en que se rebasó con más frecuencia el límite normado tanto de uno como de dos contaminantes. En 2018, se registró una reducción de este indicador respecto a lo observado en 2017.

En Salamanca los años en los que se incumplió con más frecuencia al menos una norma de calidad del aire fueron 2006, 2007 y 2008, con 175, 136 y 146 días de cada año, respectivamente. En todos los años el contaminante que más contribuyó a esta situación fueron las PM₁₀ con al menos el 60% de los casos.

Por otra parte, destaca que sólo en los años 2007, 2013, 2014 y 2016 se presentaron días en los que se rebasaron los límites normados de tres contaminantes. En 2018 se registró un incremento en el número de días en que se rebasó algún límite normado, respecto a lo observado en 2017; sin embargo, en casi la totalidad de los días sólo se rebasó el límite de un contaminante.

La ciudad de Silao presenta días donde se rebasan los límites normados de calidad del aire para al menos un contaminante; sin embargo, son menos frecuentes que en otras ciudades de la entidad (varían entre el 4% en 2015 y el 30% en 2017) y lo más común es que se rebase el límite de un solo contaminante, siendo raros los casos donde esto ocurre para dos contaminantes distintos en el mismo día. En 2018 se registró una disminución significativa de este indicador respecto de lo observado un año antes, pasando de 108 días en esta condición en 2017 a 76 en 2018.

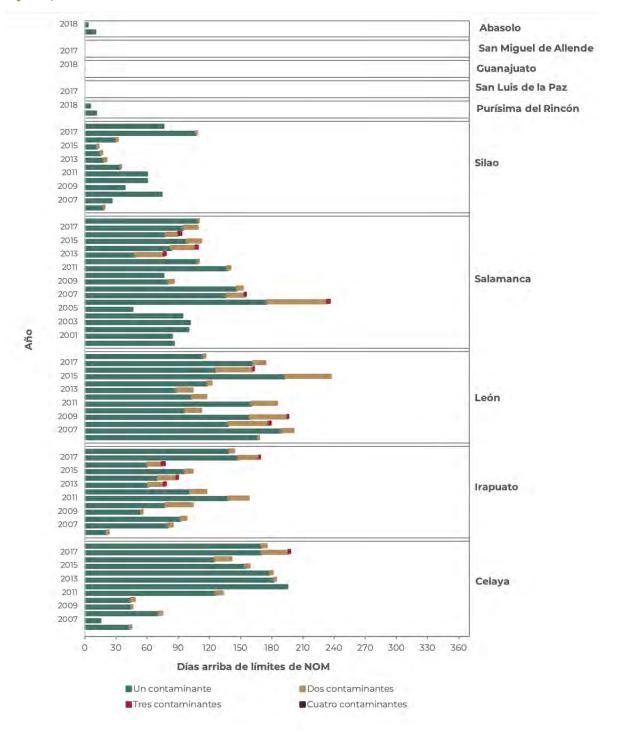
Purísima del Rincón, San Luis de la Paz, Guanajuato, San Miguel de Allende y Abasolo únicamente cuentan con datos para los años 2017 y 2018. En ellos, se observa que en Purísima del Rincón y Abasolo se registraron días en los cuales se rebasó el límite de calidad del aire de un solo contaminante y que en 2018 la cifra de días en esta condición fue menor al observado el año previo (5 días en Purísima del Rincón y 3 días en Abasolo).

Tabla 36. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2018.

| | ٨٣ | No. de | No. de días | Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante | | | | | | | | | |
|----------|------|-------------------|-------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--|--|--|--|--|--|
| Ciudad | Año | días con datos | > NOM | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes | | | | | | |
| | 2006 | 365 | 45 | 43 | 2 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2007 | 345 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2008 | 366 | 75 | 71 | 4 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2009 | 365 | 46 | 45 |] | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2010 | 365 | 48 | 44 | 4 | 0 | 0 | | | | | | |
| <u>σ</u> | 2011 | 365 | 133 | 126 | 7 | 0 | 0 | | | | | | |
| <u>a</u> | 2012 | 366 | 195 | 195 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Celaya | 2013 | 365 | 184 | 182 | 2 | 0 | 0 | | | | | | |
| Ť | 2014 | 365 | 181 | 178 | 3 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2015 | 365 | 159 | 154 | 5 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2016 | 366 | 141 | 125 | 16 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2017 | 365 | 198 | 170 | 26 | 2 | 0 | | | | | | |
| | 2018 | 365 | 175 | 170 | 5 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2006 | 330 | 23 | 21 | 2 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2007 | 362 | 85 | 80 | 5 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2008 | 365 | 98 | 92 | 6 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2009 | 365 | 56 | 54 | 2 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2010 | 365 | 104 | 77 | 27 | 0 | 0 | | | | | | |
| 엹 | 2011 | 365 | 158 | 138 | 20 | 0 | 0 | | | | | | |
| Irapuato | 2012 | 366 | 117 | 101 | 16 | 0 | 0 | | | | | | |
| ra D | 2013 | 365 | 78 | 61 | 15 | 2 | 0 | | | | | | |
| - | 2014 | 365 | 90 | 70 | 18 | 2 | 0 | | | | | | |
| | 2015 | 365 | 104 | 96 | 8 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2016 | 366 | 77 | 60 | 14 | 3 | 0 | | | | | | |
| | 2017 | 365 | 169 | 148 | 20 | 1 | 0 | | | | | | |
| | 2018 | 365 | 144 | 139 | 5 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2006 | 356 | 168 | 167 | 1 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2007 | 364 | 201 | 189 | 12 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2008 | 366 | 179 | 138 | 39 | 2 | 0 | | | | | | |
| | 2009 | 365 | 196 | 159 | 36 | 1 | 0 | | | | | | |
| | 2010 | 365 | 112 | 96 | 16 | 0 | 0 | | | | | | |
| _ | 2011 | 365 | 185 | 160 | 25 | 0 | 0 | | | | | | |
| León | 2012 | 366 | 117 | 103 | 14 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2013 | 365 | 104 | 88 | 16 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2014 | 365 | 122 | 118 | 4 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2015 | 365 | 237 | 193 | 44 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2016 | 366 | 163 | 126 | 36 | 1 | 0 | | | | | | |
| | 2017 | 365 | 174 | 162 | 12 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2018 | 365 | 116 | 114 | 2 | 0 | 0 | | | | | | |
| s al | 2000 | 332 | 86 | 86 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| | 2001 | 333 | 84 | 84 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |

| 6: 1.1 | . ~ | No. de | No. de días | Número de días | con concentracione cualquier co | es por arriba de los lí ontaminante | mites actuales de |
|---------------------------|--------------|------------|-------------|----------------|------------------------------------|--|-------------------|
| Ciudad | Año | días con | > NOM | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | datos | | contaminante | contaminantes | contaminantes | contaminantes |
| | 2002 | 353 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| | 2003 | 362 | 101 | 101 | 0 | 0 | 0 |
| | 2004 | 362 | 94 | 94 | 0 | 0 | 0 |
| | 2005 | 354 | 46 | 46 | 0 | 0 | 0 |
| | 2006 | 365 | 236 | 175 | 58 | 0 | 0 |
| | 2007 | 365 | 155 | 136 | 18 | 1 | 0 |
| | 2008 | 366 | 152 | 146 | 6 | 0 | 0 |
| | 2009 | 365 | 86 | 81 | 5 | 0 | 0 |
| | 2010 | 365 | 76 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| | 2011 | 365 | 140 | 137 | 3 | 0 | 0 |
| | 2012 | 366 | 110 | 109 | 1 | 0 | 0 |
| | 2013 | 365 365 | 78 109 | 48 83 | 28 23 | <u>2</u> 3 | 0 |
| | 2014 2015 | 365 | 112 | 98 | 14 | 0 | 0 |
| | 2015 | 366 | 93 | 77 | 13 | 3 | 0 |
| | 2016 | 365 | 109 | 95 | 13 | 0 | 0 |
| | 2017 | 365 | 110 | 109 | 14 | 0 | 0 |
| | 2006 | 227 | 19 | 18 | 1 | 0 | 0 |
| | 2007 | 365 | 26 | 26 | 0 | 0 | 0 |
| | | 350 | 74 | 74 | 0 | 0 | 0 |
| | 2008 | 322 | | | 0 | 0 | |
| | 2009 | | 38 | 38 | | | 0 |
| | 2010 | 364 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 |
| Q. | 2011 | 359 | 60 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| Silao | 2012 | 361 | 35 | 34 | 1 | 0 | 0 |
| • | 2013 | 363 | 21 | 18 | 3 | 0 | 0 |
| | 2014 | 364 | 17 | 15 | 2 | 0 | 0 |
| | 2015 | 361 | 13 | 12 | 1 | 0 | 0 |
| | 2016 | 363 | 32 | 30 | 2 | 0 | 0 |
| | 2017 | 362 | 108 | 107 | 1 | 0 | 0 |
| | 2018 | 361 | 76 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| Purísima del Rincón | 2017 | 286 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| Purí d Rin | 2018 | 306 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| San Luis de Ia Paz | 2017 | 253 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2018 | 318 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ajuato | 2017 | 245 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Guanajua | 2018 | 350 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| San Miguel de Allende | 2017 | 333 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| San N de Al | 2018 | 346 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abasolo | 2017 | 313 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| Aba | 2018 | 299 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |

Figura 91. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Guanajuato, 2000 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 HIDALGO

Los límites normados para la protección de la salud de la población para este contaminante se cumplieron, en 2018, en las ciudades de Tula de Allende, Tlaxcoapan y Tizayuca, en tanto que, en Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Zapotlán de Juárez y Tulancingo se incumplieron los mismos. En Tepetitlán, Tepeapulco y Huichapan no fue posible la evaluación de cumplimiento de esta NOM debido a que no se contó con información suficiente para ello. Las concentraciones más altas de PM₁₀ en la entidad se registraron en Atotonilco y la frecuencia con que se rebasa el límite normado de 24 horas es mayor en Atitalaquia (111 días) y Atotonilco (102 días).

Al menos uno de los límites normados de este contaminante se superó en Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco y Tizayuca. En otras cinco ciudades de la entidad se cuenta con infraestructura para la medición de PM_{2.5}, sin embargo, en tres de ellas no se generó información suficiente para llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de la NOM correspondiente (Tepeji del Río, Tepeapulco y Huichapan), y dos más se reportaron fuera de operación (Lolotla y Tulancingo). Atotonilco es la ciudad donde se registraron las concentraciones más elevadas, tanto como promedio de 24 horas, como promedio anual.

La NOM de este contaminante se cumplió en Atitalaquia, Atotonilco y Tulancingo, pero se incumplió en Pachuca, Tula de Allende, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco y Huichapan. Pachuca fue la ciudad en la que se alcanzaron las concentraciones más altas tanto de 1 como de 8 horas.

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo de todas las ciudades en donde fueron medidos durante el año 2018.



Estaciones de monitoreo: 16



A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determinó una condición de mala calidad del aire en 2018 en Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Zapotlán de Juárez y Tulancingo fueron las PM₁₀.

2018 ha sido el año con el menor registro de número de días en que se incumple al menos una NOM de calidad del aire en Huichapan, Tepeapulco y Tepeji del Río, en tanto que, para Atitalaquia y Atotonilco, ha sido el segundo con las peores condiciones, sólo superado por el año 2016.

INFORMACIÓN GENERAL

0 5 10 15 km

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Hidalgo, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado**, estuvo integrado en el año 2018 por la red de monitoreo de Pachuca, así como por las estaciones de monitoreo instaladas en los municipios de Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco, Tepetitlán, Tepeji del Río, Tlaxcoapan, Tizayuca, Lolotla, Tepeapulco, Huichapan, Tulancingo y Zapotlán de Juárez. En su conjunto, este SMCA estuvo integrado por 16 estaciones de monitoreo. La Figura 92 muestra la ubicación geográfica de cada una de estas estaciones, en tanto que la Tabla 37 muestra su capacidad de medición de contaminantes y el año en que cada una de ellas inició su operación.

Con respecto a 2017, en 2018 se aprecian los siguientes cambios: en Tula de Allende y Atitalaquia dejaron de operar los analizadores automáticos de $PM_{2.5}$, en tanto que en Atotonilco empezó a operar el monitoreo manual de PM_{10} . Así mismo, cabe destacar que la estación manual de PM_{10} de Tepetitlán operó hasta el 13 de junio, el equipo se reubicó en Atotonilco y se encuentra operando en dicha estación desde el 25 de junio, lo anterior debido a trabajos de remodelación y construcción en la Presidencia Municipal de Tepetitlán.

HIDALGO Distribución de estaciones de monitoreo de la calidad del aire. Estación de monitoreo Automático Manual Mixto Clave Estación de monitoreo Centro de Salud Atitalaquia ATO Primaria Revolución Atotonilco HIII Hospital Huichapan LOL Presidencia Municipal Lolotia JDN Jardin del Maestro Pachuca REH Museo del Rehilete Pachuca Casa de la Mujer Hidalguense CMH Pachuca Instituto Tecnológico de Pachuca Pachuca Tepeapulco Primaria Melchor Ocampo Tepeji del Rio TPT Presidencia Municipal Tepetitlán Biblicteca TIZ Tizayuca TCP Centro de Salud Tlaxcoapar CSA Centro de Salud Tula de Allende TLN Tulancingo Tulancingo ZAP Palacio Municipal Zapotlán de Juárez СМН JDN VEN ITP RIET REH Fuente: Elaboración propia en QGIS el 08-11-2019, usando

Figura 92. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Hidalgo, 2018.

Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental INECC, 2019.

Tabla 37. Estaciones que conformaron el SMCA de Hidalgo en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Red de | Estación* | Clave | Tipo de equipo y año de | | Cor | ntam | inant | es | |
|-----------|---|-------|-------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| monitoreo | ESTACION | Clave | inicio de operación | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО |
| | Jardín del Maestro | JDN | Automático (2010) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Museo del Rehilete | REH | Automático (2011) | ✓ | √ | √ | ✓ | √ | ✓ |
| Pachuca | Casa de la Mujer | СМН | Manual (2012) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Hidalguense | 01111 | Manual (2016) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Instituto Tecnológico de Pachuca | ITP | Manual (2012) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Centro de Salud | CSA | Automático (2006) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | √ | ✓ |
| | (Tula de Allende) | CSA | Manual (2016) | ✓ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Centro de Salud | ATI | Automático (2009) | ✓ | ¤ | √ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | (Atitalaquia) | 7-111 | Manual (2004) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | | | Automático (2011) | √ | ¤ | √ | √ | √ | ✓ |
| | Primaria Revolución (Atotonilco) | ATO | Manual (2015) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | | | Manual (2018) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Presidencia Municipal (Tepetitlán) | TPT | Manual (2012) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Primaria Melchor | TDI | Automático (2010) | ✓ | ✓ | √ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Ocampo (Tepeji del Río) | TPJ | Manual (2004) | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Centro de Salud (Tlaxcoapan) | TCP | Manual (2004) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | | | Automático (2010) | ✓ | ¤ | √ | √ | √ | ✓ |
| | Biblioteca (Tizayuca) | TIZ | Manual (2012) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | | | Manual (2016) | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Presidencia Municipal (Lolotla) | LOL | Manual (2012) | ¤ | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Bomberos (Tepeapulco) | TEP | Automático (2014) | √ | ✓ | ✓ | √ | √ | √ |
| | Hospital (Huichapan) | HUI | Automático (2014) | √ | ✓ | √ | √ | √ | √ |
| | Tulancingo (Tulancingo) | TLN | Automático (2015) | √ | √ | ✓ | √ | √ | √ |
| | Presidencia Municipal (Zapotlán de Juárez) | ZAP | Manual (2014) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

En el caso de las estaciones que por definición no forman parte de una red de monitoreo, entre paréntesis se indica el nombre de la ciudad donde se encuentra ubicada.

 ⁼ No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
 ✓ = Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.
 Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno del Estado de Hidalgo.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire del estado de Hidalgo para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias de los valores promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 93 y en la Tabla 38. En ellas se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018, se contó con infraestructura para medir este contaminante en 12 ciudades de la entidad. De ellas, la NOM de este contaminante se cumplió en 3 (Tula de Allende, Tlaxcoapan y Tizayuca), se incumplió en 6 (Pachuca, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Zapotlán de Juárez y Tulancingo), y en 3 más no pudo ser evaluada por insuficiencia de datos (Tepetitlán, Tepeapulco y Huichapan). Las concentraciones más altas de partículas PM₁₀ se registraron en Atotonilco (ATO), donde el máximo de los promedios de 24 horas fue de 156 μg/m³ y el promedio anual fue de 69 μg/m³. El primero equivale a 2 veces el valor límite de 24 horas y el segundo a 1.7 veces el límite anual.
- PM₂₅. En 2018 se contó con 12 estaciones distribuidas en 10 ciudades de la entidad para medir PM₂₅. En 5 de estas 10 ciudades se incumplió la NOM correspondiente (Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco y Tizayuca), en 3 no se generó información suficiente para llevar a cabo tal evaluación (Tepeji del Río, Tepeapulco y Huichapan) y 2 más se reportaron fuera de operación (Lolotla y Tulancingo). En prácticamente todas las ciudades donde se incumplió la NOM, el motivo fue haber superado el límite normado anual. Atotonilco fue la única ciudad donde se superaron los dos límites normados y además se alcanzaron las concentraciones más altas, como promedio de 24 horas y anual. Dichas concentraciones fueron 58 μg/m³ y 32 μg/m³, respectivamente. La primera equivale a 1.3 veces y la segunda a 2.7 veces el límite correspondiente.
- Ozono. La NOM de este contaminante se cumplió en 2018 en las ciudades de Atitalaquia, Atotonilco y Tulancingo. Se incumplió en Pachuca, Tula de Allende, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco y Huichapan. Sólo en Pachuca se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas), en tanto que en el resto de las ciudades que registraron incumplimiento de esta NOM el motivo fue haber rebasado el límite normado como promedio de 8 horas. Pachuca fue la ciudad en la que se alcanzaron las concentraciones más altas tanto de 1 como de 8 horas. Estas concentraciones fueron 0.122 ppm y 0.092 ppm, respectivamente. Ambas concentraciones equivalen a 1.3 veces el límite normado respectivo.
- CO, NO₂ y SO₂. En cuanto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, en 2018 se contó con infraestructura para su medición en Pachuca, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan y Tulancingo. En ninguna de las estaciones de monitoreo donde fue posible la evaluación de cumplimiento de norma se rebasaron los límites normados correspondientes.

Figura 93. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Hidalgo en el año 2018.

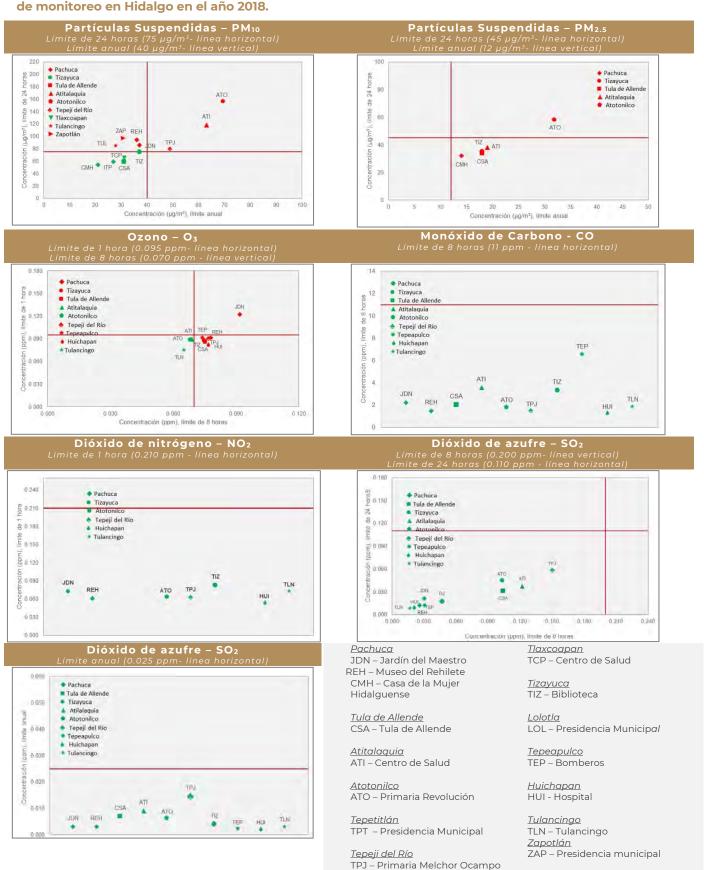


Tabla 38. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Hidalgo (2018).

| Contaminante | Límit | e normado | | Pach | nuca | | Tula de Allende | Atitalaquia | Atotonilco | Tepetitlán | Tepeji del Río | Tlaxcoapan |
|--------------------------------------|-------|-------------------------|-------|-------|------|-----|--------------------|-------------|------------|------------|-------------------|------------|
| | | | JDN | REH | СМН | ITP | CSA | ATI | ATO | TPT | TPJ | TCP |
| (1) | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 86 | 94 | 54 | 59 | 59 | 118 | 156 | DI | 79 | 63 |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 37 | 36 | 21 | 27 | 31 | 63 | 69 | DI | 49 | 31 |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | DI | DI | 32 | ¤ | 34 | 38 | 58 | ¤ | DI | ¤ |
| ₩ 2 .5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI | DI | 14 | ¤ | 18 | 19 | 32 | ¤ | DI | ¤ |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.122 | 0.091 | ¤ | ¤ | DI | 0.089 | 0.089 | ¤ | 0.090 | ¤ |
| . ∕0₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.092 | 0.078 | ¤ | ¤ | 0.075 | 0.069 | 0.068 | ¤ | 0.077 | ¤ |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 2 | 1 | ¤ | ¤ | 2 | 4 | 2 | ¤ | 2 | ¤ |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.073 | 0.061 | ¤ | ¤ | DI | DI | 0.063 | ¤ | 0.065 | ¤ |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.030 | 0.026 | ¤ | ¤ | 0.104 | 0.122 | 0.103 | ¤ | 0.150 | ¤ |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.021 | 0.012 | ¤ | ¤ | 0.031 | 0.037 | 0.045 | ¤ | 0.059 | ¤ |
| A | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.003 | 0.003 | ¤ | ¤ | 0.007 | 0.009 | 0.006 | ¤ | 0.015 | ¤ |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes.

^{¤ =} No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

⁼ Cumple con el límite normado.

⁼ No cumple con el límite normado.

El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado

Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

Continuación...

| Contaminante | Límit | te normado | Tizayuca TIZ | Lolotla LOL | Tepeapulco TEP | Huichapan HUI | Zapotlán de Juárez ZAP | Tulancingo TLN |
|---------------------------------------|-------|-------------------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|------------------------------|-------------------|
| ⁽¹⁾ PM₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 75 | ¤ | DI | DI | 98 | 85 |
| ∵PINI ₁₀ | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 37 | ¤ | DI | DI | 30 | 28 |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | 35 | FO | DI | DI | ¤ | FO |
| · /PIVI2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | 18 | FO | DI | DI | ¤ | FO |
| ⁽²⁾ O 3 | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.088 | ¤ | 0.092 | 0.082 | ¤ | 0.075 |
| (- 7O 3 | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.075 | ¤ | 0.074 | 0.077 | ¤ | 0.065 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 3 | ¤ | 7 | 1 | ¤ | 2 |
| ⁽⁴⁾ NO₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.083 | ¤ | DI | 0.053 | ¤ | 0.073 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.047 | ¤ | 0.030 | 0.021 | ¤ | 0.017 |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.017 | ¤ | 0.012 | 0.008 | ¤ | 0.009 |
| (1) NON 005 CCA10 | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.004 | ¤ | 0.002 | 0.002 | ¤ | 0.003 |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes.

^{¤ =} No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

⁼ Cumple con el límite normado.

⁼ No cumple con el límite normado.

> El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

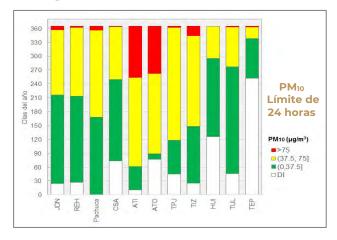
> Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

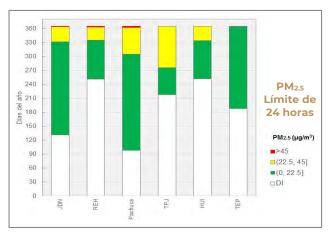
B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

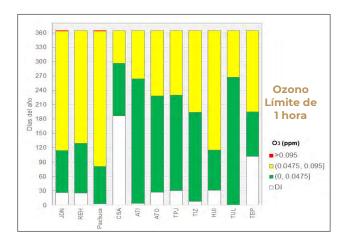
Este indicador, que se generó sólo con información proveniente de equipos de medición automática por su mayor cobertura espacial y temporal, ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con problemas potenciales de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 94 se puede observar que:

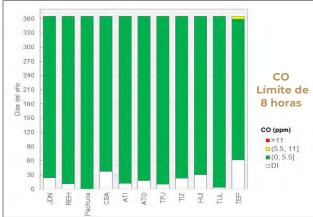
- PM₁₀. Días con mala calidad del aire por PM₁₀ se registraron en todas las estaciones de monitoreo automático, salvo en Huichapan. Esto es, incluso en sitios como Tepeapulco y Huichapan se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas, sin embargo, esto no se reflejó en incumplimiento de NOM en estos sitios debido al criterio de suficiencia de datos. Los sitios en donde con mayor frecuencia se registraron días con mala calidad del aire por PM₁₀ son Atitalaquia (111 días) y Atotonilco (102 días).
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅ destaca la gran cantidad de días en los que la información generada por las diferentes estaciones de monitoreo no fue suficiente para generar el indicador, así como la escasa ocurrencia de días con mala calidad del aire por ese contaminante. De hecho, días en esta condición sólo se presentaron en Pachuca (estaciones JDN y REH). En general, en los días con información disponible predominó una condición de buena calidad del aire.
- Ozono. Con respecto al ozono predominaron los días con buena calidad del aire, seguidos de los días de calidad del aire regular en: Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Huichapan, Tulancingo y Tepeapulco. Sólo en Pachuca se tuvo registro de un día con mala calidad del aire en la estación de monitoreo JDN.
- CO, NO₂ y SO₂. Finalmente, con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre predominaron los días con buena calidad del aire en todas las estaciones de monitoreo y no se registró ni un día con mala calidad del aire.

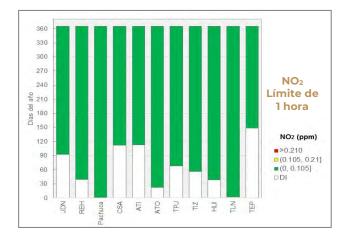
Figura 94. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Hidalgo, en el año 2018.

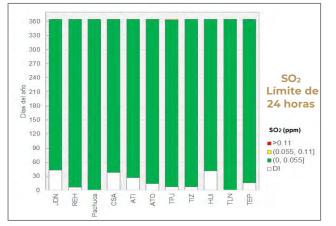












La Tabla 39 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de ciudad. En ella, se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire son las PM_{10} en Pachuca (3%), Tula de Allende (0.3%), Atitalaquia (31%), Atotonilco (35%), Tepeji del Río (1%), Tizayuca (6%), Tepeapulco (2%), Zapotlán de Juárez (2%) y Tulancingo (0.6%).

Tabla 39. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en Hidalgo en el año 2018.

| | PM ₁₀ | | | | PM _{2.5} | | O ₃ | | |
|--------------------|--|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 μg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm |
| Pachuca | 365 | 9 | 3% | 365 | 3 | 1% | 362 | 1 | 0.3% |
| Tula de Allende | 292 |] | 0.3% | 55* | 0 | 0% | 178 | 0 | 0% |
| Atitalaquia | 354 | 111 | 31% | 56* | 0 | 0% | 361 | 0 | 0% |
| Atotonilco | 288 | 102 | 35% | 48* | 4 | 8% | 338 | 0 | 0% |
| Tepetitlán | 19* | 0 | 0% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Tepeji del Río | 320 | 3 | 1% | 147 | 0 | 0% | 335 | 0 | 0% |
| Tlaxcoapan | 55* | 0 | 0% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Tizayuca | 340 | 21 | 6% | 46* | 0 | 0% | 357 | 0 | 0% |
| Lolotla | ¤ | ¤ | ¤ | FO | FO | FO | ¤ | ¤ | ¤ |
| Tepeapulco | 113 | 2 | 2% | 113 | 0 | 0% | 263 | 0 | 0% |
| Huichapan | 239 | 0 | 0% | 177 | 0 | 0% | 334 | 0 | 0% |
| Zapotlán de Juárez | 53* | 7 | 2% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Tulancingo | 319 | 2 | 0.6% | FO | FO | FO | 365 | 0 | 0% |

| | СО | | | NO₂ | | | SO₂ | | |
|--------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm |
| Pachuca | 365 | 0 | 0% | 364 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% |
| Tula de Allende | 328 | 0 | 0% | 253 | 0 | 0% | 327 | 0 | 0% |
| Atitalaquia | 353 | 0 | 0% | 252 | 0 | 0% | 338 | 0 | 0% |
| Atotonilco | 347 | 0 | 0% | 343 | 0 | 0% | 351 | 0 | 0% |
| Tepetitlán | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Tepeji del Río | 355 | 0 | 0% | 297 | 0 | 0% | 358 | 0 | 0% |
| Tlaxcoapan | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Tizayuca | 342 | 0 | 0% | 309 | 0 | 0% | 358 | 0 | 0% |
| Lolotla | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Tepeapulco | 303 | 0 | 0% | 217 | 0 | 0% | 349 | 0 | 0% |
| Huichapan | 361 | 0 | 0% | 327 | 0 | 0% | 324 | 0 | 0% |
| Zapotlán de Juárez | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Tulancingo | 365 | 0 | 0% | 363 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% |

^{*} Obtenido a partir de datos de monitoreo manual

 $[\]alpha$ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

FO = Fuera de operación

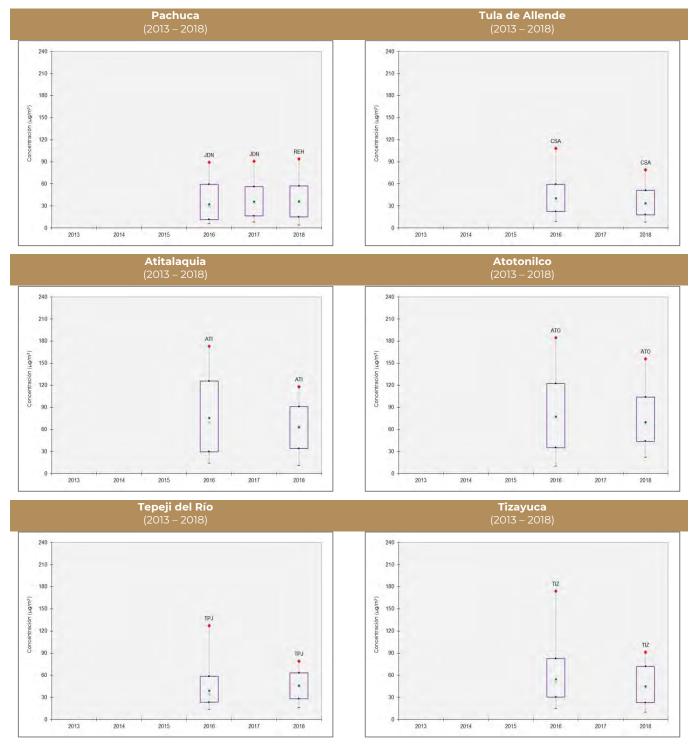
C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Las Figuras 95 a 100 muestran, a nivel de ciudad, la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en el periodo 2013 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se puede destacar lo siguiente:

- PM₁₀. En el caso de las PM₁₀, en la ciudad de Pachuca todos los indicadores muestran gran estabilidad en los tres años con información disponible. En Tula de Allende y Tizayuca, todos los indicadores son ligeramente inferiores en 2018 respecto a los registrados en 2016. En Atitalaquia y Atotonilco, el máximo, el percentil 90 y el promedio en 2018 fueron inferiores a los registrados en 2016. En Tepeji del Río, el mínimo, el promedio y los percentiles 10 y 90, en 2018, crecieron respecto a los observados en 2016, mientras que el máximo disminuyó de manera considerable. Finalmente, en Tulancingo, se observa una tendencia creciente en todos los indicadores, en el periodo 2016-2018 (Figura 95).
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅ (Figura 96), se observa un comportamiento poco variable en prácticamente todos los indicadores en todas las ciudades, excepto por el valor máximo de Pachuca que pasó de 53 μg/m³ en 2016 a 43 μg/m³ en 2017. En Tepeji del Río solo hubo datos suficientes para el año 2016 y las concentraciones para todos los indicadores fueron mayores que los registrados en Pachuca y Tulancingo.
- Ozono. Respecto al ozono (Figura 97), en la ciudad de Pachuca se observa que el promedio y el percentil 90 aumentaron ligeramente desde el año 2013 hasta el 2017; sin embargo, en 2018 disminuyeron y se registraron concentraciones muy similares a las observadas en 2015. El valor máximo ha tenido una tendencia variable. El valor máximo más grande en esta ciudad se presentó en el año 2016 y fue de 0.162 ppm. En la ciudad de Tizayuca la tendencia indica que el promedio, el percentil 90 y el máximo aumentaron del año 2015 al 2016, y para el 2017 disminuyeron. En 2018 se mantuvieron prácticamente sin cambio. En la ciudad de Tula se observa un crecimiento del promedio, el máximo y los percentiles 10 y 90 de 2016 a 2017. Atitalaquia y Atotonilco, muestran una tendencia decreciente del máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 de 2016 a 2018, lo mismo que Tepeji del Río entre 2017 y 2018.
- CO. Para el CO, del año 2015 al 2017, en la ciudad de Pachuca se observa una ligera tendencia a la baja del promedio y el percentil 90, no así del valor máximo que muestra un comportamiento variable. En 2018, sin embargo, todos los indicadores repuntan respecto a lo observado en 2017. En Tizayuca de 2016 a 2017 el promedio y los percentiles 10 y 90 aumentaron, mientras que el máximo disminuyó. En 2018 disminuyeron todos los indicadores, excepto el máximo. En Tula de Allende y Atotonilco hay una clara tendencia a la baja en todos los indicadores de 2016 a 2018, lo mismo que en Tepeji del Río sólo que éste último de 2017 a 2018. Por el contrario, en Atitalaquia y Tepeapulco hay una ligera tendencia al alza entre 2016 y 2018. En Huichapan y Tulancingo la tendencia es muy estable. En todos los casos, las concentraciones de este contaminante, incluso las máximas, se ubican muy por debajo del límite normado (11 ppm) en todos los años y ciudades con información disponible (Figura 98).
- NO₂. En el caso del NO₂ (Figura 99), las concentraciones registradas en Pachuca y Atotonilco muestran una ligera tendencia a la baja en los años más recientes, en tanto en Tizayuca y Tula de Allende la tendencia es al alza, al menos, para el promedio y el percentil 90. En Atitalaquia y Tepeji del Río sólo se dispuso de información para un año. Las concentraciones de este contaminante registradas en todas las ciudades y estaciones de monitoreo de la entidad se han mantenido muy por debajo del límite normado que es 0.21 ppm.

SO₂. Finalmente, con respecto al SO₂ (Figura 100), se observa que en todas las ciudades hay un comportamiento muy estable en prácticamente todos los indicadores. Sólo la concentración máxima muestra cambios importantes de un año a otro, especialmente en Tula de Allende y Atitalaquia. Históricamente las concentraciones más altas de este contaminante se registran en estas dos ciudades además de Tepeji del Río, sin que ello haya significado hasta el momento el registro de concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

Figura 95. Tendencias de las concentraciones diarias de PM₁₀ en Hidalgo en el periodo 2013 - 2018.



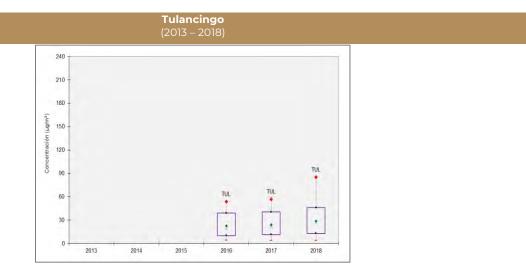
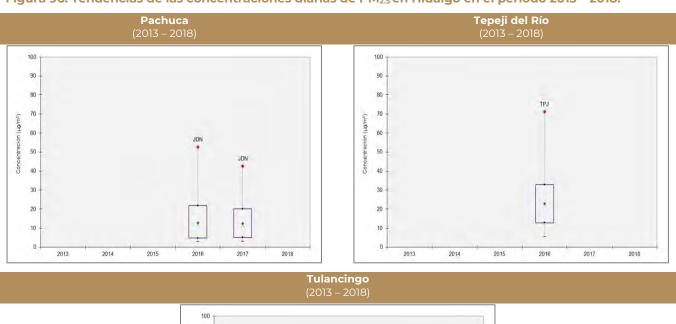


Figura 96. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{2.5} en Hidalgo en el periodo 2013 – 2018.



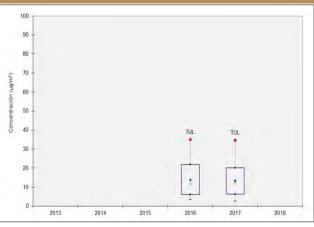
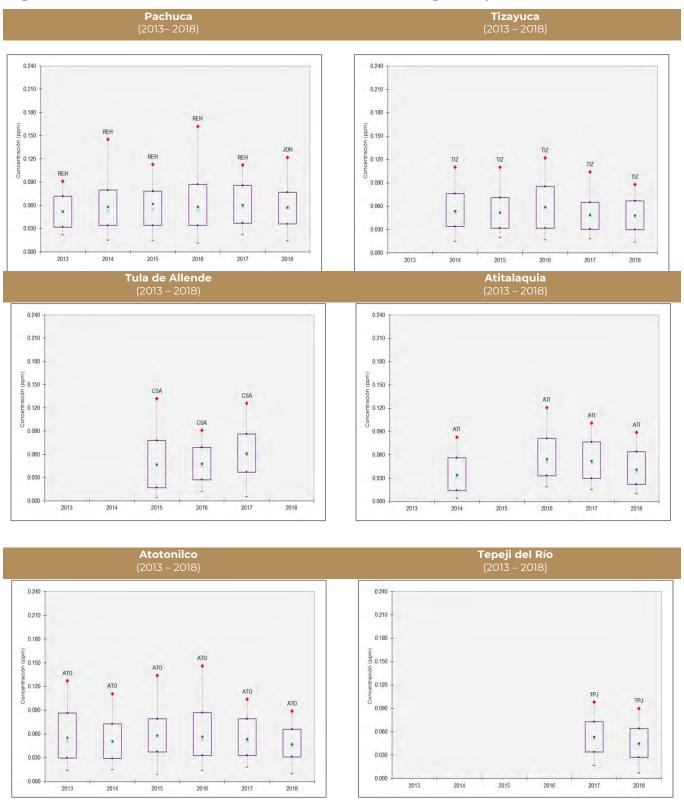


Figura 97. Tendencias de las concentraciones diarias de O₃ en Hidalgo en el periodo 2013 - 2018.



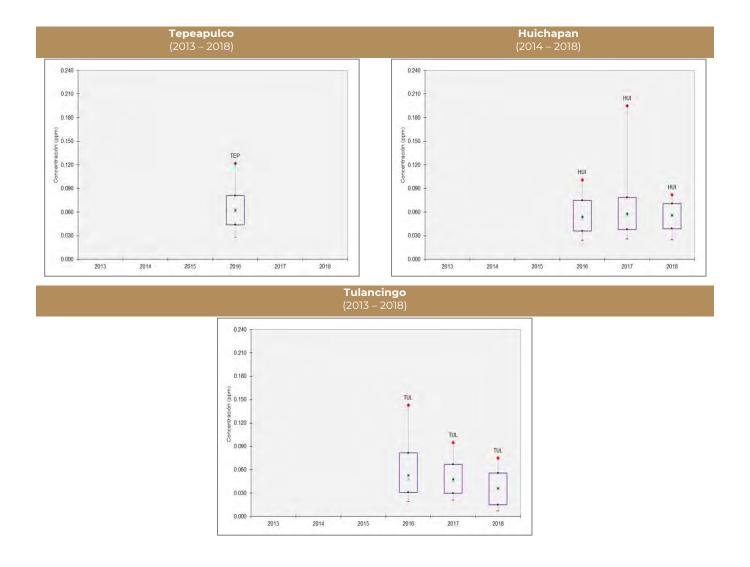
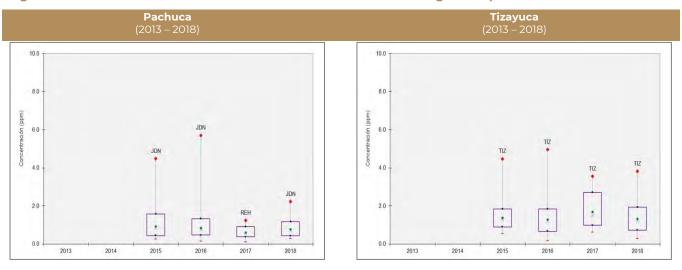
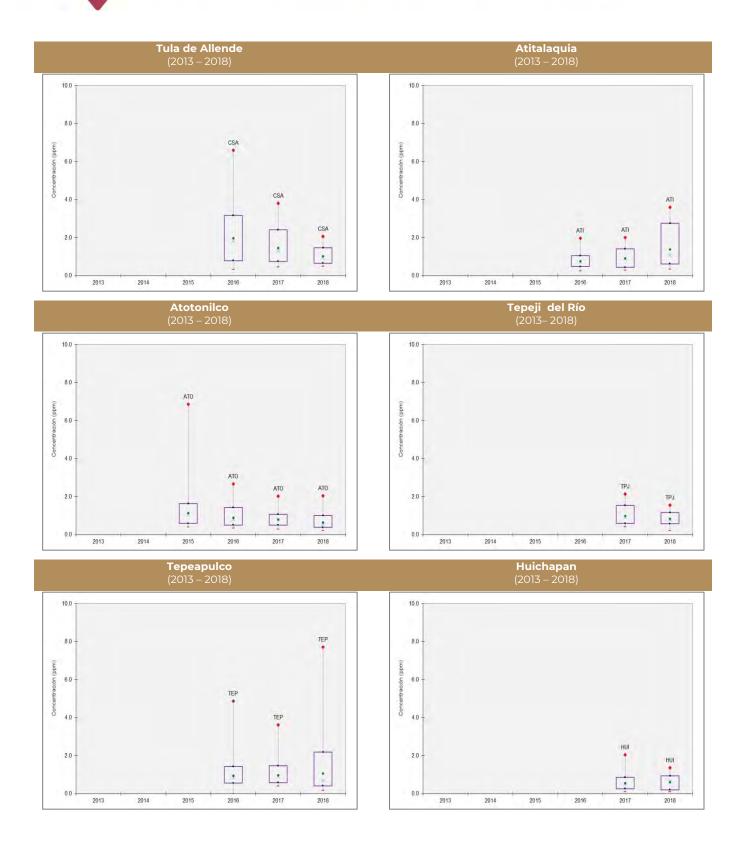


Figura 98. Tendencias de las concentraciones diarias de CO en Hidalgo en el periodo 2013 – 2018.





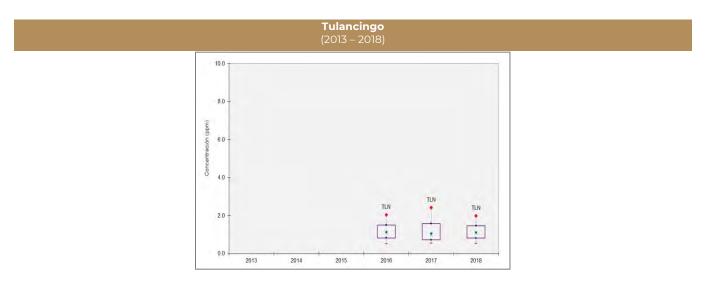
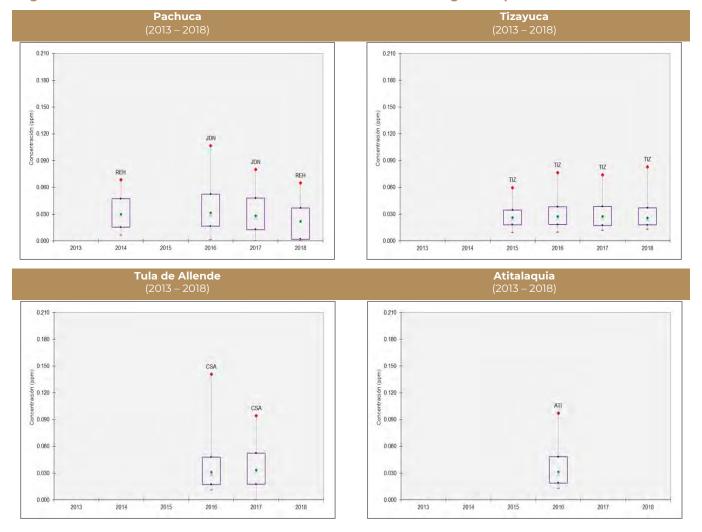


Figura 99. Tendencias de las concentraciones diarias de NO₂ en Hidalgo en el periodo 2013 – 2018.



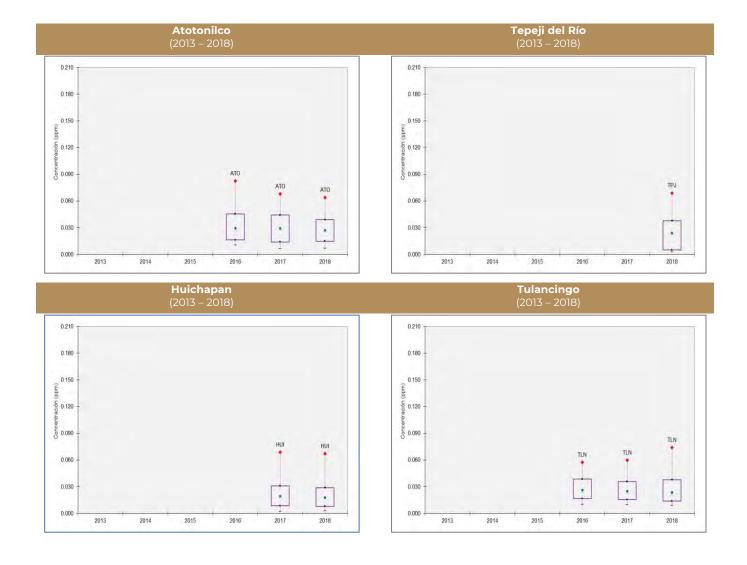
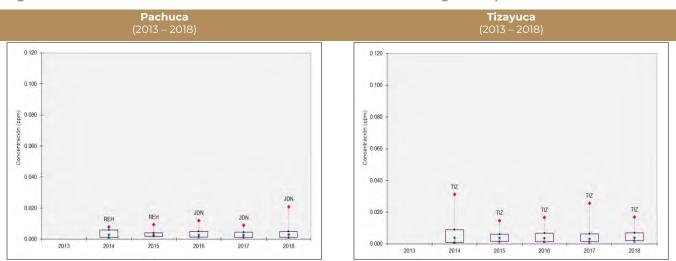
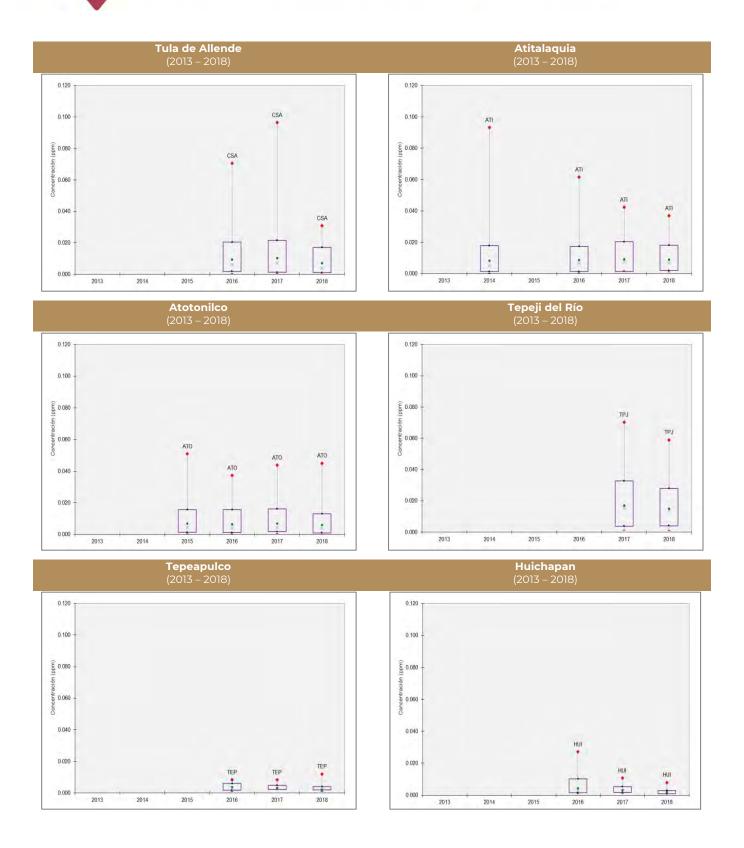
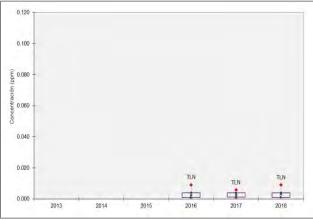


Figura 100. Tendencias de las concentraciones diarias de SO₂ en Hidalgo en el periodo 2013 – 2018.









D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 101 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante a nivel de ciudad. Cabe aclarar que este indicador se generó sólo con los datos provenientes de los equipos automáticos.

- PM₁₀. Con respecto a las PM₁₀, en Pachuca, Tula de Allende, Tepeji del Río y Tizayuca, se observó, en 2018, una reducción en el número de días con concentraciones superiores al límite normado de este contaminante, respecto a los registros de 2017, en tanto que en Atitalaquia, Atotonilco, Tepeapulco y Tulancingo ocurrió lo contrario y el número de días en esta condición fue mayor en 2018 que en 2017. En general, Atitalaquia, Atotonilco y Tizayuca son las ciudades en las que históricamente se presentan días con concentraciones superiores al límite normado con mayor frecuencia.
- PM₂₅. En relación con PM₂₅, Tizayuca, Atitalaquia y Pachuca son las ciudades que suelen registrar con mayor frecuencia días con concentraciones superiores al límite normado. A pesar de ello, para las primeras dos ciudades no se generó información suficiente sobre este contaminante para el año 2018. En el caso de Pachuca se registró una reducción importante en este indicador. Mientras en 2017 se registraron 14 días en esta condición, en 2018 sólo se registraron 3.
- Ozono. Para el ozono se aprecia que Pachuca es la ciudad en la que se superó en un mayor número de días el límite vigente de 1 hora en el periodo de 2013 a 2018, siendo 2016 el año en el que registró el mayor porcentaje de días en esta condición (12 %). En 2018 sólo en Pachuca se registraron días con concentraciones superiores al límite normado. En Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco y Huichapan no se registraron días con concentraciones superiores al límite normado de una hora después de que en 2017 en ellas se registraron entre 1 y 7 días en esta condición.
- CO,NO₂ y SO₂. Por último, CO, NO₂ y SO₂ no registraron días con concentraciones superiores a los limites normados respectivos en ninguna de las ciudades y años incluidos en el análisis.

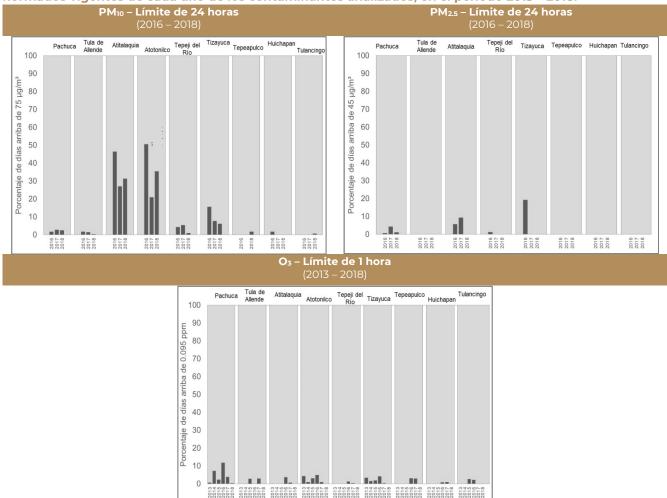


Figura 101. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2013 – 2018.

E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora. En este caso, el indicador se generó a nivel de ciudad y la Figura 102 muestra que Pachuca ha experimentado una notable tendencia a la baja, especialmente de 2016 a 2018.

En este periodo el número de horas con concentraciones superiores al límite normado pasó de 189 a 4. Por otra parte, Atotonilco, Atitalaquia, Tizayuca, Tepeapulco, Huichapan y Tulancingo también muestran esta tendencia en el mismo periodo de tiempo. En todas estas ciudades se pasó de tener entre 7 y 46 horas con concentraciones superiores al límite normado en 2016 a 0 horas en 2018.

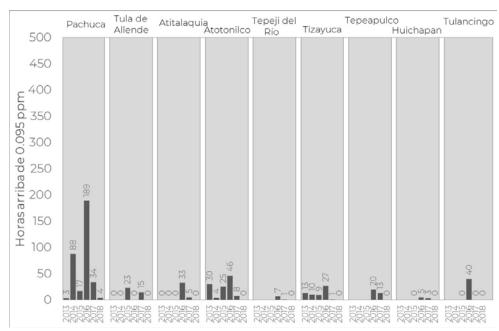


Figura 102. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2013 – 2018.

F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

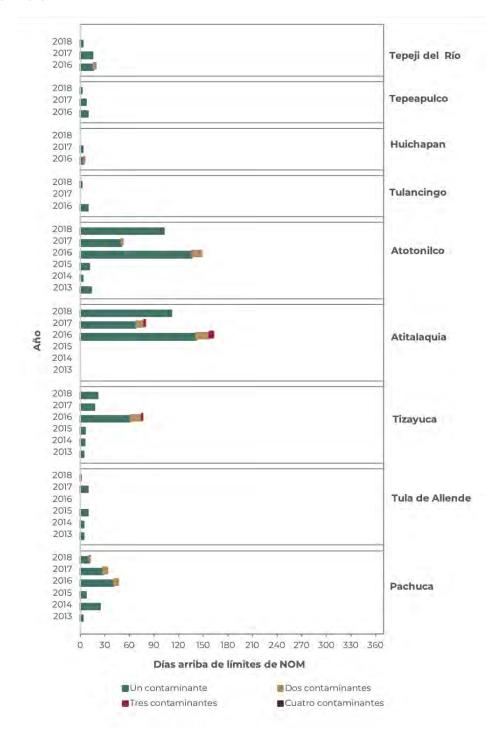
Finalmente, la Tabla 40 y la Figura 103 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. En ellas se puede observar que salvo en Tula de Allende, en todas las demás ciudades de la entidad con monitoreo de la calidad del aire (Tizayuca, Atitalaquia, Atotonilco, Tulancingo, Huichapan, Tepeapulco y Tula), las peores condiciones se presentaron en el año 2016, siendo el caso más evidente el de Atitalaquia donde en 162 de 363 días con información válida se incumplió al menos una NOM de calidad del aire.

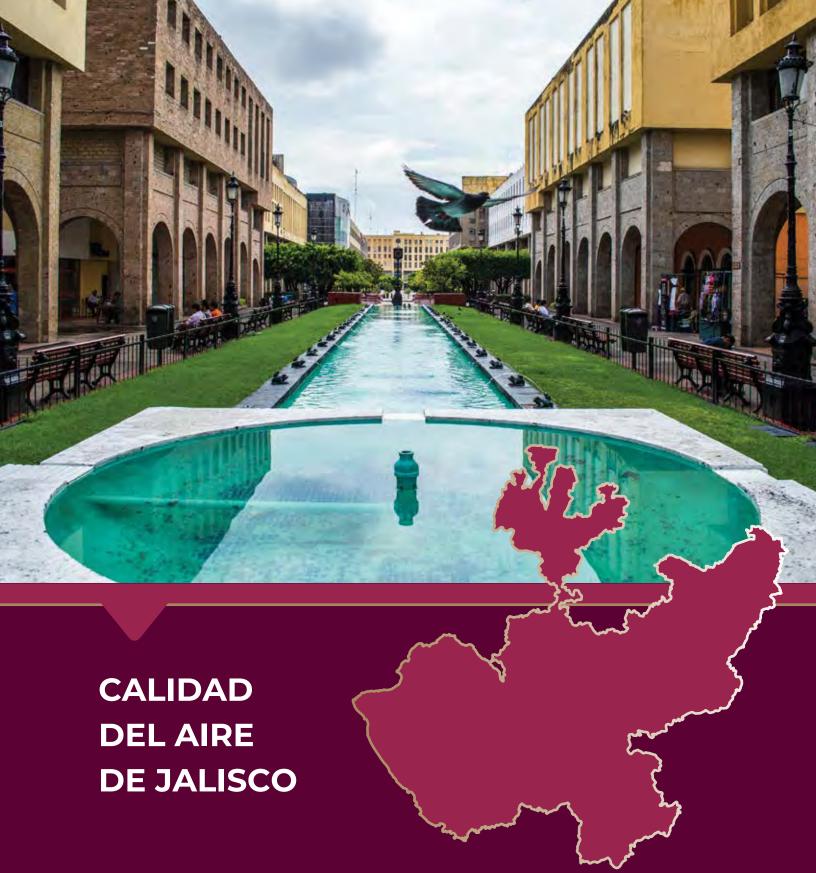
Por el contrario, 2018 ha sido el mejor año con respecto a este indicador en Huichapan, Tepeapulco y Tepeji del Río, en tanto que, para Atitalaquia y Atotonilco, este año ha sido el segundo con las peores condiciones, sólo superado por 2016. En Pachuca y en Tula, históricamente, la NOM que se incumple con mayor frecuencia es la de ozono en tanto que en el resto de las ciudades es la de PM₁₀.

Tabla 40. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2018.

| | | No. de días | No. de | Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|----------------|---------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--|--|--|--|
| Ciudad | Año | con datos | días > NOM | l contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes | | | | |
| | 2013 | 359 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Œ | 2014 | 333 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Pachuca | 2015 | 355 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| ach | 2016 | 366 | 46 | 41 | 5 | 0 | 0 | | | | |
| Ф. | 2017 | 365 | 33 | 28 | 5 | 0 | 0 | | | | |
| | 2018 | 365 | 12 | 11 | 1 | 0 | 0 | | | | |
| a e | 2013 | 333 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| lenc | 2014 | 306 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| II AII | 2015 | 346 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| a de | 2016 | 353 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Tula de Allende | 2017 | 361 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2018 | 353 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2013 2014 | 132 324 | 4 5 | <u>4</u> 5 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| ica | 2014 | 332 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Tizayuca | 2016 | 356 | 76 | 61 | 14 | 1 | 0 | | | | |
| Tiz | 2017 | 363 | 17 | 17 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2018 | 358 | 21 | 21 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2013 | 208 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| <u>.</u> c | 2014 | 350 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| idnj | 2015 | | | | | | | | | | |
| Atitalaquia | 2016 | 363 | 162 | 141 | 17 | 4 | 0 | | | | |
| Ati | 2017 | 365 | 79 | 68 | 10 | 1 | 0 | | | | |
| | 2018 | 365 | 111 | 111 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2013 | 286 | 13 | 13 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| ပ္ | 2014 | 312 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Atotonilco | 2015 | 361 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| totc | 2016 | 340 | 148 | 136 | 12 | 0 | 0 | | | | |
| Ä | 2017 | 361 | 52 | 50 | 2 | 0 | 0 | | | | |
| 0 | 2018 | 351 | 102 | 102 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| ing | 2016 | 365 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| anci | 2017 | 360 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Tula | 2018 | 365 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| an | 2016 | 311 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | | | | |
| hap | 2017 | 340 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| luic | 2018 | 353 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| - CO | 2016 | 322 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Inde | 2017 | 324 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Tepeapulco Huichapan Tulancingo | 2017 | 349 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | | | | 16 | 3 | | 0 | | | | |
| Tepeji del Río | 2016 | 364 | 19 | | | 0 | | | | | |
| Гере | 2017 | 342 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2018 | 358 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | | | | |

Figura 103. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Hidalgo, 2013 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

En 2018 se registraron concentraciones superiores al límite normado de 24 horas de este contaminante en todas las estaciones de monitoreo que lo midieron, sin embargo, sólo se pudo determinar incumplimiento de norma en 5 de ellas debido al criterio de suficiencia de datos. La concentración más alta tanto como promedio de 24 horas como promedio anual se registró en la estación Santa Fe, en el municipio de Tlajomulco. El límite de 24 horas se rebasó en el 41% de los días del año (150 días) a nivel de toda la zona metropolitana, siendo la estación Santa Fe, el sitio en donde con mayor frecuencia se superó dicho límite (130 días).

En 2018 este contaminante se midió en todas las estaciones de monitoreo que conforman este SMCA y en todas ellas se incumplió la norma de calidad del aire respectiva, registrándose las concentraciones más altas en la estación Miravalle, en el municipio de Guadalajara, donde el promedio de una hora más alto fue de 0.195 ppm y el promedio más alto de 8 horas fue de 0.144 ppm. Ambos valores equivalen a dos veces el límite normado correspondiente. A nivel de toda la zona metropolitana dicho límite se rebasó en el 33% de los días del año.

De las 6 estaciones de monitoreo con capacidad de medir este contaminante, 3 estuvieron fuera de operación durante el año 2018, en dos más no hubo suficiencia de datos para hacer la evaluación de cumplimiento de NOM y en una, Santa Fe (en Tlajomulco), se rebasó tanto el límite de 24 horas como el promedio anual. El límite de 24 horas se rebasó en el 6 % de los días del año (22 días).

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo donde fueron medidos.



(S)

A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la región son las PM_{10} (41% de los días del año), seguido del O_3 (33%) y las $PM_{2.5}$ (6%).

En 2018 el número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante, a nivel de toda la zona metropolitana, fue de 216, lo que equivale al 59% de los días del año. Ello significa que sólo en el 41% de los días del año se registraron niveles de contaminación por debajo de los límites recomendados para la protección de la salud de la población de acuerdo con la normatividad mexicana vigente en la materia.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Jalisco, a cargo de la Secretaria del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) integrado por diez estaciones de monitoreo; tres de las cuales se localizan en el municipio de Guadalajara (Centro, Miravalle y Oblatos), tres más en el municipio de Zapopan (Atemajac, Las Águilas y Vallarta), y una en cada uno de los siguientes municipios: El Salto (Las Pintas), Tonalá (Loma Dorada), Tlajomulco de Zúñiga (Santa Fe) y Tlaquepaque (Tlaquepaque).

En todas las estaciones se realiza el monitoreo de la calidad del aire con equipo automático. La Figura 104 ilustra la ubicación geográfica de cada una de ellas y la Tabla 41 muestra los contaminantes que se midieron en las mismas y el año en que iniciaron operación.

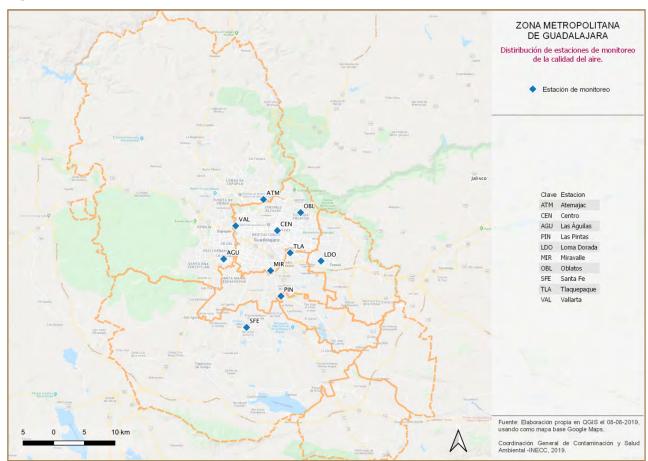


Figura 104. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Jalisco, 2018.

Tabla 41. Estaciones que conformaron el SMCA de Jalisco en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | | | | | | | ninantes | | | |
|-------------------------|-------------|-------|---------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|--|--|
| Municipio | Estación | Clave | (año de inicio de operación) | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО | | |
| | Centro | CEN | Automático (1993) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Guadalajara | Miravalle | MIR | Automático (1993) | ✓ | ✓ | √ | ✓ | ✓ | √ | | |
| | Oblatos | OBL | Automático (1993) | ✓ | ¤ | > | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Atemajac | ATM | Automático (1993) | ✓ | ¤ | √ | ✓ | √ | √ | | |
| Zapopan | Las Águilas | AGU | Automático (1993) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | Vallarta | VAL | Automático (1993) | ✓ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | √ | | |
| El Salto | Las Pintas | PIN | Automático (1993) | ✓ | ¤ | > | ✓ | ✓ | √ | | |
| Tonalá | Loma Dorada | LDO | Automático (1993) | ✓ | ¤ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Tlajomulco de Zúñiga | Santa Fe | SFE | Automático (1993) | ✓ | √ | √ | ✓ | √ | √ | | |
| Tlaquepaque | Tlaquepaque | TLA | Automático (1993) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la ZMG para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de toda la zona metropolitana, sobre las tendencias del año 1993 a 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se incumple cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

En esta sección se analiza el cumplimiento de las NOM para cada contaminante y estación de monitoreo en el año 2018. Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 105 y en la Tabla 42. En general, se puede apreciar que:

PM₁₀. En 2018 se contó con infraestructura para medir este contaminante en 10 estaciones de monitoreo. En 5 de ellas no fue posible la evaluación de cumplimiento de NOM por insuficiencia de datos, en tanto que las 5 estaciones restantes se incumplió la norma. En 2 de estas 5 estaciones se superó el límite de 24 horas y en 3 más los dos límites normados (24 horas y anual). En la estación Santa Fe, ubicada en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, se alcanzó la concentración más alta tanto como promedio de 24 horas, como promedio anual, con registros de 273 μg/m³ y 67 μg/m³, respectivamente. La primera equivale a 3.6 veces y la segunda a 1.6 veces el valor límite respectivo (75 y 40 μg/m³).

^{✓=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

- PM₂₅. De las 3 estaciones que midieron este contaminante en 2018, en la estación Santa Fe no se cumplió la norma, pues se rebasó tanto el límite de 24 horas como el promedio anual. Las concentraciones más altas registradas fueron de 129 μg/m³ y de 25 μg/m³ respectivamente, esto equivale a superar el límite de 24 horas en 2.8 veces y el límite anual en 2 veces. En las estaciones Centro y en Miravalle no se pudo evaluar el cumplimiento de la norma, debido a la insuficiencia de datos. Es importante destacar que las estaciones con capacidad para medir este contaminante en Zapopan y Tlaquepaque estuvieron fuera de operación en 2018.
- Ozono. En 2018, el ozono se midió en las 10 estaciones que conforman este SMCA y en todas ellas se rebasaron los dos límites normados (1 hora y 8 horas). La concentración más alta tanto de 1 hora como de 8 horas se registró en la estación Miravalle (MIR), que se localiza en el municipio de Guadalajara. Estas concentraciones fueron de 0.195 ppm y 0.144 ppm, respectivamente. Ambos valores equivalen a dos veces el límite normado correspondiente.
- CO, NO₂ y SO₂. El monóxido de carbono se midió en 7 estaciones, pero en 3 de ellas no fue posible evaluar la norma por insuficiencia de datos. El NO₂ y el SO₂ se midieron en 8 estaciones y en 2 no hubo suficiencia de datos. En ninguna de las estaciones de monitoreo donde si fue posible la evaluación de cumplimiento se rebasaron los límites normados correspondientes.

Figura 105. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en la ZMG, en el año 2018.

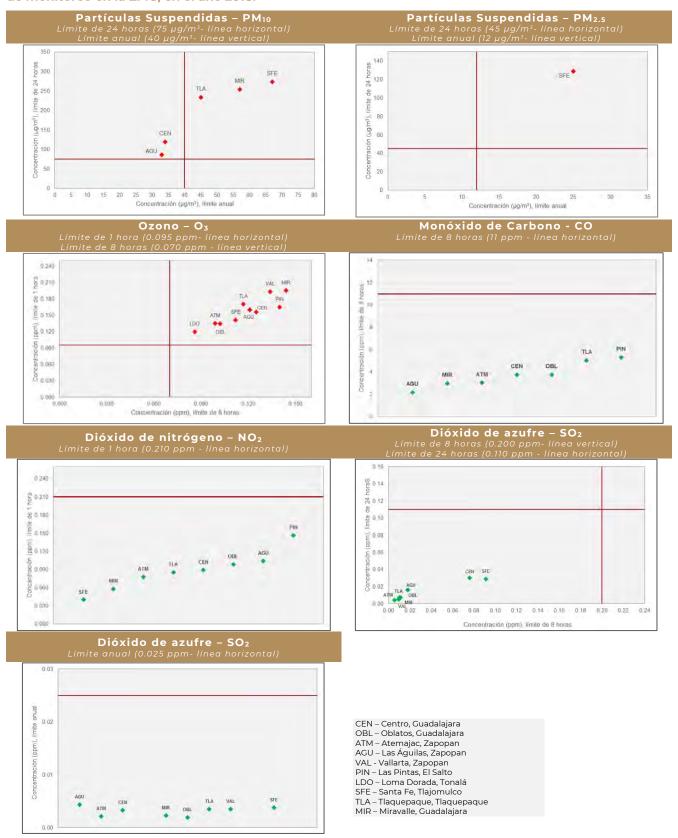


Tabla 42. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en la ZMG (2018).

| Contonninonto | Límite normado | | Estación | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|-------------------------|----------|------------|-------|-------|---------|-------|----------|--------|------------|-------------|
| Contaminante | Limite | e normado | | Guadalajar | | | Zapopar | | El Salto | Tonalá | Tlajomulco | Tlaquepaque |
| | | Máximo | CEN | MIR | OBL | ATM | AGU | VAL | PIN | LDO | SFE | TLA |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | ≤ 75 µg/m³ | 119 | 254 | DI | DI | 86 | DI | DI | DI | 273 | 233 |
| ₩PMI0 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 34 | 57 | DI | DI | 33 | DI | DI | DI | 67 | 45 |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | DI | DI | ¤ | ¤ | FO | FO | ¤ | ¤ | 129 | FO |
| ···/FIVI2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI | DI | ¤ | ¤ | FO | FO | ¤ | ¤ | 25 | FO |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.156 | 0.195 | 0.134 | 0.135 | 0.160 | 0.193 | 0.165 | 0.120 | 0.141 | 0.170 |
| · /03 | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.125 | 0.144 | 0.102 | 0.099 | 0.121 | 0.134 | 0.140 | 0.086 | 0.112 | 0.117 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 3.74 | 2.95 | 3.74 | 3.01 | 2.15 | DI | 5.28 | DI | DI | 5.01 |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.089 | 0.058 | 0.098 | 0.078 | 0.104 | DI | 0.146 | DI | 0.040 | 0.085 |
| ⁽⁵⁾ SO₂ | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.076 | 0.011 | 0.010 | 0.006 | 0.018 | 0.010 | DI | DI | 0.091 | 0.010 |
| | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.030 | 0.007 | 0.005 | 0.004 | 0.016 | 0.007 | DI | DI | 0.029 | 0.007 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.004 | 0.004 | DI | DI | 0.004 | 0.004 |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

FO = Fuera de operación; = No cuenta con equipo de monitoreo para el contaminante;

= Cumple con el límite normado;

= No cumple con el límite normado.

Nota:

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b); (3) NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes;

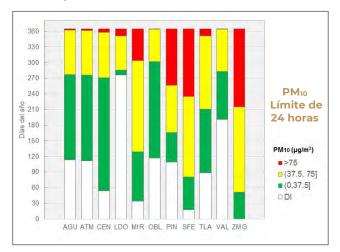
B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

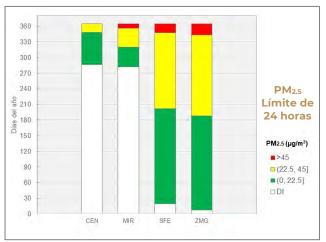
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 106 se puede observar que:

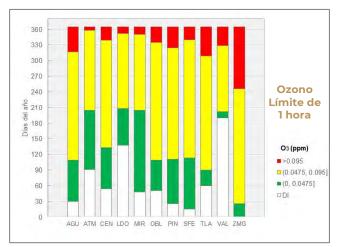
- PM₁₀. La mala calidad del aire por PM₁₀ estuvo presente en todas las estaciones de monitoreo, incluso en aquellas en las que no se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma, lo que en cualquier caso indica un riesgo a la salud de la población. En las estaciones Vallarta (VAL) y Oblatos (OBL) se registró un día con mala calidad del aire por este contaminante, en tanto que en el resto de las estaciones esta condición fue más recurrente, registrándose la mayor frecuencia de ocurrencia en Santa Fe (SFE), Las Pintas (PIN) y Miravalle (MIR) con un total de 130, 109 y 61 días, respectivamente. A nivel de toda la zona metropolitana esta situación se presentó en 150 días, esto es, en el 41% de los días del año.
- PM₂₅. Con respecto a las partículas suspendidas PM₂₅, sólo en la estación Centro (CEN) no se registraron días con mala calidad del aire en el año 2018, hecho que sí ocurrió en las estaciones Santa Fe (SFE) con 18 días y Miravalle (MIR) con 8 días. A nivel de toda la zona metropolitana, el límite normado de 24 hora de PM₂₅ se superó en 22 días (6%) del año.
- Ozono. En las 10 estaciones que midieron ozono se registraron días con mala calidad del aire, rebasándose el límite normado de una hora con mayor frecuencia en Tlaquepaque (TLA), Las Águilas (AGU) y Las Pintas (PIN) con 56, 48, 41 días, respectivamente. Por el contrario, el sitio con la menor cantidad de días en esta condición fue Atemajac (ATM) con 7 días. A nivel de toda la zona metropolitana esta situación se presentó en 119 días, esto es, en el 33% de los días del año.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se observa que, en general, en la mayoría de las estaciones de monitoreo predominaron los días con buena calidad del aire.

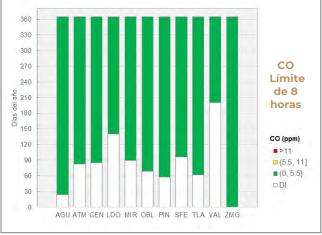
La Tabla 43 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de toda la zona metropolitana. En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara son las PM_{10} (41%) seguidas por el O_3 (33%) y las $PM_{2.5}$ (6%), en tanto que CO, NO_2 y SO_2 , no representaron un problema de calidad del aire al no registrar en ninguno de los días con información válida y suficiente concentraciones superiores al límite normado correspondiente.

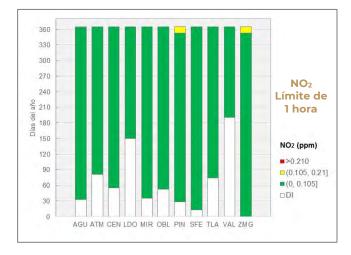
Figura 106. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en la ZMG, en el año 2018.

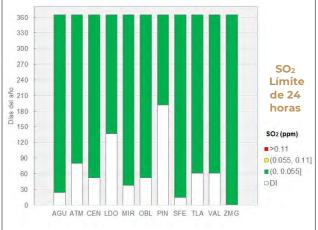












CEN - Centro, Guadalajara

OBL – Oblatos, Guadalajara

ATM – Atemajac, Zapopan AGU – Las Águilas, Zapopan

VAL - Vallarta, Zapopan PIN – Las Pintas, El Salto

LDO - Loma Dorada, Tonalá

SFE – Santa Fe, Tlajomulco

TLA - Tlaquepaque, Tlaquepaque

MIR - Miravalle, Guadalajara

Tabla 43. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en la ZMG en el año 2018.

| | No días con datos válidos | 365 | | |
|-----------------------|------------------------------|-----|--|--|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 150 | | |
| | % días > 75 µg/m³ | 41% | | |
| | No días con datos válidos | 358 | | |
| PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 22 | | |
| | % días > 45 μg/m³ | 6% | | |
| | No días con datos válidos | 365 | | |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 119 | | |
| | % días > 0.095 ppm | 33% | | |

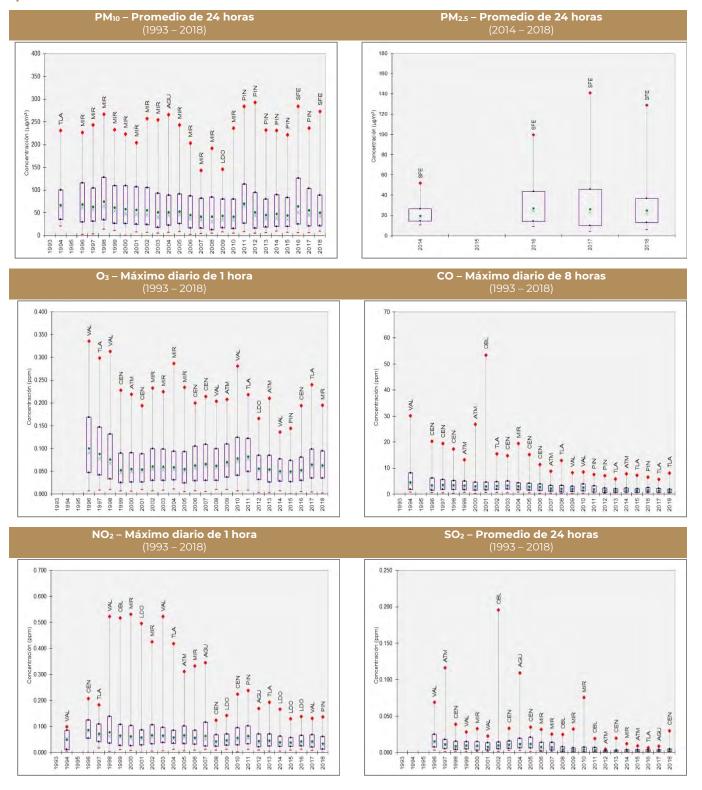
| | No días con datos válidos | 365 | | |
|-----------------|------------------------------|-----|--|--|
| со | No días > 11 ppm | 0 | | |
| | % días > 11 ppm | 0% | | |
| | No días con datos válidos | 365 | | |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 | | |
| | % días > 0.210 ppm | 0% | | |
| | No días con datos válidos | 365 | | |
| SO ₂ | No días > 0.110 ppm | 0 | | |
| | % días > 0.110 ppm | 0% | | |

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 107 muestra la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, a nivel de toda la zona metropolitana, en el periodo 1993 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información.

- PM₁₀. En el caso de las PM₁₀ se observa que del año 1998 al 2010 los percentiles 10 y 90, así como el promedio y la mediana tuvieron una tendencia a la baja, después de este año se observa una tendencia variable donde en los años 2011 y 2016 los indicadores aumentaron, en tanto que en 2017 y 2018 van a la baja nuevamente; para el caso del valor máximo hay una tendencia variable, en la que en los años 2011, 2012, 2016 y 2018 se presentaron las concentraciones máximas de mayor magnitud de todo el periodo estudiado.
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅ el promedio, el percentil 90 y el máximo muestran una tendencia creciente entre 2014 y 2017, en tanto que en 2018 registraron un decremento. El percentil 90, por ejemplo, pasó de 46 μ g/m³ en 2017 a 37 μ g/m³ en 2018.
- Ozono. El ozono, por su parte, muestra una tendencia variable. Todos los indicadores (excepto el máximo) bajaron del año 1996 al 2001, luego subieron en el periodo 2002 a 2010 y nuevamente bajan del 2011 al 2015. En los tres años más recientes se observa nuevamente una tendencia creciente. El valor máximo de mayor magnitud de los últimos 8 años es de 0.240 ppm y corresponde al año 2017.
- CO, NO₂ y SO₂. La tendencia general observada en CO y SO₂ para todos los indicadores es decreciente hasta el año 2018. El NO₂ tuvo un aumento de los indicadores en los años 2004, 2010 y 2011, y en los 3 años más reciente se ha mantenido estable.

Figura 107. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en la ZMG en el periodo 1993 – 2018.

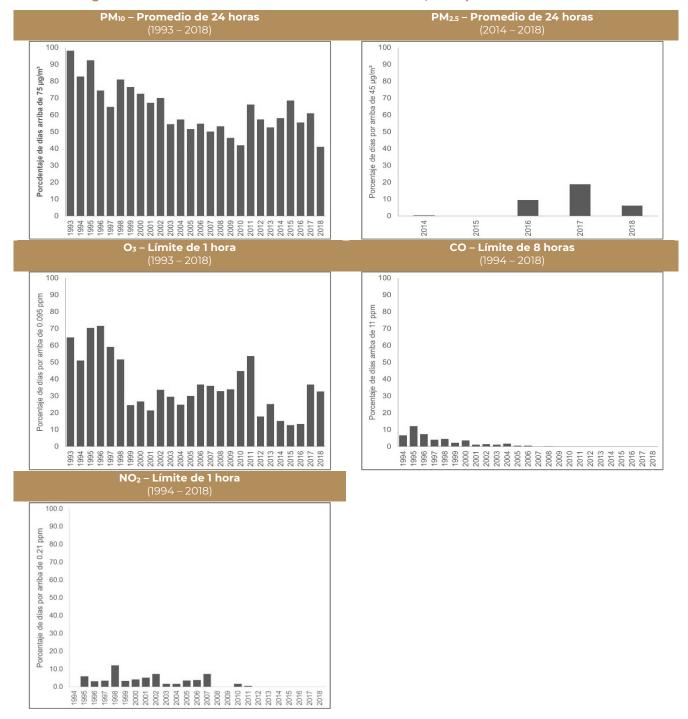


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 108 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante. En ella, se observa que:

- PM₁₀. El porcentaje de días en que se rebasó en límite normado de PM₁₀ tiene una tendencia decreciente desde el año 1993 y hasta el año 2010. En este periodo, el porcentaje de días en esta condición pasó de un 98% a un 42%. A partir del año 2011 y hasta 2017 se observa gran variabilidad pues de un año a otro este porcentaje aumenta o disminuye, sin apreciarse una tendencia. En el año 2018, el porcentaje de días que rebasaron el límite de norma fue de 41%.
- PM_{2.5}. Las PM_{2.5}, por su parte, presentaron una mejora en 2018 con respecto a 2017, ya que los días en esta condición se redujeron de 19 % a 6%.
- Ozono. La tendencia del ozono fue decreciente de 1996 a 2001, periodo en el que se pasó del 71% a 21% de los días del año con concentraciones superiores al límite normado. De 2002 a 2011 aumentaron los días en esta condición, hasta llegar a 54%, mientras que, en los años 2014, 2015 y 2016 el porcentaje de días se mantuvo casi constante en 15%. En 2017 y 2018 se registró un incremento importante al alcanzarse en el 37% y 33% de los días, de cada uno de estos años, concentraciones superiores al límite normado.
- CO y NO₂. El CO y NO₂, no registraron concentraciones superiores a los límites normados desde 2007 y 2012 respectivamente.
- SO₂. Para el SO₂ no se incluye la gráfica correspondiente en la Figura 108, ya que solo en 1997 y 2002 se presentaron días en esta condición y no rebasaron el 1%.

Figura 108. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1993 – 2018.

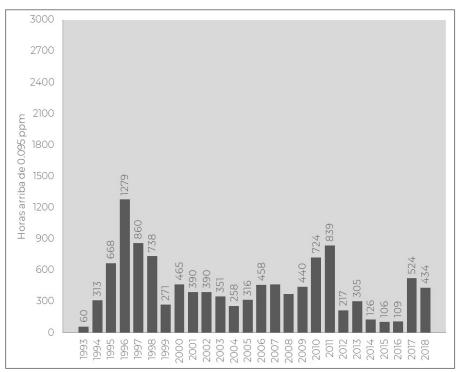


E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora en toda la zona metropolitana.

En la Figura 109, se observa un comportamiento variable en el que de 1996 a 1999 las horas que rebasan el límite pasaron de 15% a 3%, en tanto que del 2000 al 2009 se mantuvieron casi contantes entre 4% y 5%; en 2010 aumentaron las horas en esta condición y comenzó una tendencia a la baja hasta el año 2016 donde el porcentaje de horas con concentraciones superiores al límite normado fue de 1%. Para 2017 y 2018 el porcentaje de horas aumentó a 6% y 5%, respectivamente.

Figura 109. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 1993 – 2018.



F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

Finalmente, la Tabla 44 y la Figura 110 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de toda la zona metropolitana. Así, por ejemplo, en 1994 que es el año con las peores condiciones, de acuerdo con este indicador, se incumplió al menos una de las normas de calidad del aire en 329 de los 365 días del año. De ellos, en 161 días se rebasó el límite de 1 contaminante, en 153 días el límite de 2 contaminantes y en 15 días el límite de 3 contaminantes.

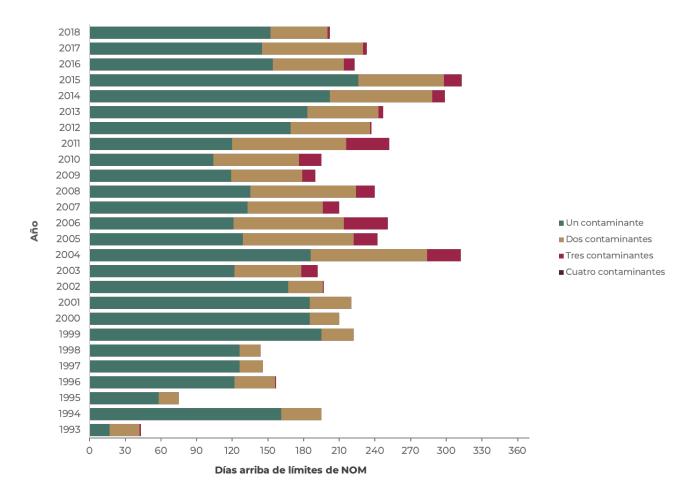
En 2009, por el contrario, es el año más limpio en el periodo analizado ya que se rebasó al menos uno de los límites normados vigentes en 206 días de 365 días con datos; en 119 días se rebasó el límite normado de 1 contaminante y en 87 días el de dos contaminantes. El año 2018 se ubica entre los 10 años más limpios, ya que en 216 días se rebasó alguno de los límites normados de los 365 días con datos, cabe mencionar que el número de días en que se rebasaron los límites normados de tres contaminantes en un mismo día, disminuyó de 30 días en 2017 a 11, en 2018.

Tabla 44. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la ZMG, 1993 – 2018.

| ^~ | No. de días con | No. de días | Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante | | | | | | | |
|-----------|--------------------|-------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--|--|--|--|
| Año | datos | > NOM | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes | | | | |
| 1993 | 51 | 51 | 17 | 18 | 16 | 0 | | | | |
| 1994 | 365 | 329 | 161 | 153 | 15 | 0 | | | | |
| 1995 | 205 | 196 | 58 | 113 | 22 | 3 | | | | |
| 1996 | 361 | 325 | 122 | 178 | 24 | 1 | | | | |
| 1997 | 361 | 288 | 126 | 146 | 16 | 0 | | | | |
| 1998 | 355 | 302 | 126 | 136 | 37 | 3 | | | | |
| 1999 | 359 | 286 | 195 | 87 | 4 | 0 | | | | |
| 2000 | 361 | 278 | 185 | 82 | 10 | 1 | | | | |
| 2001 | 365 | 262 | 185 | 70 | 7 | 0 | | | | |
| 2002 | 363 | 280 | 167 | 99 | 14 | 0 | | | | |
| 2003 | 365 | 217 | 122 | 91 | 4 | 0 | | | | |
| 2004 | 359 | 243 | 186 | 52 | 5 | 0 | | | | |
| 2005 | 363 | 217 | 129 | 82 | 6 | 0 | | | | |
| 2006 | 365 | 232 | 121 | 104 | 7 | 0 | | | | |
| 2007 | 365 | 230 | 133 | 86 | 11 | 0 | | | | |
| 2008 | 366 | 225 | 135 | 89 | 1 | 0 | | | | |
| 2009 | 365 | 206 | 119 | 87 | 0 | 0 | | | | |
| 2010 | 365 | 210 | 104 | 100 | 6 | 0 | | | | |
| 2011 | 365 | 279 | 120 | 159 | 0 | 0 | | | | |
| 2012 | 366 | 222 | 169 | 53 | 0 | 0 | | | | |
| 2013 | 365 | 233 | 183 | 50 | 0 | 0 | | | | |
| 2014 | 365 | 235 | 202 | 33 | 0 | 0 | | | | |
| 2015 | 365 | 261 | 226 | 35 | 0 | 0 | | | | |
| 2016 | 366 | 215 | 154 | 57 | 4 | 0 | | | | |
| 2017 | 365 | 269 | 145 | 94 | 30 | 0 | | | | |
| 2018 | 365 | 216 | 152 | 53 | 11 | 0 | | | | |

Es importante comentar que las combinación más frecuente de contaminantes cuyo límite normado es rebasado en un mismo día, desde los años 90's y hasta hoy día, es O_3 y PM_{10} , la segunda combinación más frecuente en los años 90's fue PM_{10} y CO, después del año 2000 fue PM_{10} y NO_2 , hasta hoy día que la segunda combinación más frecuente es PM_{10} y $PM_{2.5}$; aunque es importante mencionar que la medición de las $PM_{2.5}$ comenzó en el año 2014.

Figura 110. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la ZMG, 1993 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 MICHOACÁN

En 2018 no se pudo realizar la evaluación de cumplimiento de la norma de calidad del aire para este contaminante, debido a que se reportaron como inválidos los datos de una estación de monitoreo y otra estuvo fuera de operación.

No se pudo realizar la evaluación de cumplimiento de norma debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de información. La escasa información disponible revela que en 2018 no se presentaron días con mala calidad del aire por este contaminante en ninguna de las dos estaciones que lo midieron.

La norma de ozono se incumplió en las tres estaciones de monitoreo que hay en la ciudad de Morelia. En total se registraron 6 días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora en todo 2018. Las concentraciones más altas, como promedio de 1 y 8 horas, fueron equivalentes a 1.2 y 1.3 veces el límite normado correspondiente.

Con respecto a monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día con mala calidad del aire.

Para dióxido de azufre no fue posible hacer algún diagnóstico debido a que en 2018 no se generó información en ninguna de las estaciones de monitoreo con capacidad para medirlo.



(S)

A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia ha determinado una condición de mala calidad del aire en Morelia, Michoacán, durante el periodo de 2008-2018, es el ozono (95%) seguido del CO (3%) y las PM_{10} (1.5%), en tanto que $PM_{2.5}$, NO_2 y SO_2 , no han representado un problema de calidad del aire al no registrar días con concentraciones superiores al límite normado correspondiente.

En 2018 el número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante fue de 6 (todos por ozono), lo que significa una cantidad igual a la de 2016 y dos días menos con mala calidad del aire con respecto al 2015.

INFORMACIÓN GENERAL

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Michoacán, estuvo integrado en el año 2018 por tres estaciones de monitoreo que se ubican en la ciudad de Morelia. Una en el centro histórico (ECH), gestionada por la Secretaría de Desarrollo Metropolitano e Infraestructura del H. Ayuntamiento de Morelia, otra en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (ECU), administrada por la propia Universidad, y una más en el Laboratorio Estatal de Salud Pública, administrada por la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COEPRIS).

La Figura III, muestra la ubicación geográfica de cada una de estas estaciones de monitoreo, en tanto que en la Tabla 45 se indican tanto las capacidades de medición de contaminantes como el año en que cada una inició su operación.

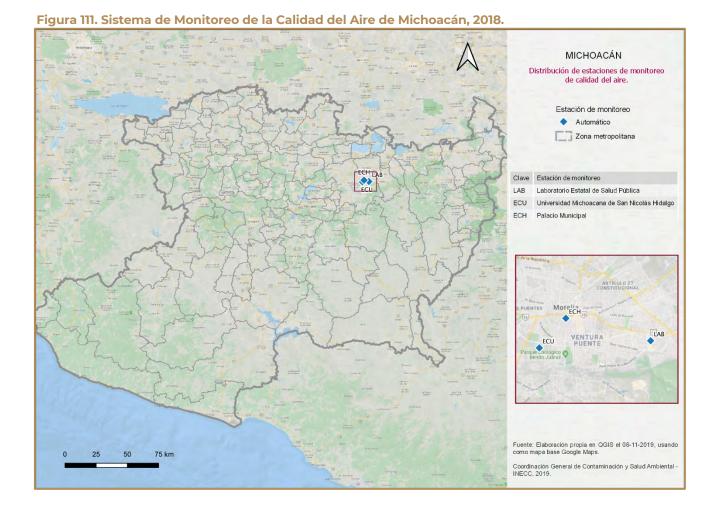


Tabla 45. Estaciones que conformaron el SMCA de Michoacán en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | Tipo de equipo y | Contaminantes | | | | | |
|---|-------|-------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----|
| Estación | Clave | año de inicio de operación | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО |
| Palacio Municipal | ECH | Automático (2005) | ¤ | √ | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ |
| Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo | ECU | Automático (2013) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Laboratorio Estatal de Salud Pública | LAB | Automático (2015) | √ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

^{√=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático (SEMARNACC) del Gobierno del Estado, la Secretaría de Desarrollo Metropolitano e infraestructura del H. Ayuntamiento de Morelia, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFPRIS)

Cabe señalar, que para la estación Laboratorio Estatal de Salud Pública (LAB) se reportaron fuera de operación los analizadores de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 , por lo que sólo fue posible analizar la información para O_3 , NO_2 y CO.

La información de calidad del aire correspondiente al año 2018 de las estaciones Palacio Municipal del Centro Histórico (ECH) y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (ECU) no fue proporcionada por los responsables de la gestión de dichos equipos, por lo que la información con la que se hizo el análisis mostrado en este capítulo se obtuvo directamente de la base de datos, sin validar, de la plataforma del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire - SINAICA y, posteriormente, fue validada por el personal del INECC.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de Michoacán para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción sobre las tendencias del año 2008 al 2018 con respecto al promedio, el mínimo, el máximo y los percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 112 y en la Tabla 46. En general, se puede apreciar que:

PM₁₀. En 2018 se contó con infraestructura para la medición de este contaminante en dos estaciones de monitoreo; sin embargo, en ninguna de ellas fue posible realizar la evaluación de cumplimiento de norma debido a la falta de información. En el caso de la estación Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (ECU), la información fue invalidada por

m = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

fallas en la operación del equipo, en tanto que la falta de datos en la estación Laboratorio Estatal de Salud Pública (LAB) fue porque se reportó fuera de operación.

- PM₂₅ En 2018 no se pudo realizar la evaluación de cumplimiento de norma para este contaminante en las estaciones Palacio Municipal (ECH) y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (ECU), debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de información como lo establece la norma misma, en tanto que el equipo de monitoreo de la estación Laboratorio Estatal de Salud Pública (LAB) fue reportado fuera de operación.
- Ozono. La norma de ozono se incumplió en las tres estaciones de monitoreo que existen en la ciudad. En particular, en las estaciones Palacio Municipal (ECH) y Laboratorio Estatal de Salud Pública (LAB) se rebasaron los dos límites normados, en tanto que en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (ECU), sólo se superó el límite normado como promedio de 8 horas. Las concentraciones más altas, tanto de 1 como de 8 horas, se registraron en la estación LAB, donde los valores máximos observados fueron 0.116 pp y 0.092 ppm, respectivamente. Estas concentraciones equivalen a 1.2 y 1.3 veces el límite normado respectivo.
- CO y NO₂. La información disponible sobre estos contaminantes indica que las concentraciones registradas a lo largo del año para cada uno de ellos, no rebasaron los límites normados respectivos.
- SO₂. Las dos estaciones con capacidad para medir este contaminante se reportaron fuera de operación en 2018, por lo que no fue posible determinar el estado de la calidad del aire en la ciudad de Morelia con respecto al dióxido de azufre.

Figura 112. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelia, Michoacán, en el año 2018.

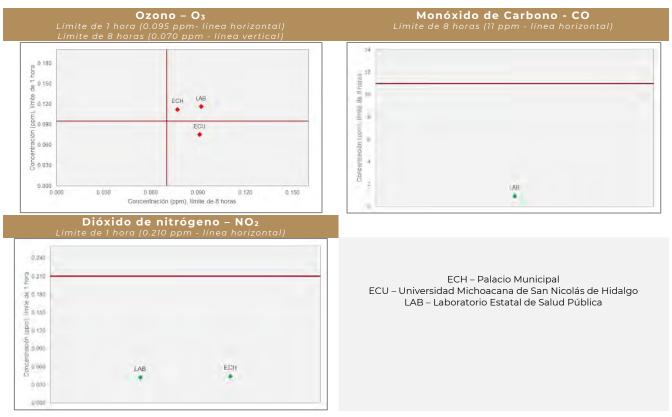


Tabla 46. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelia, Michoacán (2018).

| Contaminante | ı | Límite normado | ECH | ECU | LAB |
|----------------------------------|------------------------|----------------------|-------|-------|-------|
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h Máximo ≤ 75 µg/m³ | | ¤ | INV | FO |
| ···PIVI10 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | ¤ | INV | FO |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 μg/m³ | DI | DI | FO |
| ***PIVI _{2.5} | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI | DI | FO |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.112 | DI | 0.116 |
| 3 | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.077 | 0.075 | 0.092 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | FO | DI | 1 |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.044 | DI | 0.042 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | ¤ | FO | FO |
| ⁽⁵⁾ SO₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | ¤ | FO | FO |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | ¤ | FO | FO |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

FO = Fuera de operación.

= No cumple con el límite normado.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 113 se puede observar que:

- PM₁₀. En 2018 no se pudo generar este indicador para PM₁₀, debido, como se mencionó anteriormente, a que los datos de una estación se invalidaron por problemas operativos y otra estuvo fuera de operación.
- PM₂₅. En el caso de las PM₂₅, la escasa información disponible revela que en 2018 no se presentaron días con mala calidad del aire por este contaminante en ninguna de las dos estaciones que lo midieron durante el 2018 (ECH y ECU). Cabe mencionar, que la estación ECH tuvo insuficiencia de datos para generar este indicador en el 68% de los días del año, en tanto que en la estación ECU esta condición se presentó en el 42% de los días del año.
- Ozono. En cuanto al ozono, se registraron en total 6 días con mala calidad del aire durante el 2018, 4 de esos días en la estación Laboratorio Estatal de Salud Pública (LAB) y 2 en Palacio Municipal (ECH). Por otra parte, destaca el hecho de que hay una cantidad importante de días

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes.

INV = Datos invalidados.

z = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

⁼ Cumple con el límite normado.

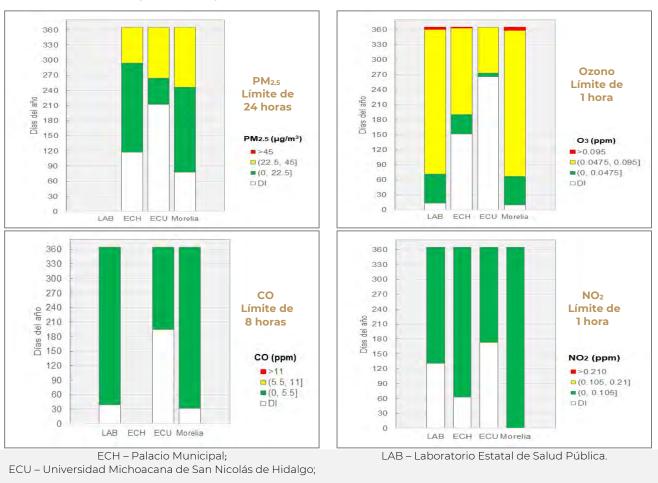
El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

del año en los que no se pudo generar el indicador por falta de datos en las estaciones ECH y ECU.

- CO y NO₂. Con respecto al CO y NO₂, la información disponible indica que no se registraron días con mala calidad del aire para estos contaminantes y que, en general, predominaron los días con buena calidad del aire.
- SO₂. Para SO₂, no fue posible generar este indicador debido a que los equipos que lo miden se reportaron fuera de operación.

Figura 113. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en la ciudad de Morelia, Michoacán, en el año 2018.



La Tabla 47 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{2.5}) a nivel de ciudad. En ella, se aprecia que la escasa información disponible para la ciudad de Morelia, indica la presencia de problemas de calidad del aire por ozono en el 2% de los días con datos válidos.

Tabla 47. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en Michoacán en el año 2018.

| | No días con | |
|-----------------------|-----------------|--------|
| | | INV |
| | datos válidos | |
| PM ₁₀ | No días > 75 | INV |
| PIVI10 | µg/m³ | IIVV |
| | % días > 75 | 1817.7 |
| | µg/m³ | INV |
| | No días con | 287 |
| | datos válidos | 207 |
| DM | No días > 45 | 0 |
| PM _{2.5} | µg/m³ | U |
| | % días > 45 | 0% |
| | µg/m³ | 0% |
| | No días con | 355 |
| | datos válidos | 333 |
| O ₃ | No días > 0.095 | 6 |
| | ppm | U |
| | % días > 0.095 | 2% |
| | ppm | Z/0 |

| | No días con datos válidos | 333 |
|-----------------|------------------------------|-----|
| со | No días > 11 ppm | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | FO |
| SO ₂ | No días > 0.110 ppm | FO |
| | % días > 0.110 ppm | FO |

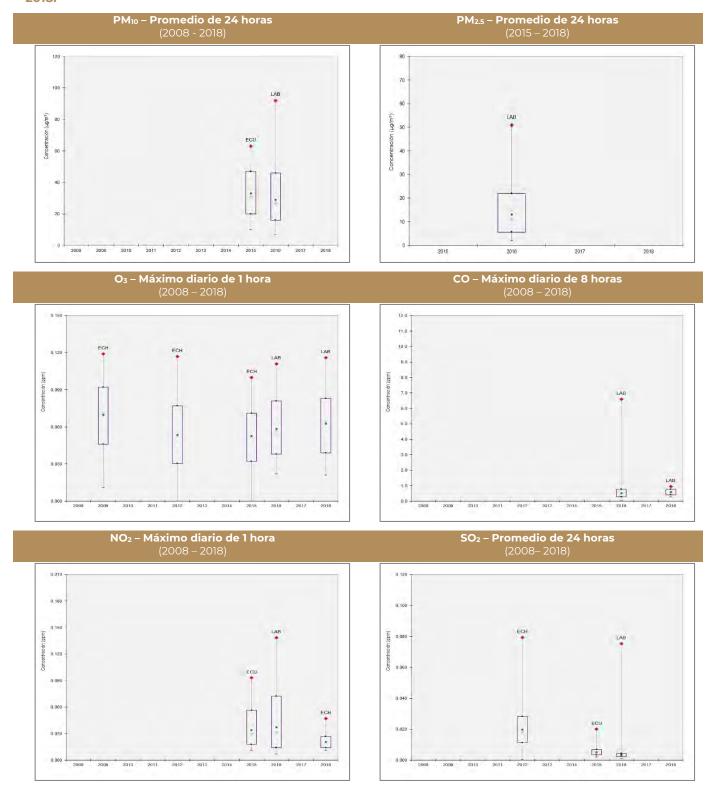
FO = Fuera de operación. INV = Datos invalidados.

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 114 muestra la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en la ciudad de Morelia, Michoacán, en el periodo de 2008 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información.

- PM_{10.} Las concentraciones máximas de PM₁₀ muestran un incremento de 2015 a 2016, mientras que el promedio, los percentiles 10 y 90 y el mínimo disminuyeron.
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅, sólo se cuenta con información para el año 2016, por lo cual no es posible establecer una tendencia.
- Ozono. En el caso de O₃ destaca que a partir del 2015 y hasta el 2018, se registra una ligera tendencia al alza de los valores promedio, máximo y percentiles 10 y 90.
- CO, NO₂ y SO₂. Para el CO, NO₂ y SO₂, se observa una gran variabilidad en prácticamente todos sus indicadores en los años en los que se cuenta con información, por lo que no es posible definir una tendencia clara en su comportamiento. En cualquier caso, se puede destacar que las concentraciones registradas, hasta ahora, se ubican muy por debajo de los límites normados correspondientes.

Figura 114. Concentraciones diarias, por contaminante, en el SMCA de Michoacán para el periodo 2008 - 2018.

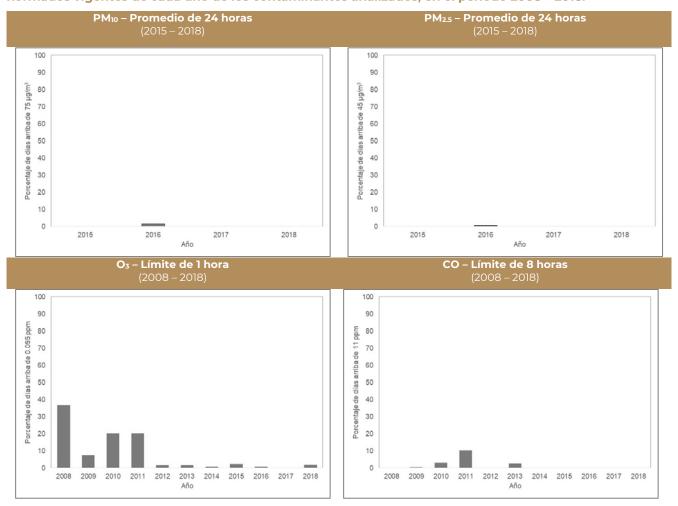


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 115 presenta el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante en el periodo 2008 - 2018.

- PM_{10} y PM_{25} . No se puede establecer una tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores al límite normado de PM_{25} y PM_{10} , debido a que durante el periodo de 2015 a 2018 sólo se cuenta con información del 2016 para ambos contaminantes.
- Ozono. La tendencia histórica general de este indicador con respecto al ozono ha sido a la baja entre 2008 y 2012, para mantenerse, prácticamente constante del 2012 al 2018. En 2014 se registró el menor porcentaje de días con concentraciones de ozono superiores al límite normado de 1 hora, con un total de uno. El año con las peores condiciones con respecto a este indicador ha sido, hasta ahora, el 2008 con un total de 73 días.
- CO, NO₂ y SO₂. En cuanto al CO, el límite normado vigente se rebasó dos días en 2010 e igual número de días en 2011, así como un sólo día en 2009 y 2013, en tanto que para el NO₂ y SO₂ no se han registrado concentraciones superiores al límite diario vigente en ninguno de los años con información disponible (2008-2018), razón por la cual no se incluyen sus gráficas.

Figura 115. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2008 – 2018.



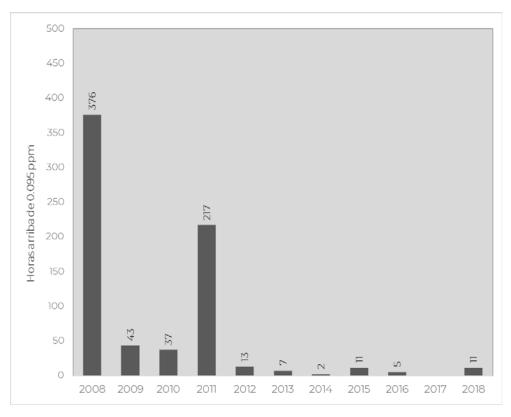
E) NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO OZONO

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora.

En la Figura 116, se aprecia un comportamiento con fluctuaciones aleatorias en el periodo analizado. Además, se puede observar que durante el periodo 2008-2018, ha habido 2 años con un alto número de horas con concentraciones superiores al límite normado de ozono: en 2008 se tuvieron 376 y en 2011 fueron 217 horas fuera de norma, lo que representa el 8% y el 3% de todas las horas del año, respectivamente. En el año 2018 se registraron 11 horas con concentraciones superiores al límite normado de ozono.

Para poner en contexto los datos antes mostrados es necesario recordar que la norma de este contaminante establece que el valor límite normado de una hora no debe ser rebasado ni una sola vez en un año calendario.

Figura 116. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2008 – 2018.



F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

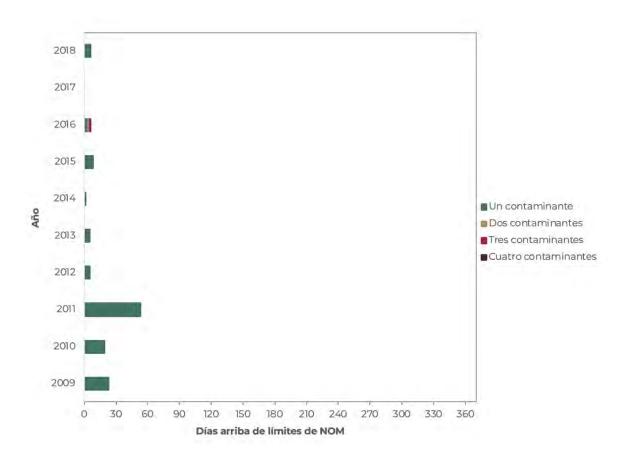
Finalmente, la Tabla 48 y la Figura 117 muestran la tendencia histórica de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Morelia, Michoacán. 2008 ha sido el año con las peores condiciones de calidad del aire al registrar en 73 de los 365 días del año concentraciones que superaron el límite normado de al menos un contaminante. Por otra parte, el año con las mejores condiciones, de acuerdo con este indicador, fue el 2014, en el cual se incumplió al menos una de las normas de calidad del aire en sólo 1 día.

En 2016, se presentaron 6 días con mala calidad del aire, 4 fueron por un solo contaminante (tres por PM_{10} y uno por O_3), 1 día por dos contaminantes (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y otro por tres contaminantes (O_3 , PM_{10} y $PM_{2.5}$). Respecto al año 2018, se registraron 6 días con mala calidad del aire por un solo contaminante, el ozono.

Tabla 48. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Michoacán, 2008 – 2018.

| Año | No. de días | No. de días > | | | aciones por arriba uier contaminante | |
|------|----------------|------------------|-------------------|--------------------|---|--------------------|
| Ano | con datos | NOM | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes |
| 2008 | 200 | 73 | 73 | 0 | 0 | 0 |
| 2009 | 308 | 23 | 23 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | 86 | 19 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| 2011 | 263 | 53 | 53 | 0 | 0 | 0 |
| 2012 | 348 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 2013 | 289 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 2014 | 282 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2015 | 365 | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| 2016 | 363 | 6 | 4 | 1 |] | 0 |
| 2018 | 365 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |

Figura 117. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Michoacán, 2008 - 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 MORELOS

En 2018 el diagnóstico de la calidad del aire en el Estado de Morelos sólo fue posible en la ciudad de Cuernavaca, pues las estaciones de monitoreo existentes en Zacatepec, Cuautla y Ocuituco estuvieron fuera de operación. En general, sobre el estado de la calidad del aire en Cuernavaca se puede destacar lo siguiente:

En 2018, no se cumplió la norma de calidad del aire para este contaminante, al registrarse una concentración promedio de 24 horas 70% superior al límite normado correspondiente. En total, se registraron 12 días en el año en los cuales hubo mala calidad del aire motivada por este contaminante.

Los dos límites normados para proteger la salud de la población por exposición a ese contaminante fueron rebasados en 2018, por lo que también se incumplió esta norma. Es importante destacar que esta condición se presentó en dos días a lo largo del año, en tanto que los días con buena calidad del aire por este contaminante representaron poco más del 50% de los días.

La norma de ozono se incumplió debido a que se rebasó el límite normado de 8 horas, al alcanzar una concentración de 0.076 ppm, que es equivalente a 1.1 veces el valor límite normado (0.070 ppm). La concentración máxima de 1 hora registrada en esta misma estación se mantuvo dentro de norma.

Las concentraciones registradas a lo largo del año con respecto a monóxido de carbono y dióxido de azufre, se mantuvieron por debajo de sus límites normados, en tanto que para dióxido de nitrógeno no fue posible realizar la evaluación de cumplimiento por insuficiencia de datos.



Estaciones de monitoreo: 4



A DESTACAR...

En 2018 el número de días con concentraciones superiores de al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante, en la ciudad de Cuernavaca, fue de 12 días, de los cuales en 10 se rebasó el límite de un solo contaminante (PM_{10}) y en 2, el límite de dos contaminantes (PM_{10}) y $PM_{2.5}$).

INFORMACIÓN GENERAL

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Morelos, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado, estuvo integrado en el año 2018 por 4 estaciones de monitoreo automático, localizadas en los municipios de Cuernavaca (Palacio de gobierno), Cuautla (Palacio municipal), Ocuituco (Palacio municipal) y Zacatepec (Instituto Tecnológico). Es importante destacar, sin embargo, que, tanto en 2017 como en 2018, estuvieron fuera de operación las estaciones de monitoreo ubicadas en Cuautla, Ocuituco y Zacatepec.

La Figura 118 muestra la ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo que conforman este SMCA. Por otra parte, la Tabla 49 enlista cada una de las estaciones referidas, así como la capacidad de medición de contaminantes y el año en que cada una de ellas inició su operación.

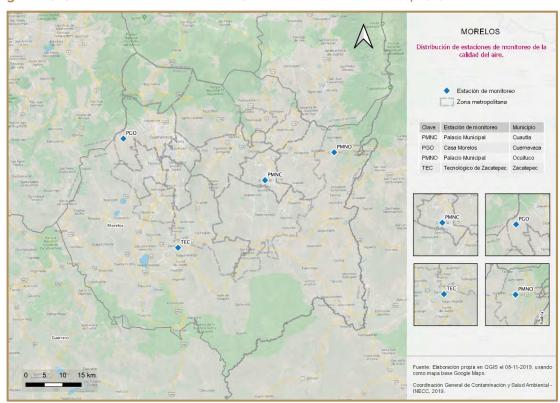


Figura 118. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Morelos, 2018.

Tabla 49. Estaciones que conformaron el SMCA de Morelos en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | Tipo de equipo y | | Contaminantes medidos | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|--|
| Estación | Clave | año de inicio de operación | РМю | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО | |
| Palacio de gobierno (Cuernavaca) | PGO | Automático (2000) | √ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Palacio de municipal (Cuautla) | PMNC | Automático (2006) | √ | √ | ✓ | √ | √ | ✓ | |
| Palacio de municipal (Ocuituco) | PMNO | Automático (2001) | ✓ | ✓ | ✓ | √ | √ | ✓ | |
| Instituto Tecnológico (Zacatepec) | TEC | Automático (2007) | ✓ | | ✓ | √ | ✓ | √ | |

^{√ =} Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de Cuernavaca para el año 2018, tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción sobre las tendencias, a nivel de ciudad, del año 2014 a 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se incumple cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 119 y en la Tabla 50, en las cuales se puede apreciar que:

- PM₁₀. La norma de este contaminante se incumplió ya que se registró una concentración promedio de 24 horas de 125 μg/m³, cuando el límite máximo permitido es de 75 μg/m³, es decir, 1.7 veces el valor normado. El límite anual sí se cumplió, con un valor promedio de 40 μg/m³, quedando justo en el límite máximo permitido.
- PM₂₅. Los dos límites normados para este contaminante se rebasaron en 2018, registrándose concentraciones de 61 μg/m³ (como promedio de 24 horas), que corresponde a 1.4 veces el valor normado (45 μg/m³), y 19 μg/m³ como promedio anual que equivale a 1.6 veces el valor normado correspondiente (12 μg/m³).
- Ozono. La norma de ozono se incumplió debido a que se alcanzó una concentración promedio de 8 horas de 0.076 ppm, valor ligeramente superior al límite normado (0.070 ppm). La concentración máxima de 1 hora, por su parte, fue inferior al recomendado para la protección de la salud de la población, al alcanzar un valor máximo de 0.090ppm.

⁼ No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

CO, NO₂ y SO₂. Las concentraciones registradas a lo largo del año con respecto a CO y SO₂, se mantuvieron por debajo de sus límites normados, en tanto que para NO₂ no fue posible realizar la evaluación de cumplimiento por insuficiencia de datos.

Figura 119. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelos, en el año 2018.

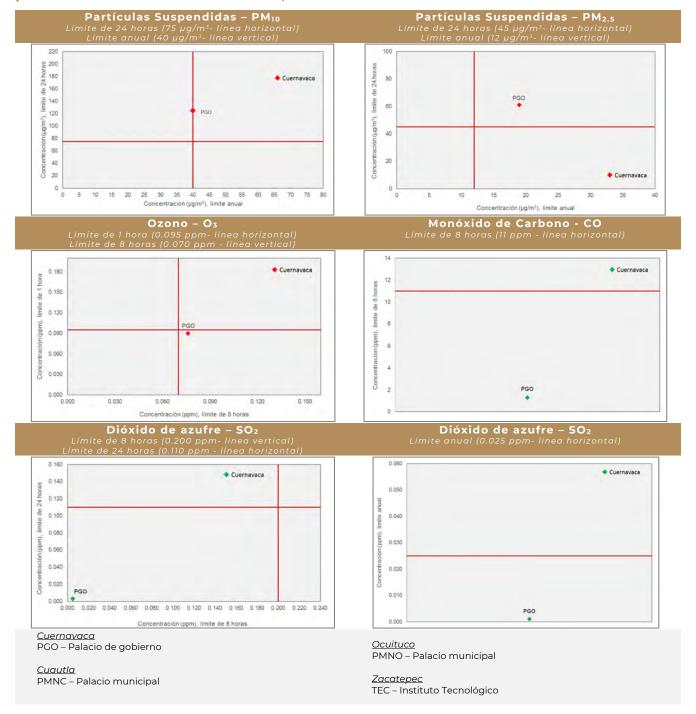


Tabla 50. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Morelos (2018).

| Contaminante | ном | Límite normado | Cuernavaca | Cuautla | Ocuituco | Zacatepec TEC |
|---------------------------------------|-------|-------------------------|------------|---------|----------|------------------|
| | | | PGO | PMNC | PMNO | IEC |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 125 | FO | FO | FO |
| ₩ PIVII0 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 40 | FO | FO | FO |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | 61 | FO | FO | ¤ |
| 17 PM2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | 19 | FO | FO | ¤ |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.090 | FO | FO | FO |
| .⇒ 0 ₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.076 | FO | FO | FO |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 1 | FO | FO | FO |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | DI | FO | FO | FO |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.005 | FO | FO | FO |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.003 | FO | FO | FO |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | F00.0 | FO | FO | FO |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En la Figura 120 se puede observar lo siquiente:

- PM_{10} . En 2018 se registraron 12 días con mala calidad del aire por PM_{10} , en tanto que los días con calidad del aire regular y buena fueron 145 y 149, respectivamente.
- PM₂₅. Con respecto a las partículas suspendidas PM₂₅, se presentaron dos días con mala calidad. Los días con buena calidad del aire representaron el 53% de los días del año, en tanto que la condición de calidad del aire regular se presentó en el 32% de los días del año. En el resto de los días no hubo información suficiente para generar el indicador.
- Ozono. El ozono, no registró ningún día con concentraciones superiores a su límite normado de 1 hora en 2018; sin embargo, es oportuno recordar que la norma de este contaminante se incumplió por rebasar el límite normado como promedio de 8 horas.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993); (4) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010)

FO = Fuera de operación por reubicación

DI = Datos insuficientes.

^{¤ =} No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

⁼ Cumple con el límite normado = No cumple con el límite normado.

El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

CO, NO₂ y SO₂. La información disponible para el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre indica que en todos los días en los que se contó con información suficiente para generar el indicador correspondiente se registró una condición de buena calidad del aire.

Figura 120. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Morelos, en el año 2018.



La Tabla 51 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de ciudad. En ella, se aprecia que, en Cuernavaca, presentó una condición de mala calidad del aire en el 4% de los días evaluados para PM_{10} y 0.6% para $PM_{2.5}$.

Tabla 51. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en Morelos en el año 2018.

| | | PM ₁₀ | | | PM _{2.5} | | | O ₃ | |
|------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm |
| Cuernavaca | 306 | 12 | 4% | 312 | 2 | 0.6% | 290 | 0 | 0.0% |
| Cuautla | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Ocuituco | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Zacatepec | FO | FO | FO | ¤ | ¤ | FO | FO | FO | FO |
| | | CO | | | NO₂ | | | SO₂ | |
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm |
| Cuernavaca | 313 | 0 | 0.0% | 56 | 0 | 0.0% | 306 | 0 | 0.0% |
| Cuautla | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Ocuituco | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Zacatepec | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |

FO = Fuera de operación.

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Las Figuras 121 a 126 muestran la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en el periodo 2014 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se observa lo siguiente:

Sólo fue posible generar el análisis de tendencias para Cuernavaca. Las estaciones de monitoreo atmosférico localizadas en Zacatepec, Ocuituco y Cuautla estuvieron fuera de operación o no cumplieron con el criterio de suficiencia de datos del 75% para ninguno de los contaminantes en ninguno de los años con información disponible.

- **PM**_{10.} En el caso de las PM₁₀ (Figura 121), se puede observar un incremento en las concentraciones máxima y mínima en el periodo de 2016 al 2018, en tanto que el promedio ha permanecido prácticamente constante en el mismo periodo de tiempo.
- PM₂₅. La información de PM₂₅ muestra una variabilidad de un año a otro en los valores máximo y percentil 90 que impide definir alguna tendencia, en tanto que el promedio, el percentil 10 y el mínimo muestran gran estabilidad en el periodo 2016 a 2018 (Figura 122).
- Ozono. El ozono se ha monitoreado en Cuernavaca desde el año 2014, sin embargo, sólo se tiene información suficiente para generar los indicadores para el periodo 2016-2018. Los resultados muestran un ligero decremento de las concentraciones máximas, mientras que

para los valores promedio, mínimo y percentil 10 se observa un incremento durante el mismo periodo (Figura 123).

- CO. La información histórica para el monóxido de carbono muestra una disminución en el valor máximo durante el periodo de 2014 al 2018, así como un incremento en los valores mínimo y percentil 10. Los valores promedio y percentil 90 se ha mantenido prácticamente constante durante este periodo de tiempo. En general, las concentraciones registradas de este contaminante en la ciudad de Cuernavaca se ubican muy por debajo del límite normado que es de 11 ppm (Figura 124).
- NO₂ y SO₂. Para NO₂ no es posible establecer ninguna tendencia dada la existencia de datos sólo para los años 2014 y 2016 (Figura 125), en tanto que para el SO₂ destaca la reducción de la concentración máxima entre los años 2016 y 2018 (Figura 126).

Figura 121. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM₁₀, en Morelos en el periodo 2014 – 2018.

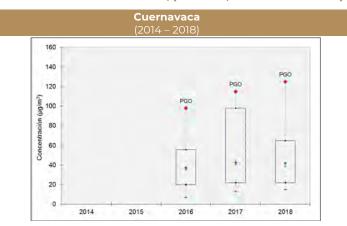


Figura 122. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM_{2.5}, en Morelos en el periodo 2016 - 2018.

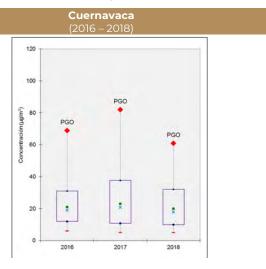


Figura 123. Tendencias de las concentraciones diarias, por O₃, en Morelos en el periodo 2014 – 2018.

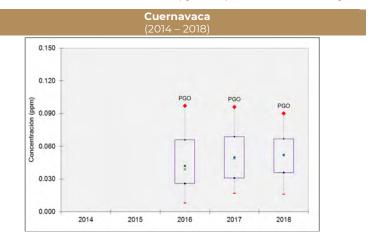


Figura 124. Tendencias de las concentraciones diarias, por CO, en Morelos en el periodo 2014 - 2018.

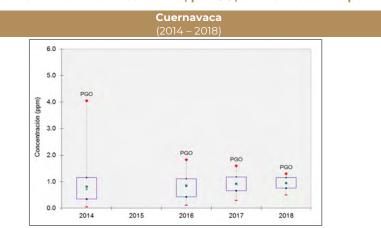
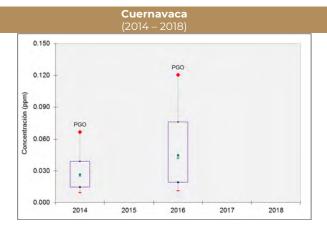


Figura 125. Tendencias de las concentraciones diarias, por NO₂, en Morelos en el periodo 2014 – 2018.



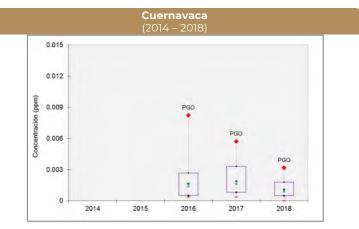


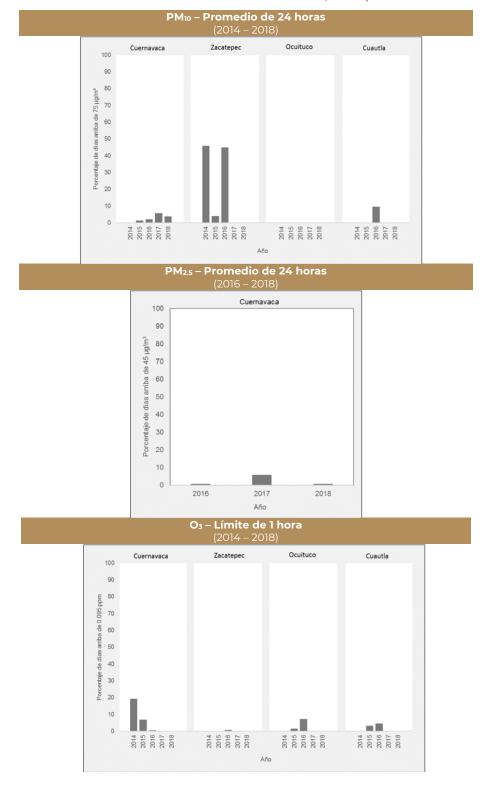
Figura 126. Tendencias de las concentraciones diarias, por SO₂, en Morelos en el periodo 2014 - 2018.

D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 127 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante a nivel de ciudad. En dicha figura se observa que:

- PM₁₀. Las PM₁₀, suelen registrar concentraciones, promedio de 24 horas, que superan el límite normado correspondiente con mayor frecuencia en Zacatepec, llegando a representar hasta el 45% de los días con datos suficientes (2014 y 2016). En Cuernavaca destaca que, aunque son pocos los días con concentraciones superiores al valor normado, se presenta una tendencia creciente de este indicador entre 2015 y 2017, disminuyendo en 2018. Asimismo, se observa que en Ocuituco no se ha registrado ningún día en esta condición en los años con información disponible (2014 y 2016).
- PM_{2.5}. Respecto a las PM_{2.5}, el indicador sólo pudo generarse para la ciudad de Cuernavaca, en donde se observa que durante el periodo de 2016-2018, el mayor porcentaje de días arriba de norma se presentó en el 2017 con el 6%, disminuyendo al 0.6% en 2018.
- Ozono. Para el caso del ozono, la tendencia histórica de días por año en que se rebasa el límite normado de 1 hora muestra que, en Cuernavaca, ha habido una reducción constante durante el periodo de 2014 al 2018, ya que pasó del 19% de días de incumplimiento en 2014 a ningún día en 2018. Durante el 2017 y 2018 las estaciones de monitoreo atmosférico localizadas en Cuautla, Ocuituco y Zacatepec estuvieron fuera de operación, por lo cual no se cuenta con información para evaluar los indicadores de calidad del aire, sin embargo, durante el periodo de 2014 al 2016, se observa una tendencia al alza, por lo que es importante asegurar el buen funcionamiento de estas estaciones durante los próximos años, a fin de contar con información suficiente que permita observar la evolución de éste y otros contaminantes.
- CO, NO₂ y SO₂ No se incluyeron las gráficas correspondientes a CO, SO₂ y NO₂, debido a que no se han registrado concentraciones superiores al límite diario vigente para alguno de estos contaminantes en ninguno de los años con información disponible.

Figura 127. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2014 – 2018.



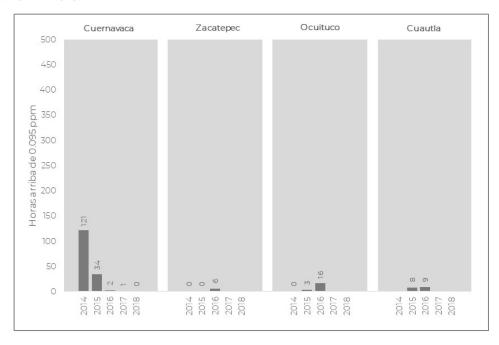
E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora. En este caso, el indicador se generó a nivel de ciudad y la Figura 128 muestra que Cuernavaca es la ciudad en la que con mayor frecuencia se rebasa el límite normado de este contaminante, sin embargo, esto ha ido disminuyendo a través del tiempo, ya que, mientras en 2014 se obtuvo un registro de 121 horas con concentraciones superiores al límite normado, en 2018 no se registró ninguna hora con esta condición.

En Zacatepec, Ocuituco y Cuautla el año con la mayor cantidad de horas con registros superiores al valor de norma ha sido 2016 con 6, 16 y 9 horas, respectivamente. En 2017 y 2018, sin embargo, las estaciones de monitoreo atmosférico localizadas en estos municipios estuvieron fuera de operación, razón por la cual no se cuenta con información para evaluar los indicadores correspondientes.

Para poner en contexto los datos antes mostrados, es necesario recordar que la norma de este contaminante establece que el valor normado de una hora no debe ser rebasado ni una sola vez en un año calendario.

Figura 128. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2014 – 2018.



F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

Finalmente, la Tabla 52 y la Figura 129 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. En ellas se observa que, salvo en Cuernavaca en el resto de las ciudades y en prácticamente todos los años, la cantidad de días con información disponible es inferior al 75% y, a pesar de ello, en todas se registró al menos 1 día por año en el que se superó el límite normado de al menos un contaminante. En el caso de Cuernavaca, se observa que el número de días con registros superiores a los límites normados disminuyó de 2014 a 2016, pasando de 40 a 8; sin embargo, en 2017 se registró un repunte al tener 26 días en esta condición y para 2018 volvió a disminuir a 12 días, de ellos en 10 se rebasó el límite de un solo contaminante (PM₁₀) y en dos el límite de dos contaminantes distintos (PM₁₀ y PM_{2.5}). Zacatepec es la ciudad que registra, en el periodo analizado, la mayor cantidad de días con concentraciones superiores al límite normado de un contaminante en un año con un total de 71 en el año 2014.

En todos los casos se rebasó el límite normado de PM_{10} . Ocuituco y Cuautla sólo reportaron datos para dos años y en ambos casos la cantidad de días con concentraciones superiores a los límites normados actuales para los diferentes contaminantes fue inferior a 10, registrándose la mayor cantidad de eventos en el año 2016 a causa de las altas concentraciones de ozono (8 días) en Ocuituco y $PM_{2.5}$ en Cuautla (5 días).

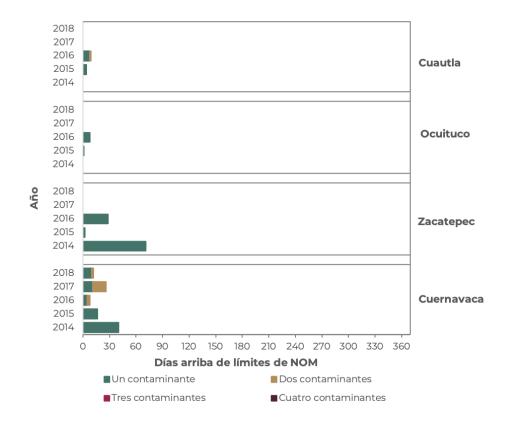
Tabla 52. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2018.

| G'araba d | A ~ . | No. de | No. de | Número de | días con concentr actuales de cualq | aciones por arriba uier contaminante | |
|------------|-------|-------------------|---------------|-------------------|--|---|--------------------|
| Ciudad | Año | días con datos | días > NOM | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes |
| | 2014 | 341 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| aca | 2015 | 216 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| Cuernavaca | 2016 | 347 | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| Cue | 2017 | 350 | 26 | 11 | 15 | 0 | 0 |
| | 2018 | 315 | 12 | 10 | 2 | 0 | 0 |
| o e c | 2014 | 326 | 71 | 71 | 0 | 0 | 0 |
| Zacatepec | 2015 | 195 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Za | 2016 | 141 | 28 | 28 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 2014 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ocuituco | 2015 | 63 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ŏ | 2016 | 136 | 8 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| Cuautla | 2015 | 181 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Cua | 2016 | 289 | 9 | 8 | 1 | 0 | 0 |

Las combinaciones más frecuentes de contaminantes cuyo límite normado es rebasado en un mismo día se presentaron en Cuernavaca, con la combinación de 2 contaminantes: en el 2017 con 15 días por arriba de norma $(PM_{10} \ y \ PM_{2.5})$ y en 2018 con 2 días $(PM_{10} \ y \ PM_{2.5})$.

Para el caso de Cuautla, en el año 2016 se presentó un día fuera de los límites normados para 2 contaminantes (O₃ y PM_{2.5}). En Ocuituco y Zacatepec, con la información disponible durante el periodo analizado, no se han presentado combinaciones de 2 o más contaminantes que rebasen en un mismo día los límites normados de calidad del aire.

Figura 129. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Morelos, 2014 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 NAYARIT

En 2018, la NOM de este contaminante se incumplió en las dos estaciones de monitoreo existentes en la ciudad de Tepic. La concentración más alta como promedio de 24 horas fue equivalente a 1.6 veces el límite normado, en tanto que el promedio anual más alto fue equivalente a 1.2 veces el límite correspondiente. En total, en la ciudad, se registraron 34 días con concentraciones superiores al límite de 24 horas, lo que representó el 10% del total de días del año con datos válidos.

Los límites normados para protección de la salud de la población respecto a partículas suspendidas PM25 también se rebasaron en 2018 en la ciudad de Tepic. Sin embargo, es oportuno indicar que el límite de 24 horas sólo se superó en una ocasión con una concentración que fue 50% superior a dicho límite. El promedio anual, por su parte, fue 25% superior al límite normado.

En 2018, se incumplió la norma de este contaminante por rebasar tanto el límite de una hora como el de 8 horas, con registros de 0.104 ppm y 0.090 ppm, respectivamente. En general, se registraron 3 días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora a lo largo del año.

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en ambas estaciones de monitoreo.





A DESTACAR...

A pesar del incumplimiento de las NOM de partículas (PM₁₀ y PM₂₅) y ozono, 2018 ha sido el año con las mejores condiciones de calidad del aire en la ciudad de Tepic en los tres años más recientes, ya que se registraron un total de 35 días en los que se incumplió al menos una NOM de calidad del aire, en tanto que en 2016 y 2017 se registraron 68 y 65, respectivamente.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Nayarit, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno del Estado**, estuvo conformado por dos estaciones de monitoreo automáticas ubicadas en la ciudad de Tepic.

La Figura 130 ilustra la ubicación geográfica de cada una de ellas y la Tabla 53 muestra los contaminantes que se pueden medir en las mismas, así como el año en que iniciaron operación.

NAYARIT

Distribución de estaciones de monitoreo de calidad del aire.

Estación de monitoreo

♣ Automático

☐ Zona Metropolitana

Commonada

C

Figura 130. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Nayarit, 2018.

Tabla 53. Estaciones que conformaron el SMCA de Nayarit en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | Tipo de equipo y | Contaminantes | | | | | |
|--------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| Estación | Clave | año de inicio de operación | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО |
| Tecnológico de Tepic | TEC | Automático (2015) | √ | \ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Primaria Julián Gascón Mercado | PRIM | Automático (2015) | √ | ✓ | √ | √ | ✓ | √ |

√= Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Nayarit.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de Nayarit para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción sobre las tendencias del año 2015 al 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 131 y en la Tabla 54. En general, se puede apreciar que:

- PM₁₀. En las dos estaciones que conforman la red, Primaria Julián Gascón Mercado (PRIM) y Tecnológico de Tepic (TEC), se superó el límite de 24 horas, con registros de 122 μg/m³ y 118 μg/m³, respectivamente. Ambas concentraciones equivalen a 1.6 veces el valor límite de 24 horas (75 μg/m³). En la estación TEC también se superó el límite anual con un valor de 48 μg/m³.
- PM_{2.5}. En la estación PRIM se rebasaron tanto el límite de 24 horas como el anual, con concentraciones que alcanzaron los 68 μg/m³ y 15 μg/m³, respectivamente. Dichas concentraciones equivalen a 1.5 y 1.2 veces el límite normado correspondiente. En la estación TEC no fue posible evaluar el cumplimiento de la norma, debido a la insuficiencia de datos.
- Ozono. Solo en la estación Tecnológico de Tepic se rebasó tanto el límite de una hora como el límite de 8 horas, con registros de 0.104 ppm y 0.090 ppm respectivamente, en la estación ubicada en la Primaria Julián Gascón se cumplieron ambos límites.
- CO, NO₂ y SO₂. En la estación TEC se cumplió con las normas de los tres contaminantes, y en la estación PRIM se cumplió con las normas de CO y SO₂, en tanto que para el caso del NO₂ no fue posible evaluar el cumplimiento de la norma respectiva debido a insuficiencia de datos.

Figura 131. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Tepic, Nayarit, en el año 2018.

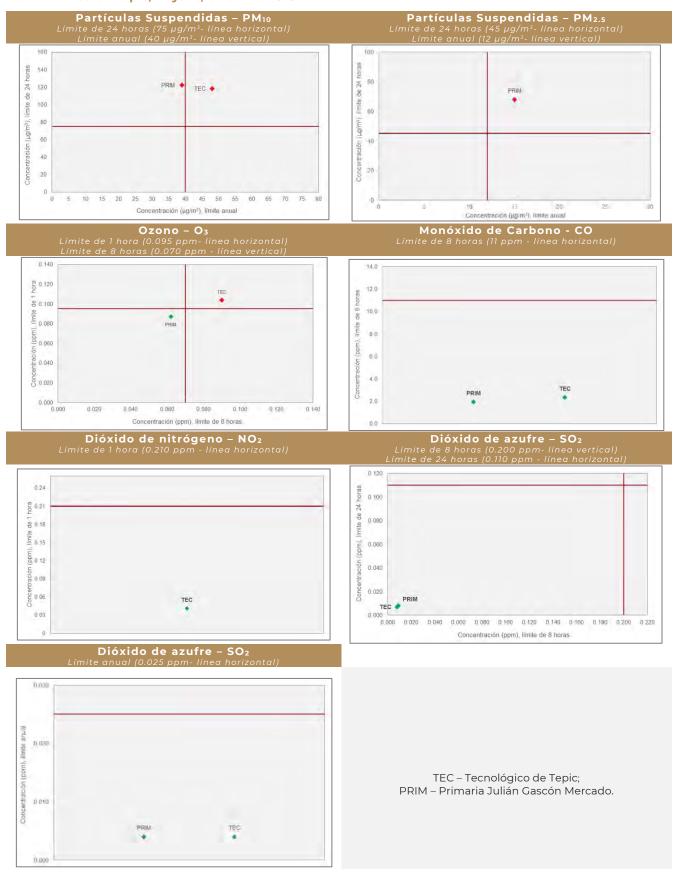


Tabla 54. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Tepic, Nayarit (2018).

| Contaminante | | Límite normado | PRIM | TEC |
|-----------------------------|-------|----------------------|-------|-------|
| (1) PM 10 | 24 h | Máximo ≤ 75 μg/m³ | 122 | 118 |
| (±)PIVI10 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 39 | 48 |
| (1) PM_{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | 68 | DI |
| (F)PIVI2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | 15 | DI |
| (2) O 3 | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.087 | 0.104 |
| (2)03 | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.062 | 0.090 |
| (3)CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 2 | 2 |
| (4)NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | DI | 0.041 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.009 | 0.008 |
| (5) SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.008 | 0.007 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.004 | 0.004 |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

DI = Datos insuficientes.

= Cumple con el límite normado.

= No cumple con el límite normado.

Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 132 se puede observar que:

- PM₁₀. La mala calidad del aire por PM₁₀ estuvo presente en la estación TEC en 31 días, lo que representa el 8% de los 365 días de año. En la estación PRIM se presentaron solo 4 días en esta condición. En general, en Tepic predominaron los días con calidad del aire regular y buena.
- PM₂₅. En el caso de las PM₂₅, en la estación PRIM se presentó un solo día con mala calidad del aire, y en la estación TEC no hubo días en esta condición. A nivel de toda la ciudad, la calidad del aire buena estuvo presente en 219 de los 365 días del año.
- Ozono. En cuanto al ozono, en la estación TEC se presentaron 3 días con mala calidad del aire, aunque hubo 196 días con información insuficiente para generar el indicador. En la estación PRIM no hubo días con mala calidad del aire asociada a este contaminante y predominaron los días calidad del aire regular (170 días) y buena (157).
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto al CO, NO₂ y SO₂, en ambas estaciones sólo se registraron días con calidad del aire buena.

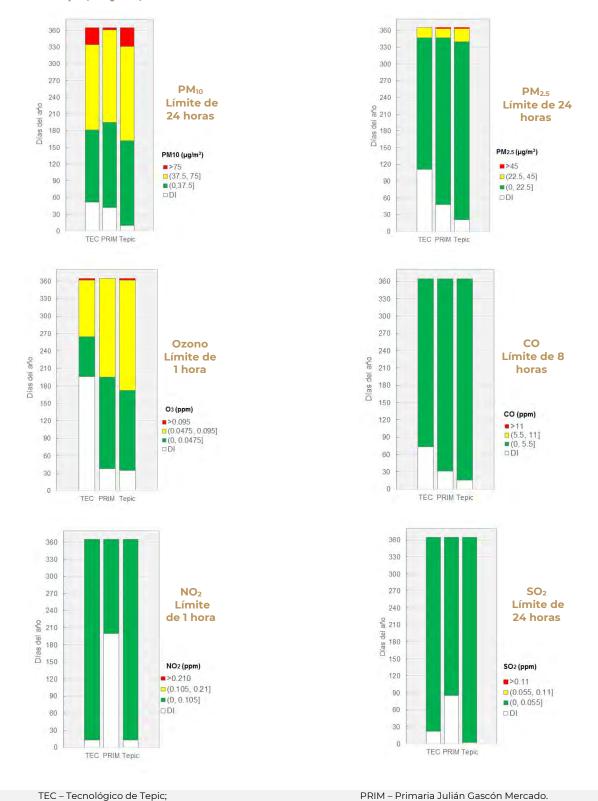
⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽⁵⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993); (4) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas o 24 horas, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

Figura 132. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en la ciudad de Tepic, Nayarit, en el año 2018.



La Tabla 55 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de ciudad. En ella se aprecia que en Tepic, se presentan problemas de calidad del aire tanto por partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), como por ozono, siendo las PM_{10} el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad.

Tabla 55. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM₂₅ y SO₂ en Nayarit en el año 2018.

| | No días con datos válidos | 355 |
|-----------------------|------------------------------|-------|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 34 |
| | % días > 75 µg/m³ | 10% |
| | No días con datos válidos | 344 |
| PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 1 |
| | % días > 45 μg/m³ | 0.29% |
| | No días con datos válidos | 330 |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 3 |
| | % días > 0.095 ppm | 1% |

| | No días con | 350 | | | | | |
|-----------------|------------------|-----|--|--|--|--|--|
| | datos válidos | | | | | | |
| со | No días > 11 ppm | 0 | | | | | |
| | % días > 11 ppm | 0% | | | | | |
| | No días con | 352 | | | | | |
| | datos válidos | | | | | | |
| NO | No días > 0.210 | 0 | | | | | |
| NO ₂ | ppm | _ | | | | | |
| | % días > 0.210 | 0% | | | | | |
| | ppm | | | | | | |
| | No días con | 363 | | | | | |
| | datos válidos | | | | | | |
| 50 | No días > 0.110 | 0 | | | | | |
| SO₂ | ppm | | | | | | |
| | % días > 0.110 | 0% | | | | | |
| | ppm | | | | | | |

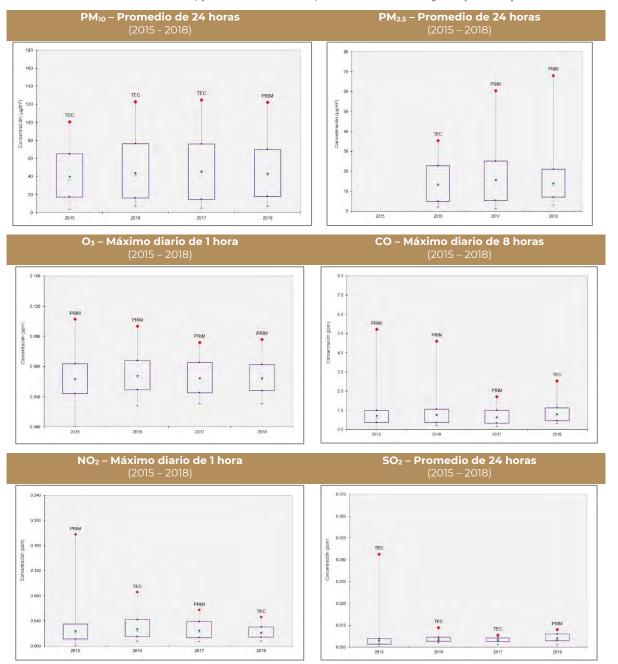
C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 133 muestra la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en la ciudad de Tepic, Nayarit, en el periodo 2015 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información.

- PM_{10} . Para el caso de las partículas PM_{10} , se observa que del año 2015 al año 2017, el promedio, la mediana y el percentil 90 aumentaron, mientras que para el año 2018 disminuyeron. En el caso del valor máximo se ha mantenido prácticamente constante desde 2016 hasta 2018, siendo aproximadamente de 123 µg/m³.
- PM₂₅. En el caso de las PM₂₅, el promedio, la mediana y el percentil 90 aumentaron del año 2016 al 2017, mientras que para 2018 disminuyeron. El valor máximo, por su parte, muestra una tendencia creciente en todo el periodo, registrando en 2016 una concentración de 35 μg/m³ y en 2018 de 68 μg/m³, esto es, casi se duplicó.
- Ozono. En el caso de O₃, del año 2016 al año 2018, el promedio, la mediana y el percentil 90 han disminuido, mientras que el valor máximo se redujo del año 2015 al 2017, pasando de 0.107 a 0.084 ppm, para el año 2018 aumentó a 0.087 ppm.
- CO. Para el CO hay una tendencia variable, del año 2015 al año 2016, el promedio, mediana y percentil 90 aumentaron, en el 2017 disminuyen y en 2018 aumentan nuevamente. Con respecto al valor máximo, en 2018 aumentó a 3 ppm con respecto a 2017 que fue de 2 ppm.

■ NO₂ y SO₂. En cuanto al NO₂, todos los indicadores van a la baja desde el año 2016 y para el SO₂, todos los indicadores aumentaron del año 2017 al 2018. En general, para estos últimos tres contaminantes, las concentraciones suelen ser muy inferiores a los límites normados respectivos.

Figura 133. Concentraciones diarias, por contaminante, en el SMCA de Nayarit para el periodo 2015 - 2018.

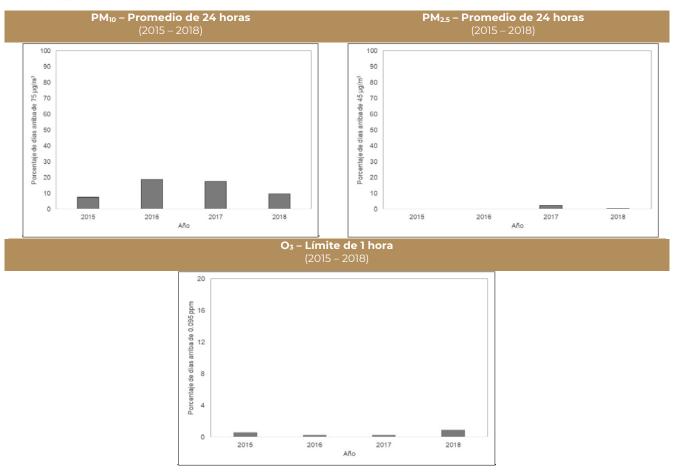


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 134 presenta el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante en el periodo 2015 - 2018.

- PM_{10} . Se observa que el porcentaje de días en que se rebasó en límite normado de PM_{10} pasó de 8% a 19% del año 2015 al año 2016, para el año 2017 fue de 18% y para el año 2018 disminuyó a 10%.
- PM₂₅. Las PM₂₅, por su parte, presentaron un incremento del 2015 al 2017 para situarse en un 3% de los días del año en esta condición, después de haber permanecido sin días fuera de norma durante 2015 y 2016. Para el año 2018 hubo un día en que rebasó el límite de norma, lo que representa apenas el 0.3% de los días con información válida.
- Ozono. El O₃ muestra una tendencia decreciente desde el 2015 hasta 2017, periodo en el que se pasó del 0.6% al 0.3% de los días del año con concentraciones superiores al límite normado de una hora, aunque en el año 2018 el porcentaje de días aumentó a 0.9%.
- CO, NO₂ y SO₂. En cuanto al CO, NO₂ y SO₂ no se incluyeron las gráficas correspondientes debido a que no se registraron días concentraciones superiores a los límites vigentes en el periodo analizado.

Figura 134. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados.



E) NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

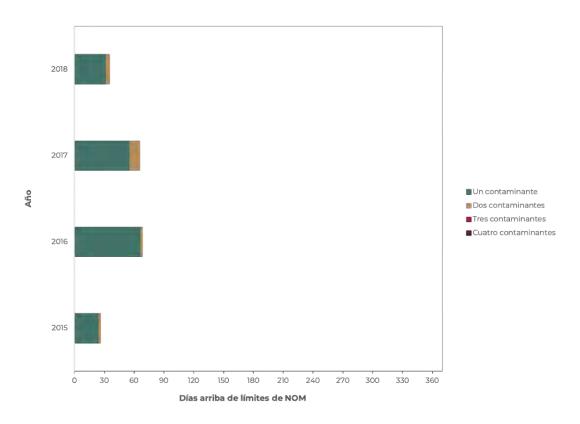
Finalmente, la Tabla 56 y la Figura 135 muestran la tendencia histórica de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Tepic, Nayarit. 2016 es el año donde se presentaron las peores condiciones, ya que se incumplió al menos una de las normas de calidad del aire en 68 días, de los cuales, 67 días fueron por PM₁₀. 2015, fue el año más limpio del periodo analizado, se rebasó al menos uno de los límites normados vigentes en 26 de los 336 días con datos.

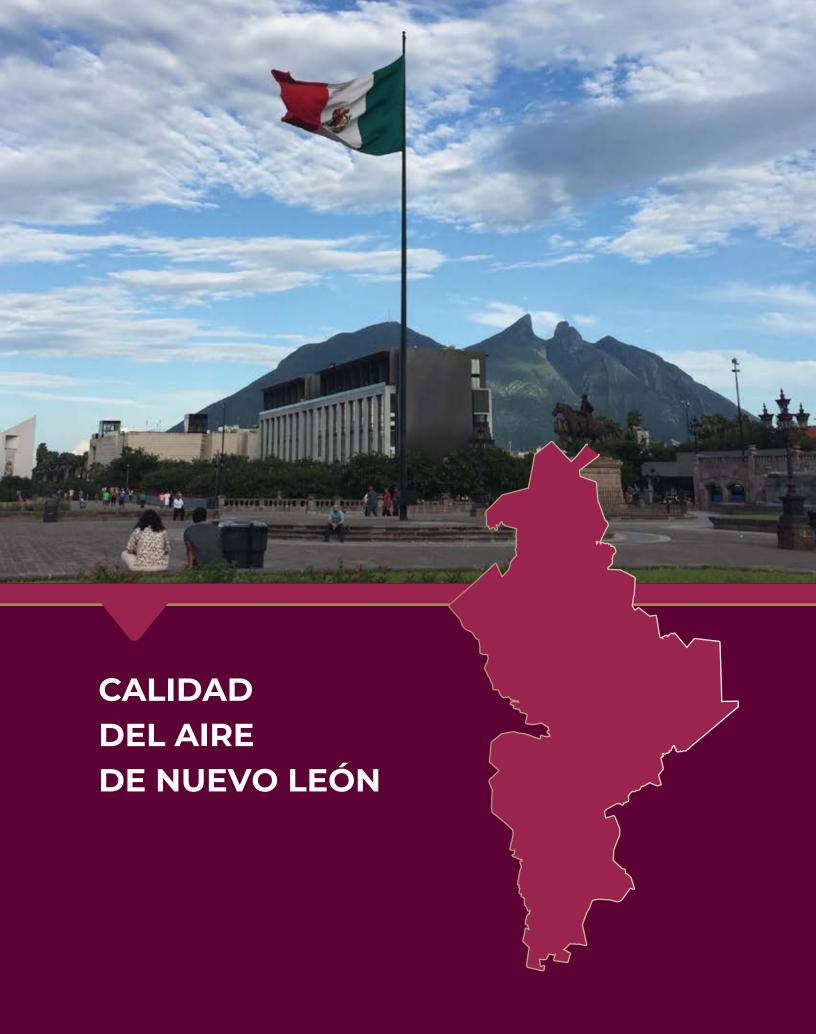
Para el último año de estudio, 2018, se presentaron 35 días en que se rebasó el límite de cualquier norma, siendo 31 días por PM_{10} , un día por ozono, 2 días por el conjunto O_3 y PM_{10} , y un día por el conjunto PM_{10} y $PM_{2.5}$ al mismo tiempo.

Tabla 56. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 – 2018.

| ۸۵۵ | No. de días con datos | No. de días > NOM | Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante | | | |
|------|-----------------------------|----------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Año | | | 1 contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes |
| 2015 | 336 | 26 | 25 | 1 | 0 | 0 |
| 2016 | 366 | 68 | 67 | 1 | 0 | 0 |
| 2017 | 365 | 65 | 56 | 9 | 0 | 0 |
| 2018 | 362 | 35 | 32 | 3 | 0 | 0 |

Figura 135. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Nayarit, 2015 - 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

En 2018 la norma de este contaminante no se cumplió en ninguna de las 13 estaciones que lo midieron. La concentración más alta, tanto como promedio de 24 horas, como promedio anual, se registró en el municipio de Monterrey, con valores equivalentes a 2.7 y 1.9 veces el valor límite respectivo. El promedio anual de 2018 ha sido el más bajo en los últimos 19 años, lo mismo que el porcentaje de días por año con concentraciones por arriba del límite normado de 24 horas.

2.5 Sólo en una estación se pudo evaluar el cumplimiento de la norma para este contaminante y el resultado fue de incumplimiento al superarse los dos límites normados. En 11 estaciones más no se contó con suficiencia de datos para evaluar cumplimiento de norma, sin embargo, en todas ellas se registraron días con concentraciones superiores al límite normado, siendo más frecuente esta situación en San Nicolás, Santa Catarina y Monterrey.

La norma de este contaminante sólo se cumplió en 1 estación, se incumplió en 8 y en una más no fue posible esta evaluación por insuficiencia de datos. La concentración más alta de 1 hora se registró en San Nicolás, en tanto que la de 8 horas ocurrió en García. Los valores de dichas concentraciones fueron equivalentes a 1.7 y 1.4 veces el límite normado correspondiente. Monterrey es el municipio donde con mayor frecuencia se rebasa el límite normado de 1 hora.

El monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre no representaron un problema de calidad del aire al no registrar días con concentraciones superiores al límite normado correspondiente.





A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey son las PM_{10} (53%) seguido del O_3 (10%) y las $PM_{2.5}$ (10%).

En 2018 el número de días en que se incumplió al menos una norma de salud ambiental fue de 213, lo que significa el mejor registro en los últimos 19 años. Esta estadística, sin embargo, es un buen indicador de la severidad del problema de la calidad del aire en la región pues destaca que sólo en el 42% de los días del año se registraron niveles de contaminación inferiores a los límites recomendados para la protección de la salud de la población de acuerdo con la normatividad mexicana vigente en la materia.

INFORMACIÓN GENERAL

En 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Nuevo León, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado, estuvo conformado por la Red de Monitoreo del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), la cual quedó constituida por 13 estaciones de monitoreo automático. Tres estaciones en el municipio de Monterrey (Obispado – CE, San Bernabé – NO y Pueblo Serena - S), dos en San Nicolás de los Garza (San Nicolás – NE y Universidad – N2) y una más en cada uno de los siguientes municipios: Apodaca (Apodaca – NE2), General Escobedo (Escobedo – N), García (García – NO2), Cadereyta (Sureste 3- SE3), Juárez (Juárez - SE2), Guadalupe (La Pastora – SE), San Pedro Garza García (San Pedro – SO2) y Santa Catarina (Santa Catarina – SO).

La Figura 136, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo antes referidas. Por otra parte, la Tabla 57 muestra las estaciones de monitoreo que conformaron este SMCA en el año 2018, sus capacidades de medición de contaminantes y el año en que cada una de ellas inició su operación.

ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY Distiribución de estaciones de monitoreo de la calidad del aire. Estación de monitoreo Clave Estación Municipio Apodaca SE3 Sureste3 Cadereyta de Jiménez NO2 García N Escobedo General Escobedo SO2 San Pedro General Escobedo SE2 Juárez Juárez San Bernabé NO Monterrey CE Obispado Monterrey La Pastora Monterrey SE SUR Sur Monterrey San Nicolás de los Garza San Nicolás NE N2 Norte 2 San Nicolás de los Garza Santa Catarina Santa Catarina Fuente: Elaboración propia en QGIS el 08-08-2019, usando como mapa base Google Maps. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental -INECC, 2019.

Figura 136. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire del Área Metropolitana de Monterrey, 2018.

Tabla 57. Estaciones que conformaron el SMCA del Área Metropolitana de Monterrey en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Manadalada | F-+: 6 | Clavia | Tipo de equipo y año | | Co | ntami | nantes | 5 | |
|---------------------|----------------|--------|---------------------------|------------------|-------------------|-------------|-----------------|----------|----------|
| Municipio | Estación | Clave | de inicio de operación | PM ₁₀ | PM _{2.5} | О3 | SO ₂ | NO₂ | СО |
| | Obispado | CE | Automático (1992) | > | √ | > | √ | ✓ | ✓ |
| Monterrey | San Bernabé | NO | Automático (1992) | ✓ | ✓ | \ | √ | √ | √ |
| | Pueblo Serena | S | Automático (2017) | √ | ✓ | \ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Apodaca | Apodaca | NE2 | Automático (2012) | ✓ | ✓ | > | ✓ | ✓ | √ |
| General Escobedo | Escobedo | Ν | Automático (2009) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | √ |
| García | García | NO2 | Automático (2009) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Cadereyta | Sureste 3 | SE3 | Automático (2017) | √ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Juárez | Juárez | SE2 | Automático (2012) | √ | ✓ | \ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Guadalupe | La Pastora | SE | Automático (1992) | > | √ | > | ✓ | ✓ | ✓ |
| San Nicolás | San Nicolás | NE | Automático (1992) | ✓ | √ | > | ✓ | ✓ | √ |
| Sali Nicolas | Universidad | N2 | Automático (2017) | > | √ | > | √ | ✓ | ✓ |
| San Pedro | San Pedro | SO2 | Automático (2014) | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| Santa Catarina | Santa Catarina | SO | Automático (1992) | ✓ | ✓ | √ | ✓ | ✓ | ✓ |

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Nuevo León.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire del Área Metropolitana de Monterrey para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de toda la zona metropolitana, sobre las tendencias del año 1993 a 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 137 y en la Tabla 58. En ellas se puede apreciar que:

PM₁₀. En 2018, se contó con infraestructura para medir este contaminante en 13 estaciones de monitoreo. En todas ellas se incumplió la norma al superarse en 12 estaciones los dos límites normados, y en otra sólo el límite de 24 horas. La concentración más alta tanto de 24 horas como promedio anual se registró en Monterrey (estación NO), con valores de 204 μg/m³ y 74 μg/m³, respectivamente. La primera equivale a 2.7 y la segunda a 1.9 veces el valor límite respectivo (75 y 40 μg/m³).

^{✓=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

- PM₂₅. De las 13 estaciones con capacidad para medir este contaminante en 2018, sólo en una se pudo evaluar el cumplimiento de la norma respectiva y el resultado de dicha evaluación fue negativo al superarse los dos límites normados. Esta estación fue N2 que se ubica en San Nicolás. La concentración promedio de 24 horas fue 68 μg/m³, en tanto que el promedio anual fue de 23 μg/m³. La primera equivale a 1.4 veces el límite normado y la segunda a 1.9 el límite correspondiente. En las 12 estaciones restantes no se obtuvo información suficiente para cumplir con el criterio de suficiencia de datos establecido en la propia regulación.
- Ozono. Este contaminante se midió en 10 estaciones. Sólo en la estación NE, ubicada en el municipio de San Nicolás, se cumplió con la NOM de calidad del aire correspondiente. En 8 estaciones se incumplió la norma y en otra no fue posible evaluar cumplimiento por insuficiencia de datos. De las 8 estaciones que registraron incumplimiento, en 7 se rebasaron los dos límites normados y en 1 más sólo el límite de una hora. La concentración más alta de 1 hora se registró en San Nicolás (estación N2), en tanto que la de 8 horas ocurrió en García (NO2). Los valores de dichas concentraciones fueron de 0.165 ppm y 0.100 ppm, respectivamente. El primer valor equivale a 1.7 veces y el segundo 1.4 veces el límite normado respectivo.
- CO, NO₂ y SO₂. En 2018 se contó con infraestructura para su medición en las 13 estaciones de monitoreo en operación en el AMM; sin embargo, en muy pocas de ellas se pudieron evaluar sus respectivas normas por insuficiencia de datos. En general, en ninguna de las estaciones de monitoreo donde si fue posible la evaluación de cumplimiento se rebasaron los límites normados respectivos.

Figura 137. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2018.

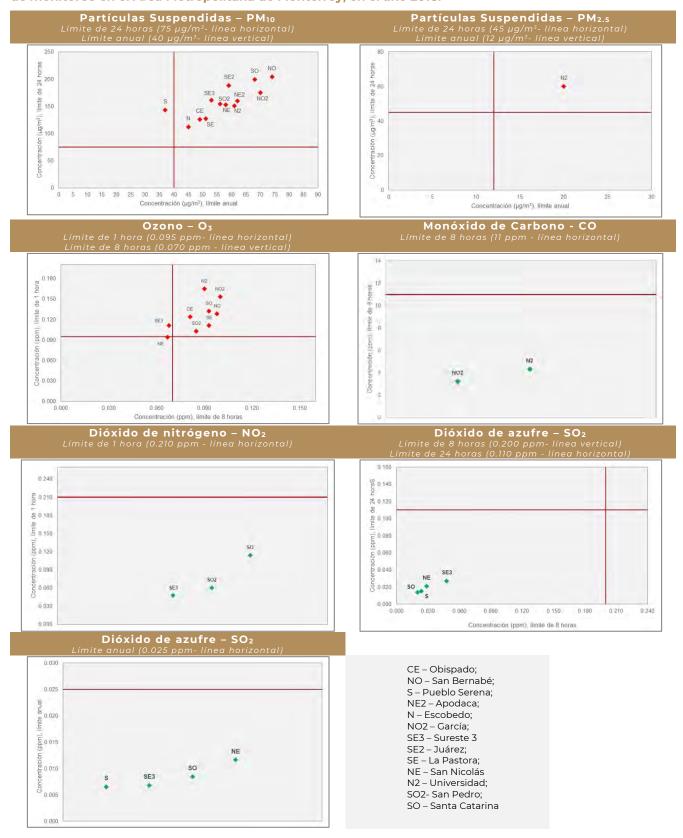


Tabla 58. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en el Área Metropolitana de Monterrey (2018).

| | | | Estación | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------------------------|----------|----------|-----------|---------|----------|--------|-----------|--------|-----------|-------|---------|--------------|-------------------|
| Contaminante | Límit | e normado | N | onterrey | | Apodaca | Escobedo | García | Cadereyta | Juárez | Guadalupe | San N | Nicolás | San Pedro | Santa Catarina |
| | | | CE | NO | S | NE2 | N | NO2 | SE3 | SE2 | SE | NE | N2 | SO2 | SO |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 126 | 204 | 143 | 160 | 112 | 175 | 161 | 188 | 127 | 153 | 151 | 154 | 199 |
| ₩II0 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 49 | 74 | 37 | 62 | 45 | 70 | 53 | 59 | 51 | 58 | 61 | 56 | 68 |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | 68 | DI | DI |
| ₩ 2 .5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | 23 | DI | DI |
| (2).0 | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.124 | 0.128 | FO | FO | FO | 0.153 | 0.111 | DI | 0.111 | 0.094 | 0.165 | 0.103 | 0.132 |
| ⁽²⁾ O ₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.081 | 0.098 | FO | FO | FO | 0.100 | DI | DI | 0.093 | 0.067 | 0.090 | 0.085 | 0.093 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | DI | DI | DI | DI | DI | 3 | DI | DI | DI | DI | 4 | DI | DI |
| ⁽⁴⁾ NO₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | DI | DI | DI | FO | FO | DI | 0.048 | DI | FO | FO | FO | 0.060 | 0.114 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | FO | DI | 0.02 4 | FO | FO | FO | 0.048 | DI | DI | 0.029 | DI | DI | 0.020 |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | FO | DI | 0.015 | FO | FO | FO | 0.027 | DI | DI | 0.021 | DI | DI | 0.014 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | FO | DI | 0.00 7 | FO | FO | FO | 0.007 | DI | DI | 0.012 | DI | DI | 0.008 |

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

FO = Fuera de operación por reubicación.

DI = Datos insuficientes.

⁼ Cumple con el límite normado.

⁼ No cumple con el límite normado.

> El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

> Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

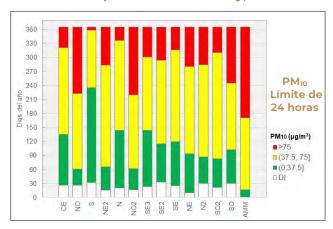
B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

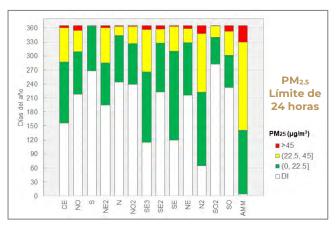
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 138 se puede observar que:

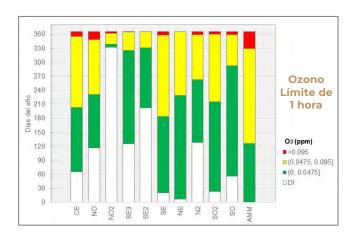
- PM₁₀. En todas las estaciones de monitoreo se registraron días con mala calidad del aire por PM₁₀, siendo esta situación más frecuente en García (NO2), Monterrey (NO) y Santa Catarina (SO) con 145, 142 y 120 días, respectivamente. A nivel de toda el Área Metropolitana, el total de días en esta condición fue de 194.
- PM₂₅. Con respecto a las partículas suspendidas PM₂₅, destaca la baja recuperación de datos, pues la cantidad de días con información insuficiente para generar el indicador superó el 50% de los días del año en al menos 9 de las 13 estaciones de monitoreo. A pesar de ello, la información disponible deja ver la problemática de este contaminante en la región, pues salvo en una de las estaciones de monitoreo (S), en las 12 restantes se registraron días con concentraciones superiores al límite normado, siendo esto más frecuente en San Nicolás (N2), Santa Catarina (SO) y Monterrey (NO), con 17, 12 y 10 días en esta condición, respectivamente. A nivel de toda el área metropolitana, aun con la escasa información disponible se registró 35 días con concentraciones superiores al límite normado de este contaminante. Esta situación indica un riesgo potencial a la salud de la población, pese a que no se puede establecer incumplimiento de NOM por la escasez de datos.
- Ozono. En ocho de las diez estaciones que midieron ozono en 2018 se registraron días con mala calidad del aire, siendo Monterrey (CE y NO), donde esta condición se presentó con mayor frecuencia. Las estaciones CE y NO, son las que reportaron una mayor cantidad de días con concentraciones de ozono superiores al límite normado de 1 hora con un total de 10 y 17 días, respectivamente. Incluso estaciones con baja recuperación de datos como NO2 ubicada en el municipio de García registraron altas concentraciones de ozono. A nivel de toda el área metropolitana fueron 36 los días del año en esta condición.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se observa que hay una gran cantidad de días con información insuficiente para generar el indicador; sin embargo, la información disponible indica que no se registró ni un solo día con mala calidad del aire y que en general, en la mayoría de las estaciones de monitoreo predominaron los días con buena calidad del aire (verde).

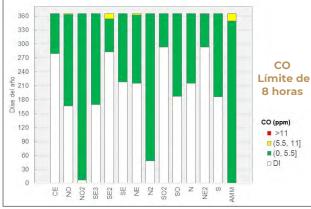
La Tabla 59 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de toda el área metropolitana. En ella, se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la región son las PM_{10} (53%) seguido del O_3 (10%) y las $PM_{2.5}$ (10%), en tanto que CO, NO_2 y SO_2 , no representaron un problema de calidad del aire al no registrar en ninguno de los días con información válida y suficiente concentraciones superiores al límite normado correspondiente.

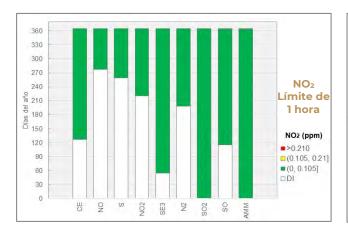
Figura 138. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en el Área Metropolitana de Monterrey, en el año 2018.

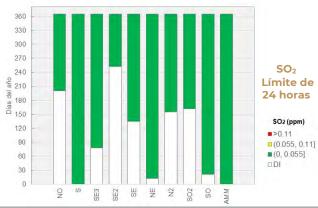












CE – Obispado; NO – San Bernabé; S – Pueblo Serena; NE2 – Apodaca; N – Escobedo; NO2 – García; SE3 – Sureste 3; SE2 – Juárez; SE – La Pastora; NE – San Nicolás N2 – Universidad; SO2- San Pedro; SO – Santa Catarina

Tabla 59. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en el Área Metropolitana de Monterrey en el año 2018.

| | No días con datos válidos | 365 |
|-----------------------|------------------------------|-----|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 194 |
| | % días > 75 µg/m³ | 53% |
| | No días con datos válidos | 361 |
| PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 35 |
| | % días > 45 μg/m³ | 10% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 36 |
| | % días > 0.095 ppm | 10% |

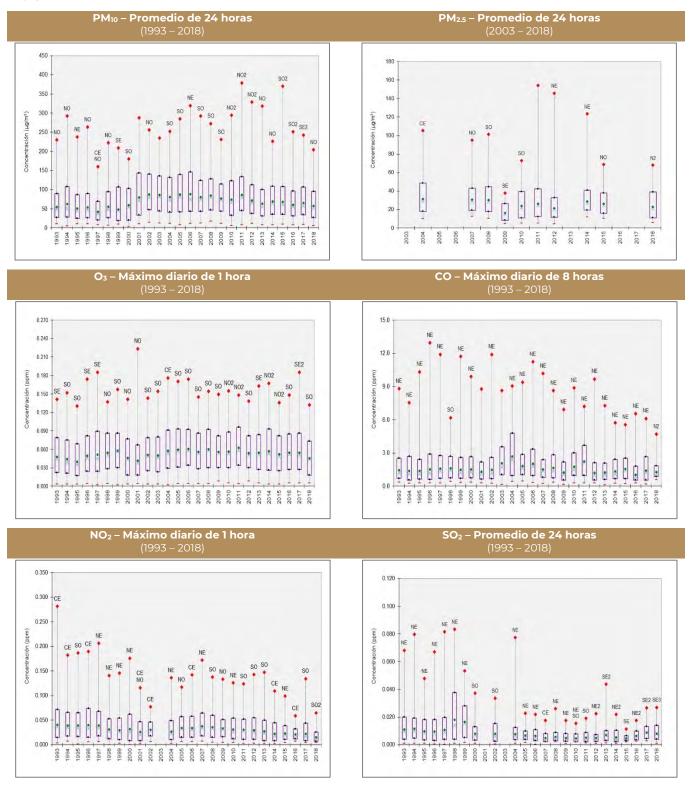
| | No días con datos válidos | 365 |
|-----------------|------------------------------|-----|
| со | No días > 11 ppm | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| SO ₂ | No días > 0.110 ppm | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0% |

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 139 muestra, a nivel de toda el área metropolitana, la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en el periodo 1993 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se puede destacar:

- PM₁₀. Las concentraciones máximas de PM₁₀ muestran fluctuaciones aleatorias, pero con una tendencia al alza entre el 2000 y 2011, año a partir del cual la tendencia general se invierte alcanzando, en ese periodo la concentración máxima más baja en el año 2018. El promedio muestra una tendencia al alza entre 1999 y 2006, pero después la tendencia también se invierte hasta alcanzar en 2018 el promedio más bajo en los últimos 19 años. Los percentiles 10 y 90 del año 2018 también son los más bajos registrados desde los años 2001 y 1999, respectivamente.
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅ sólo es posible establecer que el promedio y el percentil 90 muestran una variación poco significativa en el periodo analizado, salvo en el año 2009, cuando todos los indicadores (mínimo, promedio, máximo y percentiles 10 y 90), registraron sus valores más bajos.
- Ozono. En el caso del ozono se observa, en todos los indicadores, una variación aleatoria poco significativa desde el año 2002; sin embargo, destaca que en 2018 se registraron el percentil 10, el percentil 90, el promedio y el máximo más bajos en el periodo 2002-2018.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a CO y NO₂, salvo en los máximos en el resto de los indicadores se observa poca variabilidad, especialmente del año 2012 a la fecha, en tanto que con respecto al SO₂, destaca una ligera tendencia creciente en el periodo 2015 2018.

Figura 139. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en el AMM en el periodo 1993 – 2018.



D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 140 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante. En ella, se observa que:

- PM₁₀. Muestran una tendencia creciente en el periodo 1997 a 2002 y posteriormente una tendencia decreciente, especialmente entre los años 2011 y 2018. El año con el mayor porcentaje de días en que se rebasó el límite normado de PM₁₀ es 2011 (87%), en tanto que el año con el porcentaje más bajo ha sido, hasta ahora, 1997 (19%). 2018 es el año con el porcentaje de días en esta condición más bajo en los últimos 19 años.
- PM₂₅. Presentaron una tendencia general a la baja, especialmente entre 2006 y 2017; sin embargo, en 2018 se registró un repunte en el número de días con concentraciones superiores el límite normado de 24 horas, pasando de 20 días en 2017 a 35 en 2018.
- Ozono. La tendencia histórica general de este indicador con respecto al ozono ha sido a la baja entre 2004 y 2009 y luego al alza en el periodo 2009 a 2017. A pesar de ello, en 2018 se registró el menor porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora en los últimos 15 años, con un total de 36. El año con las peores condiciones con respecto a este indicador ha sido, hasta ahora, el 2011 con un total de 92 días.
- CO y NO₂. No se incluyeron las gráficas correspondientes a CO y NO₂ debido a que los límites respectivos se han rebasado en muy pocos días y sólo en algunos años. En el caso del CO, el límite normado vigente se rebasó dos días en 1996, 1999 y 2002 y en un sólo día en los años 1997 y 2006, en tanto que el límite de NO₂ se rebasó una vez en 1993.
- SO_2 Finalmente, es oportuno destacar que el SO_2 no ha registrado concentraciones superiores al límite diario vigente en ninguno de los años con información disponible (1993-2018).

PM₁₀ – Promedio de 24 horas PM_{2.5} – Promedio de 24 horas m/grl Porcentaje de días arriba de 45 de de días arriba Porcentaje O₃ – Límite de 1 hora arriba de 0.095 Porcentaje de días

Figura 140. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 1993 – 2018.

E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora a nivel de toda el área metropolitana.

En la Figura 141, se aprecia un comportamiento con fluctuaciones aleatorias, pero sin tendencia. Además, se puede observar que, en los años 2011, 2014 y 2017 se superaron las 200 horas con concentraciones mayores al límite normado de ozono, lo que representa entre el 2% y el 3% de todas las horas en un año. A pesar de ello, en el año 2018 se registró el menor número de horas en esta condición en los 14 años más recientes, con un total de 77.

Para poner en contexto los datos antes mostrados es necesario recordar que la norma de este contaminante establece que el valor normado de una hora no debe ser rebasado ni una sola vez en un año calendario.

Horas arriiba de 0.095 ppm

Horas arriiba de 0.095 ppm

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

1320

Figura 141. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 1993 – 2018.

F) NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

Finalmente, la Tabla 60 y la Figura 142 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de toda el área metropolitana. El 2011 ha sido el año con las peores condiciones de calidad del aire al registrar en 319 de los 365 días del año concentraciones que superaron el límite normado de al menos un contaminante (87% de los días).

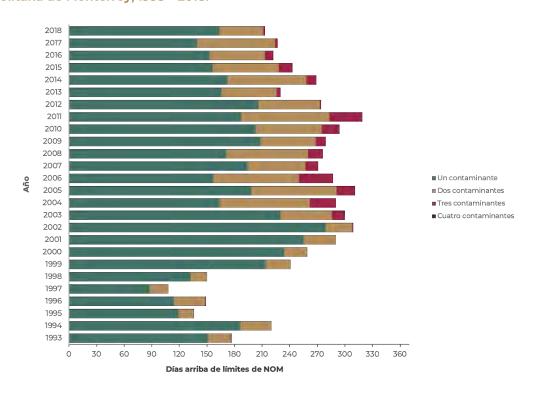
Por otra parte, el año con las mejores condiciones de acuerdo con este indicador ha sido 1997, en el cual se incumplió al menos una de las normas de calidad del aire en 108 de los 362 días con datos (30% de los días). En 2018 se registró una ligera mejoría respecto al año previo y el número de días con concentraciones superiores a al menos uno de los límites normados para cualquier contaminante fue de 213 (58% de los días del año), lo que significa el mejor registro en los últimos 19 años.

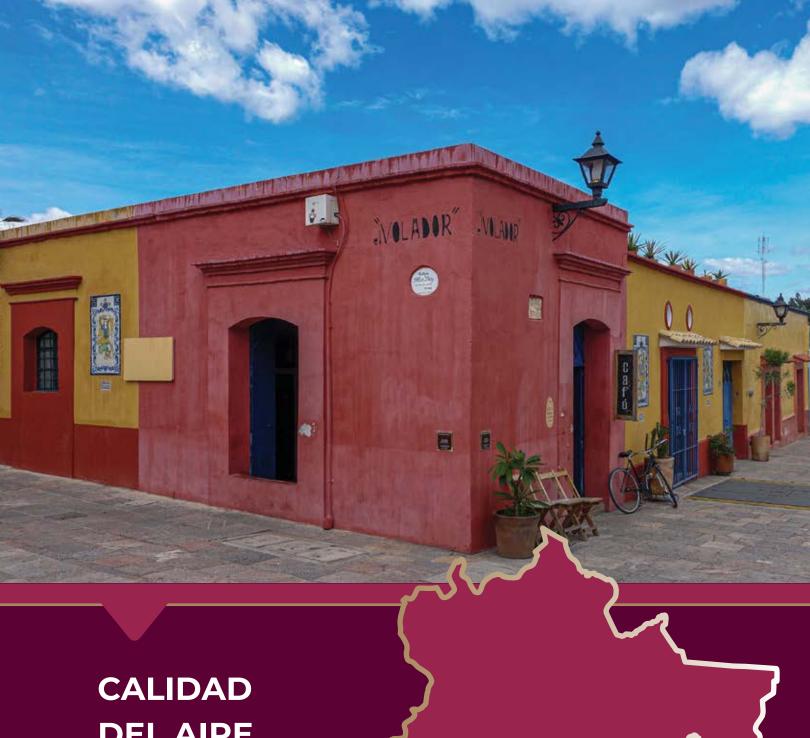
Esta estadística, sin embargo, es un buen indicador de la severidad del problema de la calidad del aire en la región pues destaca que en 2018 sólo en el 42% de los días del año se registraron niveles de contaminación por debajo de los límites recomendados para la protección de la salud de acuerdo con la normatividad mexicana vigente en la materia.

Tabla 60. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2018.

| Año | No. de días con | No. de días > | Número de días | con concentracione cualquier co | es por arriba de los l ontaminante | ímites actuales de |
|------|--------------------|------------------|----------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Ano | datos | NOM | _ | 2 | 3 | 4 |
| | 44100 | 1,01 | contaminante | contaminantes | contaminantes | contaminantes |
| 1993 | 365 | 177 | 151 | 25 | 1 | 0 |
| 1994 | 365 | 220 | 186 | 34 | 0 | 0 |
| 1995 | 365 | 136 | 119 | 17 | 0 | 0 |
| 1996 | 366 | 149 | 114 | 34 | 1 | 0 |
| 1997 | 362 | 108 | 88 | 20 | 0 | 0 |
| 1998 | 365 | 150 | 132 | 18 | 0 | 0 |
| 1999 | 363 | 241 | 214 | 27 | 0 | 0 |
| 2000 | 363 | 259 | 234 | 25 | 0 | 0 |
| 2001 | 365 | 290 | 255 | 35 | 0 | 0 |
| 2002 | 362 | 309 | 279 | 29 | 1 | 0 |
| 2003 | 359 | 300 | 230 | 56 | 14 | 0 |
| 2004 | 366 | 290 | 164 | 98 | 28 | 0 |
| 2005 | 365 | 311 | 198 | 93 | 20 | 0 |
| 2006 | 365 | 287 | 157 | 93 | 37 | 0 |
| 2007 | 365 | 271 | 194 | 63 | 14 | 0 |
| 2008 | 365 | 276 | 171 | 89 | 16 | 0 |
| 2009 | 365 | 279 | 208 | 60 | 11 | 0 |
| 2010 | 365 | 294 | 203 | 72 | 19 | 0 |
| 2011 | 365 | 319 | 187 | 96 | 36 | 0 |
| 2012 | 366 | 274 | 206 | 67 |] | 0 |
| 2013 | 365 | 230 | 166 | 60 | 4 | 0 |
| 2014 | 365 | 269 | 172 | 86 | 11 | 0 |
| 2015 | 365 | 243 | 156 | 72 | 15 | 0 |
| 2016 | 366 | 222 | 153 | 60 | 9 | 0 |
| 2017 | 365 | 227 | 139 | 85 | 3 | 0 |
| 2018 | 365 | 213 | 163 | 48 | 2 | 0 |

Figura 142. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en el Área Metropolitana de Monterrey, 1993 – 2018.





DEL AIRE DE OAXACA

RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 OAXACA

El análisis de la información disponible en la plataforma del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA) que fue validada por el INECC para el desarrollo de los indicadores presentados en este apartado, pone de manifiesto que:



En 2018 no se pudo realizar la evaluación de cumplimiento de las normas de calidad del aire para estos contaminantes, debido a la insuficiencia de información. La escasa información disponible indica que no se registraron días con mala calidad del aire para estos contaminantes, y que en general, predominan los días con buena calidad del aire.

Días con mala calidad del aire por PM₁₀ se registraron en las dos estaciones de monitoreo existentes en la ciudad; sin embargo, en ninguna de ellas se pudo establecer incumplimiento de la NOM correspondiente por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación.



La norma de este contaminante se incumplió en una de las dos estaciones que lo midieron en 2018 al superarse el límite normado como promedio de 8 horas. El porcentaje de días con información insuficiente para generar el indicador correspondiente fue de 68% en una estación de monitoreo y de 33% en otra.



Estaciones de monitoreo: 2



A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Oaxaca de Juárez son las PM_{10} , ya que se registraron concentraciones superiores al límite normado de 24 horas en el 1% de los días con información válida y suficiente.

El registro de días con concentraciones superiores al límite normado de PM₁₀, es un indicador sobre los posibles riesgos a la salud de la población, a pesar de no haberse podido establecer incumplimiento de NOM por insuficiencia de datos, por lo que es indispensable mejorar el desempeño operativo de las estaciones de monitoreo a fin de incrementar el porcentaje de recuperación de datos tanto de este como del resto de los contaminantes.

INFORMACIÓN GENERAL

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Oaxaca, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado,** estuvo integrado en el año 2018 por 2 estaciones de monitoreo automático, Casa Hogar (CHO) y CEDART (CED), ambas localizadas en el municipio de Oaxaca de Juárez.

La Figura 143 muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo, en tanto que la Tabla 61 muestra la capacidad de medición de contaminantes en cada estación y el año en que cada una de ellas inició su operación.

OAXACA

Distribucion de estaciones de monitoreo de calidad del aire.

Estación de monitoreo

Automático

CED CEDART Javanos de Juirez

CHO Casa Hogar Osavac de Juirez

O Savac de Juirez

Fiente: Batonacon propie en Odis el 66-11-2019 usanos como maga base Google Majo.

Como maga des se Google Majo.

Como maga des se Google Majo.

Como de Calidad del aire.

Como maga des se Google Majo.

Como maga des se Google Majo.

Figura 143. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Oaxaca, 2018.

Tabla 61. Estaciones que conformaron el SMCA de Oaxaca en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | Tipo de equipo y | Contaminantes medidos | | | | | | | |
|------------|-------|-------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|--|--|
| Estación | Clave | año de inicio de operación | PM10 | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО | | |
| CEDART | CED | Automático (2013) | √ | √ | ✓ | ✓ | √ | ✓ | | |
| Casa Hogar | СНО | Automático (2015) | √ | √ | √ | ✓ | ✓ | √ | | |

^{✓ =} Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en Oaxaca para el año 2018, tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Así mismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 2014 a 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

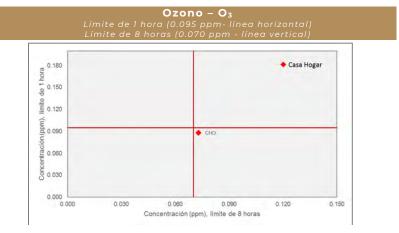
Es conveniente destacar que los responsables de este SMCA no enviaron datos validados del año 2018 al INECC para su inclusión en este informe, por lo que los datos del monitoreo automático con los que se hizo el análisis mostrado en este capítulo, para el año 2018 en particular, se obtuvieron directamente de la base de datos, sin validar, de la plataforma del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire - SINAICA y, posteriormente, fueron validados por el personal del INECC.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 144 y en la Tabla 62, en las cuales se puede apreciar que:

- Ozono. La norma de ozono se incumplió en la estación Casa Hogar (CHO), en donde se rebasó el límite normado de 8 horas con una concentración de 0.073 ppm, que es 4% superior al límite normado. Para la estación CEDART (CED) no fue posible realizar la evaluación de cumplimiento debido a la insuficiencia de datos.
- PM₁₀, PM₂₅, CO, NO₂ y SO₂. En 2018 no se pudo realizar la evaluación de cumplimiento para estos contaminantes, debido a la insuficiencia de la información generada en ambas estaciones de monitoreo.

Figura 144. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Oaxaca de Juárez, en el año 2018.



^{*} Para la evaluación del límite normado de 1 hora en la estación Casa Hogar (CHO) no se contó con suficiencia de información, sin embargo, a fin de realizar la representación gráfica se utilizaron los datos válidos disponibles.

= Cumple con el límite normado;

= No cumple con el límite normado

Tabla 62. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Oaxaca (2018).

| Contaminante | | Límite normado | CEDART | Casa Hogar |
|--|-------|----------------------|---------------|------------|
| Containinante | | Littite Hottilado | CED | CHO |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | DI | DI |
| ¹⁷ PM10 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | DI | DI |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | DI | DI |
| ™ PM _{2.5} | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI | DI |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | DI | DI |
| (-) U ₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | DI | 0.073 |
| (3) CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | DI | DI |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | DI | DI |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | DI | DI |
| (5) SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | DI | DI |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | DI | DI |
| | | DI = Datos ir | nsuficientes; | |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018, mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En la Figura 145 se puede observar lo siguiente:

- PM₁₀. Días con mala calidad del aire por PM₁₀ se registraron en las dos estaciones de monitoreo (3 días en la estación CHO y 2 días en la estación CED). Sin embargo, en ninguna de ellas se pudo establecer incumplimiento de la NOM correspondiente debido a la insuficiencia de información. En la estación CHO en el 53% de los días no se contó con información suficiente para generar el indicador, en tanto que en la estación CED esta condición ocurrió en el 38% de los días del año. En cualquier caso, el registro de días con concentraciones superiores al límite normado es un indicador sobre los posibles riesgos a la salud de la población, por lo que es indispensable mejorar el desempeño operativo de las estaciones de monitoreo a fin de incrementar el porcentaje de recuperación de datos.
- PM₂₅. Con respecto a las partículas suspendidas PM₂₅, la escasa información disponible no reveló la ocurrencia de días con mala calidad del aire por este contaminante. Sin embargo, es pertinente destacar que el porcentaje de días con información insuficiente para generar este indicador fue de 56% para la estación CHO y 41% para CED.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

- Ozono. En cuanto al número de días con mala calidad del aire por ozono, durante el 2018 no se registró ningún día en esta condición. Sin embargo, es pertinente recordar que se registró incumplimiento de la NOM de este contaminante por superarse el límite normado como promedio de 8 horas. El porcentaje de días con información insuficiente para generar este indicador fue de 68% en CHO y 33% en CED.
- CO, NO₂ y SO₂. Para el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se observa que existe una importante cantidad de días con información insuficiente para generar este indicador en las dos estaciones de monitoreo. La información disponible indica que no se registraron días con mala calidad del aire para estos contaminantes, y que en general, predominan los días con buena calidad del aire.

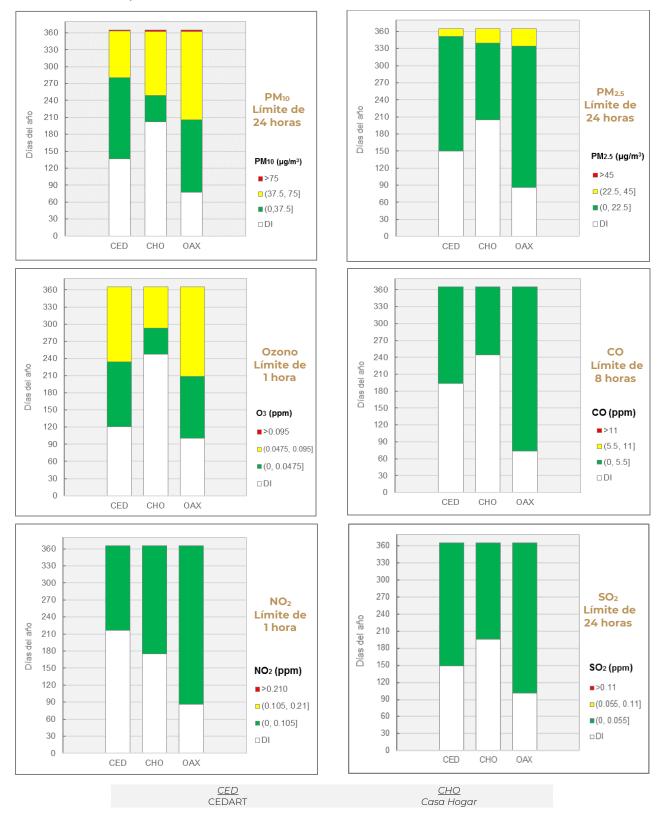
La Tabla 63 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de ciudad. En ella, se aprecia que en la ciudad de Oaxaca de Juárez se presentaron condiciones de mala calidad del aire por PM_{10} en el 1% de los días con datos válidos.

Tabla 63. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en Oaxaca de Juárez en el año 2018.

| | No días con datos válidos | 288 |
|-------------------|------------------------------|-----|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 3 |
| | % días > 75 µg/m³ | 1% |
| | No días con datos válidos | 279 |
| PM _{2.5} | No días > 45 µg/m³ | 0 |
| | % días > 45 μg/m³ | O.% |
| | No días con datos válidos | 265 |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 0 |
| | % días > 0.095 ppm | 0% |

| | No dias con datos válidos | 292 |
|-----------------|------------------------------|-----|
| СО | No días > 11 ppm | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 279 |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 264 |
| SO ₂ | No días > 0.110 ppm | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0% |

Figura 145. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Oaxaca de Juárez, en el año 2018.

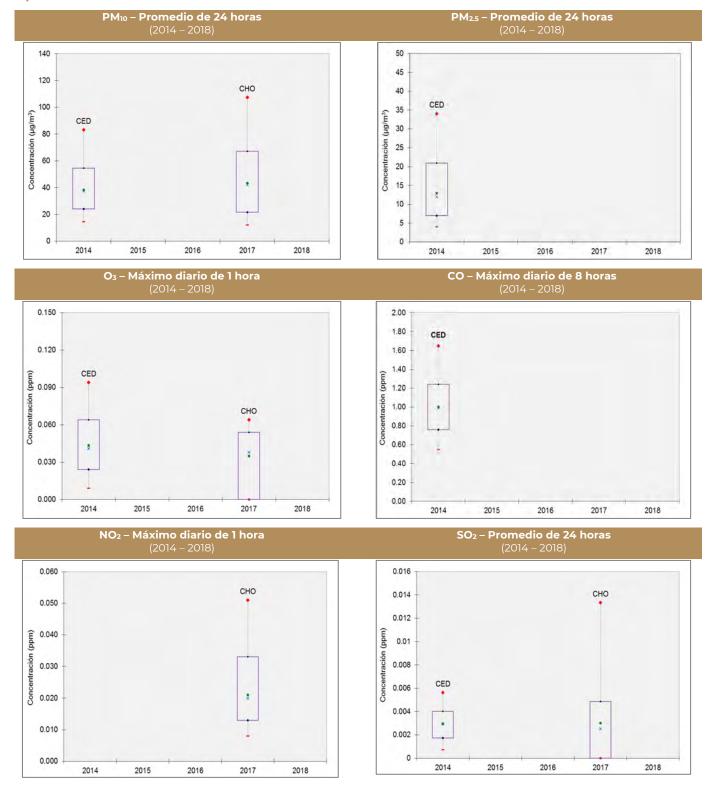


C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 146 muestra, a nivel de ciudad, la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en el periodo 2014 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se observa lo siguiente:

- PM₁₀. Las concentraciones diarias de PM₁₀ se obtuvieron sólo para los años 2014 y 2017, en donde se observa que en este último año los valores máximo, promedio y percentil 90 fueron superiores a los registrados en 2014.
- PM₂₅. En cuanto a las PM₂₅ no es posible establecer una tendencia, debido a que únicamente se cuenta con información para el año 2014.
- Ozono. En el caso del ozono, sólo se cuenta con información para 2014 y 2017. En este último año se observa una disminución en todos los indicadores.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto al CO y NO₂, únicamente se tienen información para el 2014 y el 2017, respectivamente, por lo que no es posible realizar un análisis de tendencia. Finalmente, para el SO₂, destaca un incremento importante en el valor máximo, así como un ligero incremento en el percentil 90 y el promedio en el año 2017 respecto al 2014.

Figura 146. Tendencias de las concentraciones diarias, por contaminante, en Oaxaca de Juárez en el periodo 2014 - 2018.

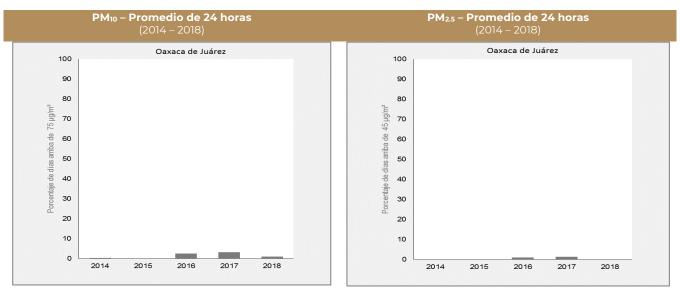


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 147 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante. En dicha figura se observa lo siguiente:

- PM₁₀. Las PM₁₀ muestran una tendencia a la baja de 2017 a 2018, al pasar del 3% de los días por arriba de la norma al 1%.
- PM₂₅. Respecto a las PM₂₅, se observó una tendencia decreciente del 2017 al 2018, debido a que pasó del 1% a ningún día con concentraciones superiores al límite normado.
- Ozono, CO, NO₂ y SO₂. No se incluyeron las gráficas correspondientes a O₃, CO, SO₂ y NO₂, debido a que no se han registrado concentraciones superiores al límite diario vigente en ninguno de los años con información disponible en el periodo 2014 - 2018.

Figura 147. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en Oaxaca de Juárez en el periodo 2014 – 2018.



E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través de tiempo, es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora. En el caso de Oaxaca de Juárez, la información disponible del periodo de 2014 – 2018 muestra que no se han presentado valores horarios por arriba del límite de la norma vigente para ozono.

F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

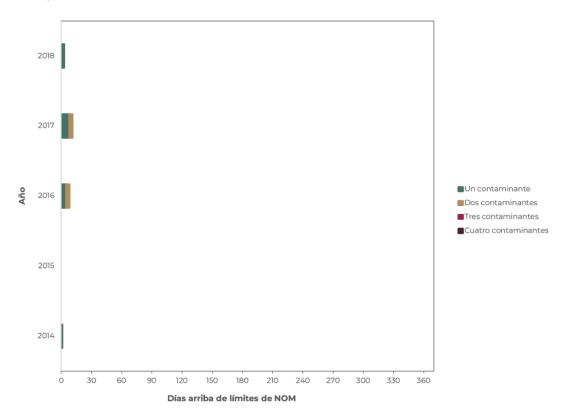
Finalmente, la Tabla 64 y la Figura 148 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. En ellas se puede observar que, en Oaxaca de Juárez, disminuyó el número de días fuera de Norma para al menos un contaminante de 2016 a 2018, al pasar de 8 días en 2016 a 3 en 2018. El número de días en los que se rebasó de manera simultánea el límite normado de dos contaminantes alcanzó su máximo en los años 2016 y 2017 con 3 días cada uno (en ambos años con la combinación PM₁₀-PM_{2.5}) y disminuyó a cero días en 2018.

Tabla 64. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Oaxaca de Juárez, 2014 – 2018.

| Año | No. de días con | No. de días > | actuales de cualquier contaminante | | | | | | | |
|------|--------------------|------------------|------------------------------------|-------|-----|-----|--|--|--|--|
| AHO | datos | NOM | l contaminante | 1 2 3 | | | | | | |
| 2014 | 348 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| 2015 | IND | IND | IND | IND | IND | IND | | | | |
| 2016 | 316 | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 | | | | |
| 2017 | 360 | 11 | 8 | 3 | 0 | 0 | | | | |
| 2018 | 347 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | | | | |

IND = Información no disponible.

Figura 148. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Oaxaca de Juárez, 2014 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 CIUDAD DE PUEBLA Y CORONANGO

La información disponible en 2018 revela mala calidad del aire en la ciudad de Puebla, tanto por partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) como por ozono. En Coronango esto también ocurre, pero con menor frecuencia y suele ser por ozono o PM_{10} .

La norma de calidad del aire para este contaminante no se cumplió ni en Puebla ni en Coronango. En Puebla, de hecho, el límite normado de 24 horas se superó en todas las estaciones de monitoreo donde se realizó medición, siendo la estación NIN el sitio con las concentraciones más altas en la entidad. A nivel de ciudad, este límite normado se rebasó en el 24% de los días de 2018. Otro aspecto para destacar es que en esta ciudad se observó un incremento significativo en la concentración máxima registrada en los dos años más recientes pasando de 111 µg/m³ en 2017 a 161 µg/m³ en 2018. En Coronango sólo se tuvo un día fuera de norma.

Tanto en Puebla como en Coronango se incumplió la norma de este contaminante. El límite normado de 1 hora de ozono se rebasó en 61 días de 2018 en Puebla, en tanto que en Coronango el incumplimiento se dio por superar el límite de 8 horas.

En la ciudad de Puebla no se cumplió con los límites normados para este contaminante. Las concentraciones más altas, como promedio de 24 horas y promedio anual, se registraron en la estación BIN y fueron de 66 μg/m³ y 21 μg/m³, que equivalen a 1.5 veces y 1.8 veces el valor normado respectivo. En Coronango el equipo de medición de este contaminante estuvo fuera de operación en 2018.

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo de la entidad donde fueron medidos.



Estaciones de monitoreo: 5



A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad de Puebla son las partículas PM_{10} (24%), seguido por el O_3 (17%) y las partículas $PM_{2.5}$ (2.5%), en tanto que en Coronango son las PM_{10} (0.4%)

En 2018 se incumplió al menos una Norma de Salud Ambiental en el 32% de los días del año en Puebla y en el 0.3% de los días del año con información disponible en Coronango.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Puebla, a cargo de la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial (SSAOT) del Gobierno del Estado, estuvo integrado por cinco estaciones de monitoreo, cuatro de las cuales conforman la Red de Monitoreo de la Ciudad de Puebla (Benemérito Instituto Normal del Estado -BIN, Ninfas - NIN, Agua Santa - STA y Universidad Tecnológica de Puebla -UTP), y la estación Velódromo (VEL) que se localiza en el municipio de Coronango. Todas las estaciones están equipadas exclusivamente con equipo de monitoreo automático.

La Figura 149, muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones referidas. Por otra parte, la Tabla 65 muestra las estaciones de monitoreo que conformen este SMCA y los contaminantes que se midieron en el año 2018, así como el año en que cada una de ellas inició su operación.



Tabla 65. Estaciones que conformaron el SMCA de Puebla en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Red de | | | | | | | ntaminantes | | | | |
|-----------|---|-------|-------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------------|----------|--|--|
| monitoreo | Estación | Clave | año de inicio de operación | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO₂ | NO ₂ | CO | | |
| | Benemérito Instituto Normal del Estado | BIN | Automático (2000) | √ | ✓ | > | > | √ | ✓ | | |
| | Ninfas | NIN | Automático (2000) | ✓ | ✓ | √ | √ | ✓ | ✓ | | |
| Puebla | Agua Santa | STA | Automático (2000) | \ | ✓ | √ | ✓ | \ | ✓ | | |
| | Universidad Tecnológica de Puebla | UTP | Automático (2010) | ✓ | √ | √ | √ | ✓ | ✓ | | |
| | Velódromo (Coronango)* | VEL | Automático (2012) | √ | ✓ | > | > | √ | ✓ | | |

^{*}Municipio en el que se ubica la estación de monitoreo que por definición no forma parte de una red de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en las ciudades de Puebla y Corononago para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo.

Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 2000 al 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se incumple cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

En la Figura 150 y Tabla 66 se presentan los resultados de la evaluación de cumplimiento de las NOM para cada contaminante y estación de monitoreo en el año 2018. En ellas, se puede apreciar lo siguiente:

PM₁₀. Durante el año 2018 tanto en Puebla como en Coronango se registró incumplimiento de la norma de calidad del aire para este contaminante. En todas las estaciones donde fue posible la evaluación de cumplimiento se rebasó el límite normado de 24 horas, siendo la concentración más elevada en el año, la registrada en la estación Ninfas con 161 μg/m³, que equivale a 2.1 veces dicho límite. Por otra parte, destaca que sólo en esta misma estación se rebasó también el límite promedio anual con una concentración de 60 μg/m³, que equivale a 1.5 veces el valor normado correspondiente.

^{√=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

- PM₂₅. En 2018 este contaminante se midió sólo en 3 de las 4 estaciones de monitoreo de la ciudad de Puebla, registrándose en estas tres (UTP, NIN y BIN) concentraciones que superan el límite anual. En la estación BIN también se rebasó el límite de 24 horas. Las concentraciones más altas, como promedio de 24 horas y promedio anual se registraron en la estación BIN y fueron de 66 μg/m³ y 21 μg/m³, respectivamente, que equivalen a 1.5 veces y 1.8 veces el valor normado. En Coronango el equipo de medición de este contaminante estuvo fuera de operación.
- Ozono. Este contaminante se midió en todas las estaciones de Puebla, así como en la de Coronango. En todas se incumplió con la norma. En las estaciones de Puebla se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas), en tanto que, en Coronango, sólo se superó el límite de 8 horas. La concentración más alta de una hora se registró en la estación UTP con un valor de 0.152 ppm, que equivale a 1.6 veces el límite normado y la más alta de 8 horas se presentó en la estación STA con 0.129 ppm, que equivale a 1.8 veces el valor límite correspondiente.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto al CO, NO₂ y SO₂, la entidad cuenta con infraestructura para medir los tres contaminantes en todas las estaciones de monitoreo. Los analizadores de NO₂ y CO en BIN y VEL estuvieron fuera de operación. En todas las estaciones que contaron con información suficiente para la evaluación de las normas, estas se cumplieron.

Figura 150. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Puebla y Coronango, en el año 2018.

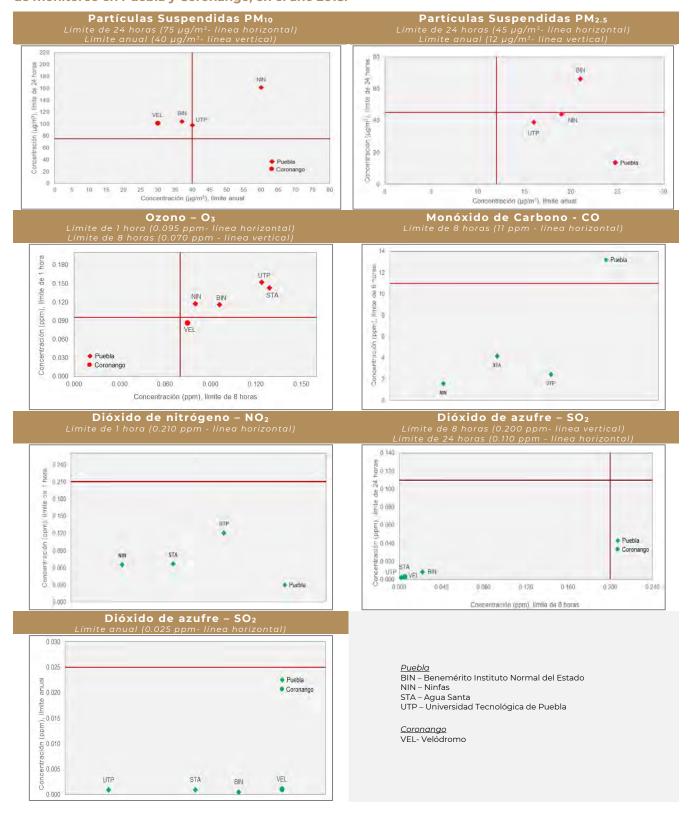


Tabla 66. Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Puebla y Coronango, en el año 2018.

| Contaminante | | Límita narmada | | Pue | bla | | Coronango | |
|--|-------|----------------------|---|-------|-------|-------|-----------|--|
| Contaminante | | Límite normado | BIN | NIN | STA | UTP | VEL | |
| ⁽¹⁾ PM 10 | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 104 | 161 | DI | 98 | 101 | |
| " PM10 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 37 | 60 | DI | 40 | 30 | |
| (I) DM | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | 66 | 44 | DI | 39 | FO | |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | 21 | 19 | DI | 16 | FO | |
| (2) O 3 | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.116 | 0.117 | 0.143 | 0.152 | 0.086 | |
| \-/ O 3 | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.096 | 0.080 | 0.129 | 0.124 | 0.075 | |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | DI | 2 | 4 | 2 | DI | |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | FO | 0.066 | 0.067 | 0.121 | DI | |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.002 | FO | 0.006 | 0.022 | 0.004 | |
| ⁽⁵⁾ SO₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.002 | FO | 0.003 | 0.008 | 0.003 | |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.001 | FO | 0.001 | 0.001 | 0.001 | |
| (1) NOM-025-SSA1-2014 (2) NOM-020-SSA1-2014 | | | = Datos insuficientes;) = Fuera de operación; | | | | | |

== Cumple con el límite normado;

⊨ No cumple con el límite normado.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 151 se puede observar que:

- PM₁₀. Se registraron días con mala calidad del aire por PM₁₀ en todas las estaciones tanto de Puebla como en la estación de Coronango, siendo la estación Ninfas, en Puebla, la que registró la mayor cantidad de días en esta condición (81 días). A nivel de toda la ciudad se registraron 86 días con mala calidad del aire por PM_{10} . En la estación de monitoreo de Coronango sólo se presentó un día con mala calidad del aire a causa de este contaminante.
- PM₂₅. Días con mala calidad del are por PM₂₅ se registraron en 2 de las 4 estaciones de monitoreo de Puebla: Benemérito Instituto Normal del Estado – BIN y Agua Santa – STA, siendo más frecuente esta situación en la primera de ellas con un total de 9 días. A pesar de ello, la Figura muestra que en todas las estaciones de monitoreo predominaron los días con buena calidad del aire, especialmente en NIN y UTP. En Coronango el equipo de medición de este contaminante estuvo fuera de operación.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993):

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas,

²⁴ horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado. Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

- Ozono. Mala calidad del aire por ozono sólo se registró en la ciudad de Puebla en un total de 61 días, siendo la estación de monitoreo Agua Santa la que más contribuyó a esta contabilidad con un total de 39 días.
- CO, NO₂ y SO₂. No se registraron días con mala calidad del aire por CO, NO₂ y SO₂, ni en Puebla ni en Coronango. De hecho, en ambas ciudades predominaron los días con buena calidad del aire con respecto a estos tres contaminantes. Cabe mencionar que, para el CO, en las estaciones BIN y VEL, en una gran cantidad de días (alrededor del 60%) no se generaron datos horarios suficientes para obtener un dato representativo del día.

La Tabla 67 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y PM_{25}) y dióxido de azufre, en Puebla y Coronango. En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad de Puebla son las partículas PM_{10} (24%), seguido por el O_3 (17%) y las partículas $PM_{2.5}$ (2.5%). En el caso de Coronango, la escasa información disponible indica problemas de calidad del aire por PM_{10} . En ambas ciudades el CO, el NO_2 y el SO_2 no representaron un problema de calidad del aire, ya que no hubo un solo día con concentraciones superiores al límite normado correspondiente.

Tabla 67. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en Puebla y Coronango, en el año 2018.

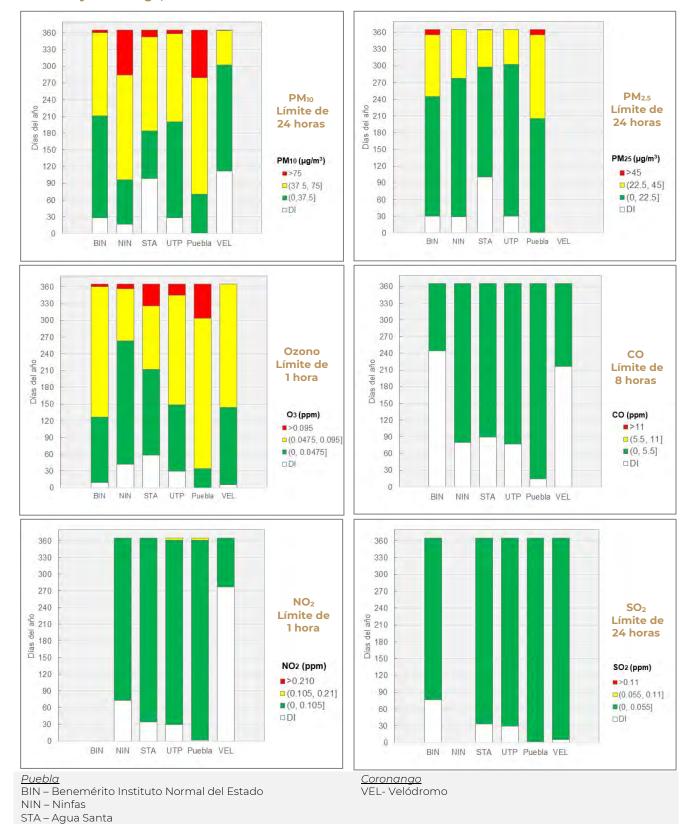
| Ciudad | | Puebla | Coronango |
|------------------|------------------------------|--------|-----------|
| PM ₁₀ | No días con datos válidos | 365 | 253 |
| | No días > 75 µg/m³ | 86 | 1 |
| | % días > 75 µg/m³ | 24% | 0.4% |
| PM ₂₅ | No días con datos válidos | 364 | FO |
| | No días > 45 µg/m³ | 9 | FO |
| | % días > 45 µg/m³ | 3% | FO |
| O ₃ | No días con datos válidos | 365 | 360 |
| | No días > 0.095 ppm | 61 | 0 |
| | % días > 0.095 ppm | 17% | 0% |

| Ciudad | | Puebla | Coronango |
|--------|------------------------------|--------|-----------|
| СО | No días con datos válidos | 346 | 148 |
| | No días > 11 ppm | 0 | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% | 0% |
| NO₂ | No días con datos válidos | 363 | 88 |
| | No días > 0.210 ppm | 0 | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% | 0% |
| SO₂ | No días con datos válidos | 363 | 360 |
| | No días > 0.110 ppm | 0 | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0% | 0% |

FO = Fuera de operación.

UTP - Universidad Tecnológica de Puebla

Figura 151. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Puebla y Coronango, en el año 2018.



C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Las Figuras 152 a 157 muestran la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO, NO₂ y SO₂, respectivamente, tanto para la ciudad de Puebla como para Coronango, desde el año 2000 al 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se puede destacar que:

- PM₁₀. En el periodo 2014 a 2018, el comportamiento del mínimo, el promedio y los percentiles 10 y 90 revelan poca variabilidad temporal en las concentraciones de PM₁₀ en la ciudad de Puebla, donde sólo las concentraciones máximas muestran un comportamiento aleatorio con cambios significativos de un año a otro. En este periodo, la concentración más alta alcanzada fue de 364 μg/m³ y se registró en la estación BIN en el año 2016, en tanto que la más baja se registró en la misma estación un año después y fue de 111 μg/m³. En Coronango la escasa información disponible impide establecer alguna tendencia particular (Figura 152).
- PM₂₅. Con respecto a las PM_{2.5}, en la ciudad de Puebla, en el periodo 2015 al 2018, se observa una tendencia bastante estable en prácticamente todos los indicadores, sólo la concentración máxima mostró una reducción importante del año 2015 al 2016, año a partir del cual también muestra un comportamiento con muy poca variabilidad (Figura 153). En Coronango no fue posible establecer alguna tendencia ya que sólo se contó con información suficiente para el año 2014.
- Ozono. En la ciudad de Puebla destaca que las concentraciones de ozono han experimentado una tendencia al alza en el periodo 2014 a 2018, especialmente con respecto al promedio, percentil 90 y máximo, en tanto que en Coronango hay variaciones aleatorias en prácticamente todos los indicadores en el periodo 2013 a 2018, lo que dificulta establecer una tendencia particular de este contaminante en la ciudad (Figura 154).
- CO. En cuanto al monóxido de carbono destaca que, en ambas ciudades, las concentraciones se mantienen por debajo del límite normado (11 ppm) en todo el periodo analizado. Así mismo, se puede observar que, en el caso de la ciudad de Puebla, en 2018, se presentó un incremento importante del percentil 90, después de que en los 4 años previos se había registrado una tendencia a la baja en este indicador, al igual que el promedio y el percentil 10. En Coronango, no se puede definir ninguna tendencia debido a la poca información disponible (Figura 155).
- NO₂ y SO₂. Finalmente, con respecto a estos indicadores para dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, destaca el hecho de que en todos los años con información disponible las concentraciones se ubican muy por debajo de los límites normados correspondientes (NO₂ 0.21 ppm y SO₂ 0.11 ppm), especialmente en Coronango (Figuras 156 y 157).

Figura 152. Tendencias de las concentraciones diarias de PM_{10} en Puebla y Coronango en el periodo 2000 – 2018.

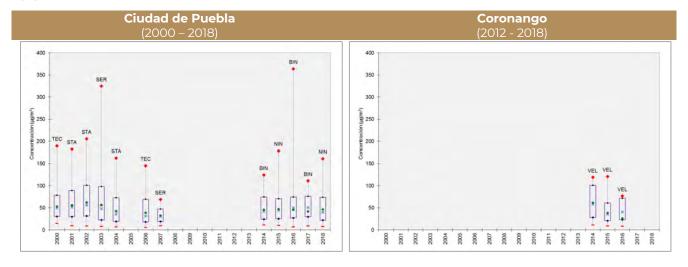


Figura 153. Tendencias de las concentraciones diarias de $PM_{2.5}$ en Puebla y Coronango en el periodo 2010 – 2018.

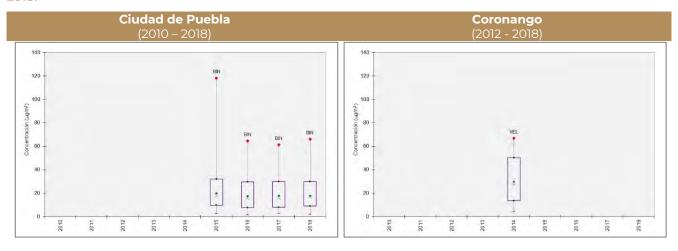


Figura 154. Tendencias de las concentraciones diarias de O₃ en Puebla y Coronango en el periodo 2000 – 2018.

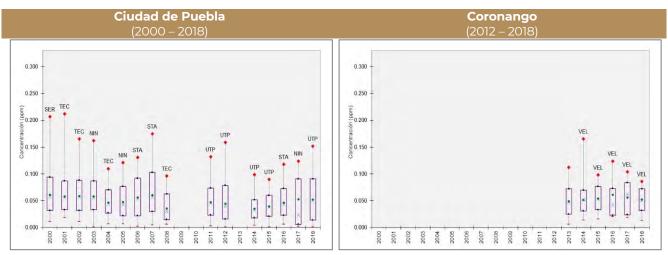


Figura 155. Tendencias de las concentraciones diarias de CO en Puebla y Coronango en el periodo 2000 – 2018.

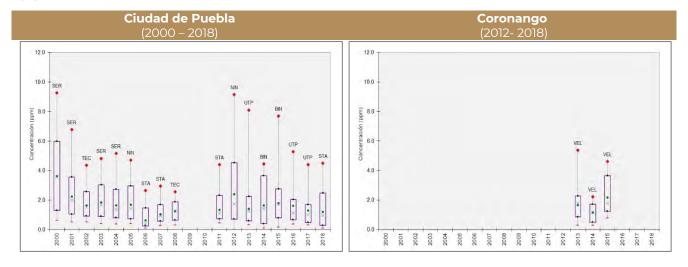


Figura 156. Tendencias de las concentraciones diarias de NO₂ en Puebla y Coronango en el periodo 2000 – 2018.

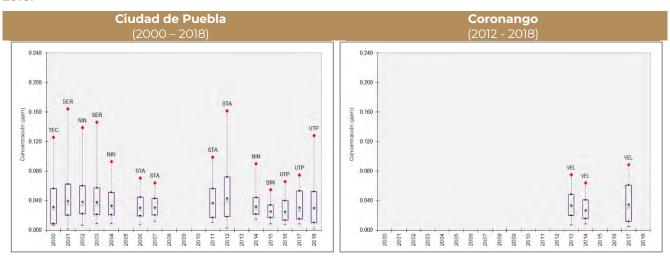
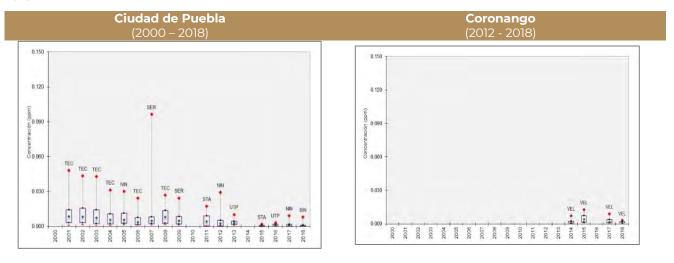


Figura 157. Tendencias de las concentraciones diarias de SO₂ en Puebla y Coronango en el periodo 2000 – 2018.

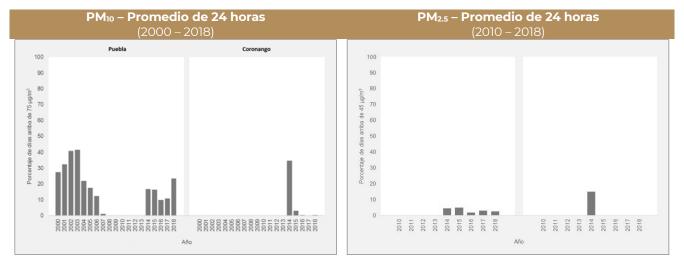


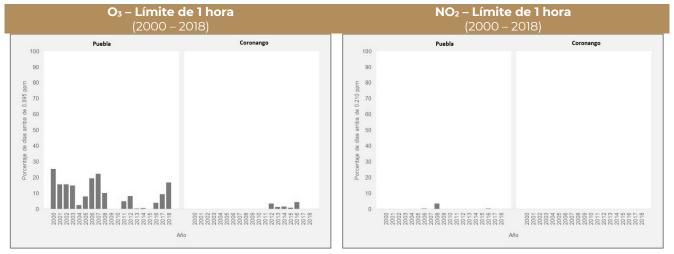
D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

En la Figura 158 se presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante.

- PM₁₀. La cantidad de días en que se rebasó el límite normado de PM₁₀ en la ciudad de Puebla fue mayor en los años 2001 a 2003 con porcentajes que van del 32% al 41%. De 2004 a 2009 hubo una reducción significativa de días en esta condición, siendo los años 2008 y 2009 los más limpios al no registrar ni un día con concentraciones superiores al límite normado. En los tres años más reciente se observa una tendencia al alza, destacando el año 2018 con el 24% de los días del año superando el límite recomendado para la protección de la salud de la población. Por su parte en Coronango se observa que mientras en 2014 se rebasó el límite normado en el 35% de días, de 2015 a 2018 esta situación se ha presentado en menos del 3% de los días de cada año.
- PM₂₅. En la ciudad de Puebla el porcentaje de días por año en que se ha superado el límite de 24 horas de PM₂₅, ha sido inferior al 5% en el periodo 2014 a 2018, en tanto que en Coronango esta situación ocurrió en el 15% de los días del año 2014. En 2015 ninguno de los 51 días con información válida, registró concentraciones superiores a dicho límite y de 2016 a 2018 la estación estuvo fuera de operación.
- Ozono. Con respecto al O₃, en la ciudad de Puebla el porcentaje de días en que se rebasó el límite vigente de 1 hora, en los tres años más recientes muestra una tendencia creciente, pasando de 4% en 2016 a 17 % en 2018. En Coronango las mediciones del contaminante iniciaron en 2012 y desde entonces hasta el 2018 se han registrado muy pocos días que superan el límite normado, el más alto es de 4% en 2016 y ningún día en los años 2017 y 2018.
- NO₂. En el caso del NO₂, en la ciudad de Puebla destacan dos años con días que se superó el límite vigente de 1 hora, uno de ellos es el 2008 con un 3.5% de los días, y el otro 2016 con menos del 1%. En Coronango no se registraron días con concentraciones superiores a 0.21 ppm en el periodo 2012 a 2018.
- CO y SO₂. Tanto para CO como para SO₂, no se registró en la entidad ningún día con valores superiores a sus respectivos límites normados.

Figura 158 Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en Puebla y Coronango en el periodo 2000 – 2018.





E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través del tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora. En la Figura 159, se muestra que, en la ciudad de Puebla, el 2018 ha sido el peor año desde que se mide este contaminante, al registrarse 300 horas en el que se rebasa el límite referido. En el caso de Coronango a partir de que inició mediciones, en el año 2012, la cantidad de horas por arriba del límite normado ha sido menor a 30.

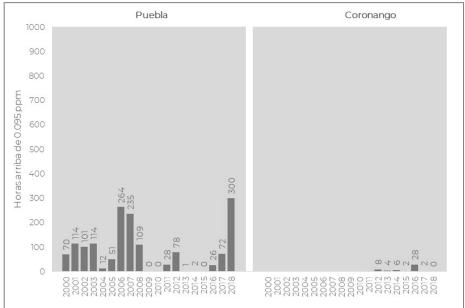


Figura 159. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2000 – 2018.

F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

La Tabla 68 y la Figura 160 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire, tanto en Puebla como en Coronango.

En el caso de Puebla, en el año 2002 se presentaron las peores condiciones de calidad del aire, ya que en 174 de los 365 días se incumplió al menos una norma de calidad del aire, esto es, en el 48% de los días del año. En 142 días se rebasó el límite normado para un contaminante y en 32 días el límite de 2 contaminantes, los primeros se debieron principalmente a las PM_{10} y los segundos a la combinación O_3 y PM_{10} . Por el contrario, los años 2009 y 2010 fueron los más limpios al no registrar días en esta condición.

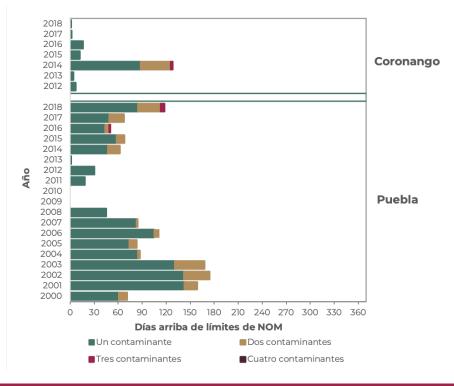
En 2018, se registraron 118 días en los que se rebasa el límite normado de al menos un contaminante (32 % de los días del año). En 85 de estos días se incumplió el límite de un contaminante, en 28 días el de dos contaminantes y en 5 días el de tres contaminantes. Cuando se incumple el límite de un contaminante, éste suele ser PM_{10} u O_3 , cuando se incumplen dos, las combinaciones más comunes son O_3 y PM_{10} ó PM_{10} y $PM_{2.5}$, en tanto que cuando se registra incumplimiento simultáneo de tres contaminantes la combinación es O_3 , PM_{10} y $PM_{2.5}$.

En el caso de Coronango, el año con la peor condición de calidad del aire fue el 2014, año en el que se registraron 88 días en los que se rebasó el límite normado de un contaminante (principalmente PM_{10}), 38 días el límite de dos contaminantes (la mayoría de las veces por PM_{10} y $PM_{2.5}$) y 2 días el límite de 3 contaminantes (O_3 , PM_{10} y $PM_{2.5}$). En 2018, sólo se rebasó en una ocasión el límite normado de PM_{10} .

Tabla 68. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Puebla y Coronango, 2000 – 2018.

| Ciudad | No. de No. de Ciudad Año días con días > | | | | Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante | | | | | | |
|-----------|---|-------|-----|--------------|--|---------------|---------------|--|--|--|--|
| Cludad | AHO | datos | NOM | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| | | | | contaminante | contaminantes | contaminantes | contaminantes | | | | |
| | 2000 | 154 | 71 | 61 | 10 | 0 | 0 | | | | |
| | 2001 | 365 | 159 | 143 | 16 | 0 | 0 | | | | |
| | 2002 | 365 | 174 | 142 | 32 | 0 | 0 | | | | |
| | 2003 | 365 | 168 | 131 | 37 | 0 | 0 | | | | |
| | 2004 | 366 | 87 | 85 | 2 | 0 | 0 | | | | |
| | 2005 | 365 | 83 | 74 | 9 | 0 | 0 | | | | |
| | 2006 | 365 | 111 | 105 | 6 | 0 | 0 | | | | |
| | 2007 | 365 | 84 | 83 | 1 | 0 | 0 | | | | |
| ola | 2008 | 360 | 45 | 45 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Puebla | 2009 | 358 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| ᇫ | 2010 | 365 | Ο | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2011 | 365 | 18 | 18 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2012 | 366 | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2013 | 358 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2014 | 365 | 62 | 47 | 15 | 0 | 0 | | | | |
| | 2015 | 365 | 68 | 58 | 10 | 0 | 0 | | | | |
| | 2016 | 366 | 50 | 44 | 5 |] | 0 | | | | |
| | 2017 | 365 | 67 | 49 | 18 | 0 | 0 | | | | |
| | 2018 | 365 | 118 | 85 | 28 | 5 | 0 | | | | |
| | 2012 | 209 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| စ္ဆ | 2013 | 356 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Coronango | 2014 | 348 | 128 | 88 | 38 | 2 | 0 | | | | |
| one – | 2015 | 355 | 12 | 12 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| ord | 2016 | 358 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| O O | 2017 | 361 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| | 2018 | 362 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | | |

Figura 170. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la Ciudad de Puebla y Coronango, 2000 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 QUERÉTARO

En 2018, se presentaron días con mala calidad del aire por PM₁₀, tanto en Santiago de Querétaro como en San Juan del Río, que son las únicas ciudades de la entidad en las que se realiza la medición de este contaminante. En ambas ciudades se superaron los límites normados para la protección a la salud de la población, sin embargo, es la ciudad de Santiago de Querétaro donde esta situación se presentó con mayor frecuencia (56 días a lo largo del año) y donde se alcanzaron las concentraciones más elevadas, tanto como promedio de 24 horas como promedio anual. Como promedio de 24 horas la concentración máxima registrada fue de 302 µg/m3, lo que equivale a 4 veces el límite normado.

La NOM de este contaminante se cumplió en Corregidora y se incumplió en Santiago de Querétaro. En el Marqués no fue posible evaluar el cumplimiento de norma por insuficiencia de datos y en San Juan del Río se tiene registro de un día con una concentración superior al límite normado, pero ello no se refleja en incumplimiento de NOM por insuficiencia de datos.

En San Juan del Río se cumplieron los límites normados de este contaminante, en tanto que Santiago de Querétaro, Corregidora y El Marqués se registraron concentraciones, tanto de una como de ocho horas, que superaron los límites normados correspondientes. Santiago de Querétaro fue la ciudad donde, con mayor frecuencia, se superó el límite normado de 1 hora, al registrar 4 días en esta condición.

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones donde fue posible la evaluación de cumplimiento de la NOM correspondiente.



A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Santiago de Querétaro y en San Juan del Río, son las partículas PM₁₀, y en Corregidora y el Marqués lo es el ozono.

En 2018 el número de días en que se incumple al menos una norma de calidad del aire, a nivel de ciudad, fue de 60 días en Santiago de Querétaro, 9 días en San Juan del Río, 2 días en Corregidora y 1 día en El Marqués.

INFORMACIÓN GENERAL

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Querétaro, a cargo del Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire del Estado de Querétaro (CeMCAQ), estuvo integrado en el año 2018 por la red de monitoreo de Santiago de Querétaro, así como por las estaciones de monitoreo ubicadas en los municipios de Corregidora, El Marqués y San Juan del Río.

La Figura 171 muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo de cada una de las estaciones referidas. La Tabla 69 muestra las estaciones de monitoreo que conforman este SMCA, así como la capacidad de medición de contaminantes en cada estación y el año en que cada una de ellas inició su operación.

El CeMCAQ es la entidad encargada de monitorear la calidad del aire en el estado y es el resultado de una alianza estratégica entre la Secretaria de Desarrollo Sustentable (SEDESU) y la Universidad Autónoma de Querétaro, a través del Centro de Estudios Académicos sobre Contaminación Ambiental de la Facultad de Química.

QUERÉTARO Distribución de estaciones de monitoreo de calidad del aire. Estación de monitoreo Automático Zona metropolitana Clave Estacion Municipio COR Corregidora Corregidora EMA El Marqués El Marqués Auditorio Josefa Ortiz AJO Bomberos Querétaro BOM Delegación Carrillo Puerto CAP Querétaro FEO Félix Osores Querétaro Universidad Autónoma Qro. El Marqué FEO EMA Tequisquia SJU Fuente: Elaboración propia en QGIS el 08-11-2019, usando 20 30 km Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental INECC, 2019.

Figura 171. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Querétaro, 2018.

| Red de Monitoreo | | | Tipo de equipo y | Contaminantes medid | | | | nedido | s |
|---------------------|---|-------|-------------------------------|---------------------|-------------------|----------------|-------------|-----------------|----|
| Monitoreo | Estación | Clave | año de inicio de operación | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO₂ | NO ₂ | CO |
| | Bomberos | ВОМ | Automático (2010) | ¤ | √ | ✓ | √ | ✓ | ✓ |
| Santiago de | Félix Osores | FEO | Automático (2010) | ¤ | ✓ | √ | √ | ✓ | ✓ |
| Querétaro | Delegación Carrillo Puerto | CAP | Automático (2000) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | √ | ✓ |
| | Auditorio Josefa Ortiz | AJO | Automático (2013) | ¤ | ¤ | √ | √ | ✓ | ✓ |
| | Corregidora (Corregidora) | COR | Automático (2010) | ¤ | √ | √ | ✓ | √ | ✓ |
| | El Marqués (El Marqués) | EMA | Automático (2010) | ¤ | √ | √ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Universidad Autónoma de Querétaro (San Juan del Río) | SJU | Automático (2015) | √ | > | √ | > | √ | ✓ |

^{√ =} Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en las ciudades de Santiago de Querétaro, Corregidora, El Marqués y San Juan del Río para el año 2018, tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 2011 a 2018 con respecto al promedio, el mínimo, el máximo y los percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación para el año 2018 se presentan en la Figura 172 y en la Tabla 70, en las cuales se puede apreciar que:

PM₁₀. En 2018 se midió este contaminante en la estación Delegación Carillo Puerto (CAP) del municipio de Santiago de Querétaro y en la estación Universidad Autónoma de Querétaro (SJU) del municipio de San Juan del Río, en esta última estación se superó el límite de 24 horas, con un registro de 124 μg/m³, que equivale a 1.6 veces el valor de norma (75 μg/m³). En la estación CAP se superó tanto el límite de 24 horas como el límite anual con registros de 302 μg/m³ y 59 μg/m³ respectivamente. El primer valor equivale a 4 veces el límite de la norma, y el segundo a 1.4 veces el límite respectivo.

x = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

- PM₂₅. La NOM de este contaminante se incumplió en Santiago de Querétaro (estación Bomberos -BOM), donde se superó el límite anual (12 μg/m³) con un registro de 14 μg/m³. En Corregidora (estación COR) se cumplieron los dos límites normados y en el resto de las estaciones con capacidad de medir este contaminante tanto en Santiago de Querétaro (FEO), como en el Marqués (EMA) y San Juan del Río (SJU) no fue posible evaluar el cumplimiento de norma por insuficiencia de datos.
- Ozono. En San Juan del Río (SJU) se dio cumplimiento a los límites normados de este contaminante, en tanto que Santiago de Querétaro, Corregidora y El Marqués se registraron concentraciones, tanto de una como de ocho horas, que superaron los límites normados correspondientes. La concentración más alta, tanto como promedio de 1 hora como de 8 horas, se registró en la estación AJO en Santiago de Querétaro. Dichas concentraciones fueron de 0.124 ppm y 0.078 ppm, que equivalen a 1.3 y 1.1 veces el límite normado correspondiente.
- CO, NO₂ y SO₂. Las 7 estaciones del SMCA de Querétaro tienen capacidad de medir estos contaminantes y en todas aquellas donde hubo información suficiente para evaluar el cumplimiento de las normas correspondientes, estas se cumplieron. Sólo en la estación El Marqués (EMA) no hubo información suficiente para evaluar ninguna de las 3 normas.

Figura 172. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Querétaro, en el año 2018.

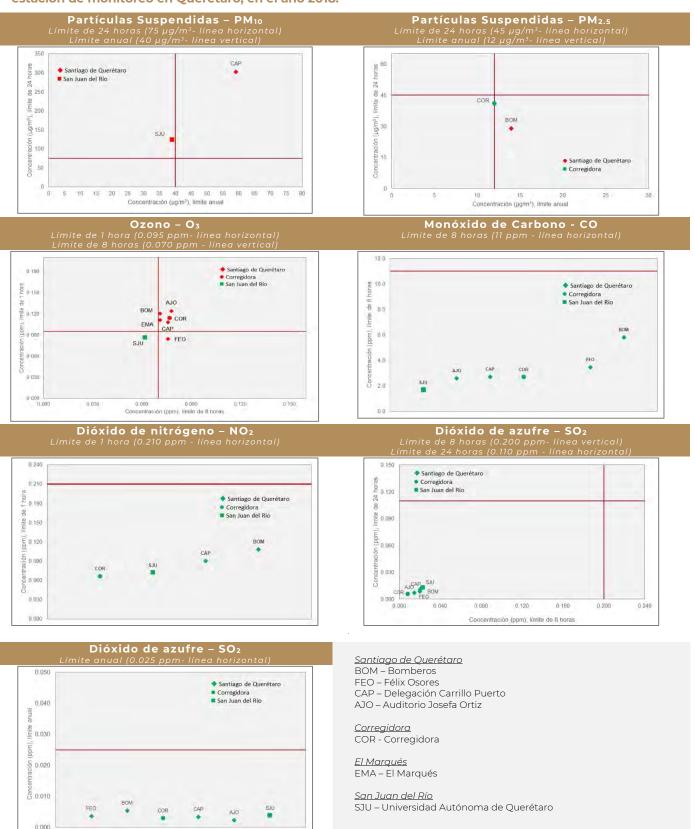


Tabla 70. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Querétaro (2018).

| Contaminante | Límito | Límite normado | | | | Corregidora | El Marqués | San Juan del Río | |
|--------------------------------------|--------|----------------------------|-------|-------|-------|-------------|---------------|---------------------------|-------|
| | | | ВОМ | FEO | CAP | AJO | COR | EMA | SJU |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | ¤ | ¤ | 302 | ¤ | ¤ | ¤ | 124 |
| 1 1110 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | ¤ | ¤ | 59 | ¤ | ¤ | ¤ | 39 |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | 29 | DI | ¤ | ¤ | 41 | DI | DI |
| | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | 14 | DI | ¤ | ¤ | 12 | DI | DI |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.120 | 0.084 | 0.111 | 0.124 | 0.114 | 0.108 | 0.086 |
| , O₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.071 | 0.076 | 0.071 | 0.078 | 0.077 | 0.076 | 0.062 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 6 | 4 | 3 | 3 | 3 | DI | 2 |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.108 | DI | 0.090 | DI | 0.066 | DI | 0.072 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.021 | 0.020 | 0.021 | 0.015 | 0.008 | DI | 0.023 |
| ⁽⁵⁾ SO₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.011 | 0.009 | 0.012 | 0.007 | 0.006 | DI | 0.013 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.005 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | DI | 0.004 |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En la Figura 173, se puede observar lo siguiente:

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes.

⁼ Cumple con el límite normado.

⁼ No cumple con el límite normado.

- PM₁₀. En 2018 se registraron 56 días con mala calidad del aire por PM₁₀ en la estación Delegación Carrillo Puerto (CAP), ubicada en Santiago de Querétaro, que representan el 15% de los 365 días del año. En San Juan del Río esta condición se presentó en 9 días (2% de los días del año).
- PM₂₅. Con respecto a las partículas suspendidas PM₂₅, en San Juan del Río se presentó un día con mala calidad del aire, sin embargo, ello no se refleja en incumplimiento de la NOM correspondiente debido al criterio de suficiencia de información. En el resto de las estaciones, no se presentaron días con esta condición, aunque en las estaciones FEO, COR y EMA hubo 127, 113 y 267 días con insuficiencia de información para generar el indicador correspondiente.
- Ozono. En cuanto al número de días con mala calidad del aire por ozono, en Santiago de Querétaro se registraron 4 días, en Corregidora 2, en El Marqués 1 y en San Juan del Río ninguno. En general, en las figuras se puede observar claramente que en todas las ciudades predominan los días con buena calidad del aire.
- CO, NO₂ y SO₂. Para el monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂) se observa que en todas las estaciones y, por tanto, en todas las ciudades predominaron los días con calidad del aire buena, aunque en El Marqués hubo 259 días con información insuficiente para CO, 216 días para NO₂ y 242 días para SO₂.

La Tabla 71 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de municipio. En ella, se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en el municipio de Santiago de Querétaro son las partículas PM_{10} (16%) seguido por el ozono (1%). En el municipio de San Juan del Río son las PM_{10} con el 3% seguido por las $PM_{2.5}$ con un porcentaje de 0.41%. En cuanto a los municipios de Corregidora y El Marqués, el ozono es el contaminante que determinó la condición de mala calidad del aire.

Figura 173. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Querétaro, en el año 2018.

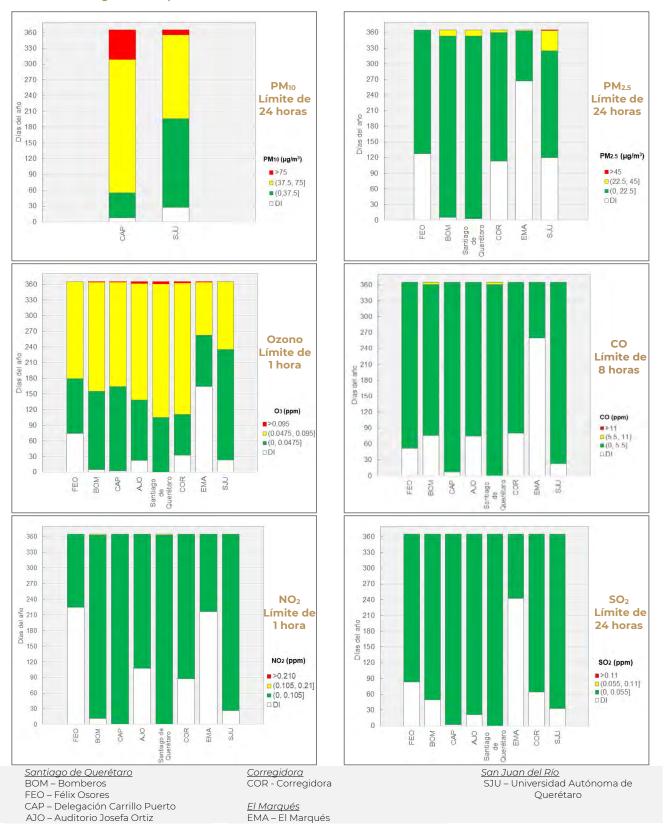


Tabla 71. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de una hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en Querétaro en el año 2018.

| | PM ₁₀ | | | PM _{2.5} | | | O ₃ | | |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 μg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm |
| Santiago de Querétaro | 358 | 56 | 16% | 362 | 0 | 0 | 365 | 4 | 1% |
| Corregidora | ¤ | ¤ | ¤ | 252 | 0 | 0 | 333 | 2 | 0.6% |
| El Marqués | ¤ | ¤ | ¤ | 98 | 0 | 0 | 201 | 1 | 0.5% |
| San Juan del Río | 338 | 9 | 3% | 245 | 1 | 0.4% | 342 | 0 | 0% |

| | | СО | | | NO₂ | | | SO₂ | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--|--|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm | | |
| Santiago de Querétaro | 365 | 0 | O% | 365 | 0 | 0% | 365 | 0 | 0% | | |
| Corregidora | 285 | 0 | 0% | 278 | 0 | 0% | 301 | 0 | 0% | | |
| El Marqués | 106 | 0 | 0% | 149 | 0 | 0% | 123 | 0 | 0% | | |
| San Juan del Río | 342 | 0 | 0% | 339 | 0 | O% | 332 | 0 | 0% | | |

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

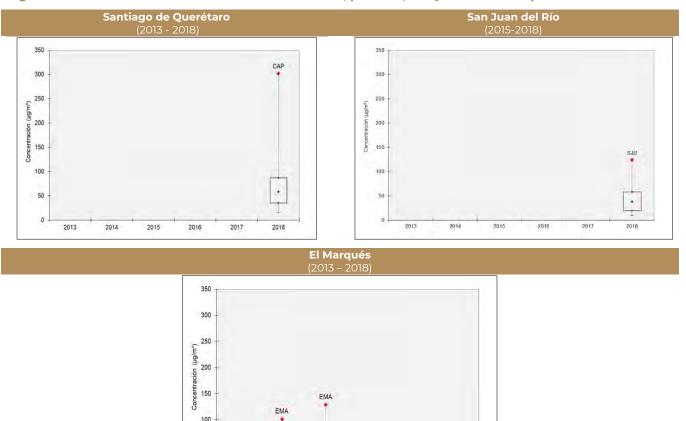
Las Figuras 174 a 179 muestran la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, en el periodo 2011 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, aunque no es posible establecer tendencias históricas debido a la intermitencia con la que se ha generado información suficiente para los diferentes contaminantes a través del tiempo, es posible destacar lo siguiente:

- PM₁₀. En el caso de las PM₁₀, en el municipio de El Marqués, se observa que el promedio, la mediana y el percentil 90 disminuyeron del año 2014 al 2015, pero el valor máximo aumentó de 102 μg/m³ a 129 μg/m³. Para el municipio de San Juan del Río el valor máximo, en 2018, es de 124 μg/m³ y en Santiago de Querétaro de 302 μg/m³ (Figura 174).
- PM₂₅. Con respecto a las PM₂₅, en la Figura 5, se observa que en el municipio de Santiago de Querétaro, del año 2014 a 2015, todos los indicadores aumentaron, y para el año 2018 disminuyeron. El máximo pasó de 37 μg/m³ en 2015 a 29 μg/m³ en 2018. La estación Bomberos es donde se registran las concentraciones de mayor magnitud (Figura 175).
- Ozono. Para el ozono, en Santiago de Querétaro se observa que de 2013 a 2014 los indicadores bajaron, y para el año 2015 aumentaron, en 2017 aumentaron nuevamente y permanecen estables en el año 2018. En este último año, la estación Auditorio Josefa Ortiz (AJO) fue la que registró los valores más altos de este contaminante. En Corregidora solo se pudieron calcular los indicadores para el año 2018. En El Marqués solo se aprecia que los indicadores en el año 2014 aumentaron respecto del año 2011. En San Juan del Río, la mediana, el promedio y el percentil 90 disminuyeron en 2018 comparado con 2017, aunque el máximo aumentó de 0.074 ppm a 0.086 ppm. Los indicadores para el año 2018 de los municipios de Corregidora y San

Juan del Río son menores que los registrados, en ese mismo año, en la ciudad de Santiago de Querétaro (Figura 176).

- CO. En cuanto al CO, en la Figura 177, se pueden observar que, en Santiago de Querétaro, hay una tendencia a la baja del promedio, la mediana y el percentil 90 del año 2014 al 2015 y también en 2018; sin embargo, el valor máximo aumentó de 6.86 ppm en 2015 a 7.96 ppm en 2018. En Corregidora, los indicadores para el año 2018, son de menor magnitud que los calculados para Santiago de Querétaro. En el Marqués solo hubo datos suficientes para el año 2011, y en San Juan de Río se observa que de 2017 a 2018 hay una tendencia a la baja.
- NO₂. En el caso del NO₂, en Santiago de Querétaro solo hubo suficiencia de datos para calcular los indicadores para el año 2011, 2014 y 2018, donde se aprecia una tendencia al alza del año 2014 al 2018. En Corregidora y San Juan del Río, solo hubo suficiencia de datos para calcular los indicadores del año 2018, cuyos valores máximos son menores que los registrados en Santiago de Querétaro (Figura 178).
- SO₂. Finalmente, con respecto al SO₂ se observa que en 2018 los indicadores aumentaron respecto del 2015 en Santiago de Querétaro. Para El Marqués, los indicadores disminuyeron en el año 2015 comparado con 2011, y en San Juan del Río, de 2017 a 2018 hay una ligera reducción (Figura 179).

Figura 174. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM₁₀, en Querétaro en el periodo 2013 - 2018.



2017

2018

*

.

0

Figura 175. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM_{2.5}, en Querétaro en el periodo 2013 – 2018.



Figura 176. Tendencias de las concentraciones diarias, por O₃, en Querétaro en el periodo 2011 – 2018.

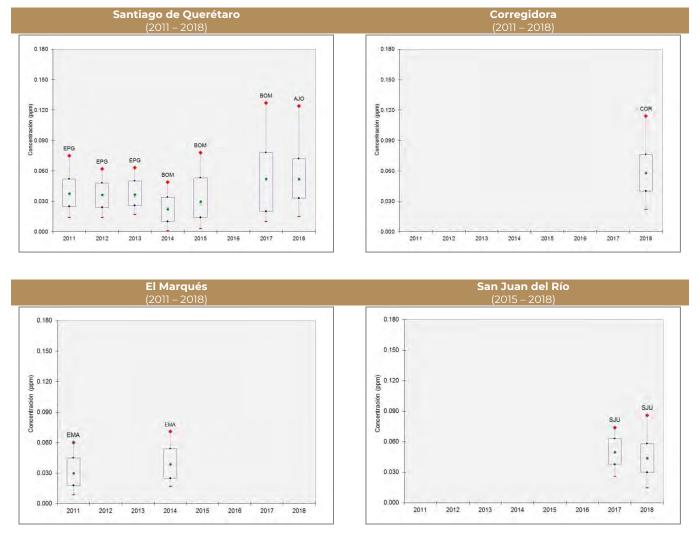


Figura 177. Tendencias de las concentraciones diarias, por CO, en Querétaro en el periodo 2011 – 2018.

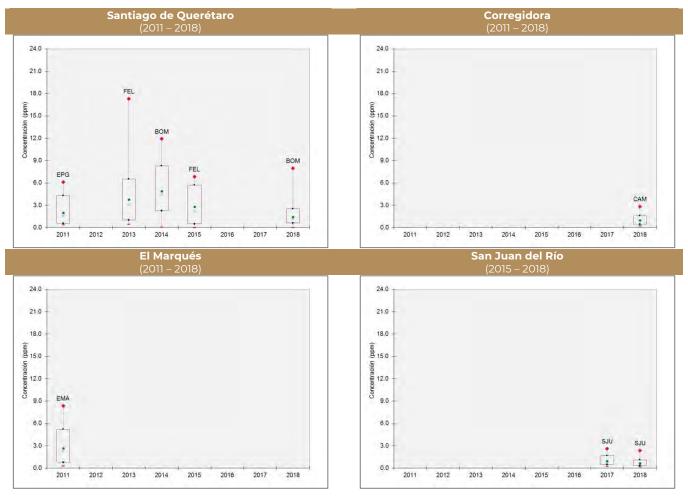
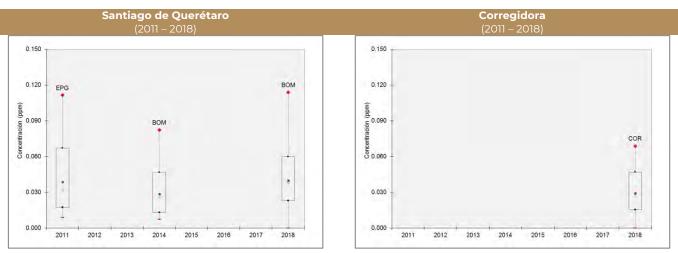


Figura 178. Tendencias de las concentraciones diarias, por NO₂, en Querétaro en el periodo 2011 – 2018.



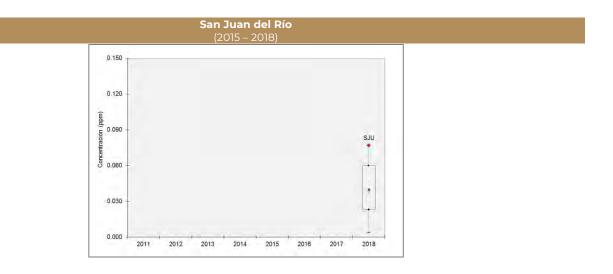
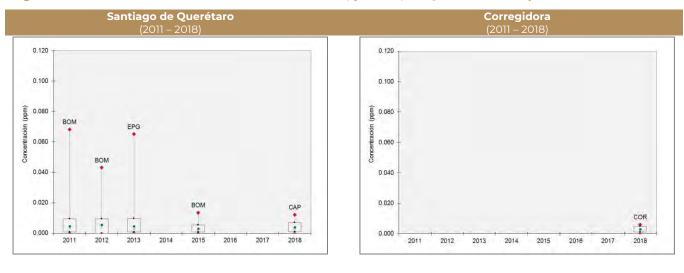
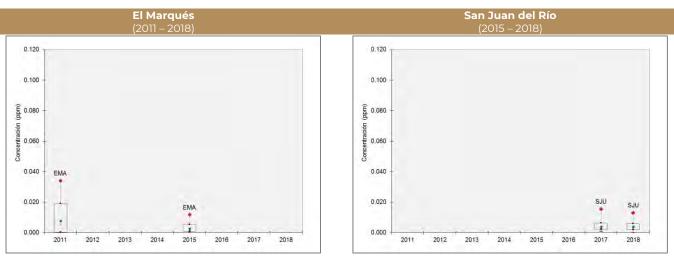


Figura 179. Tendencias de las concentraciones diarias, por SO₂, en Querétaro en el periodo 2011 – 2018.



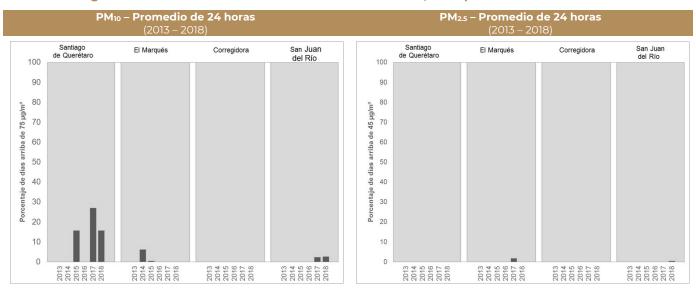


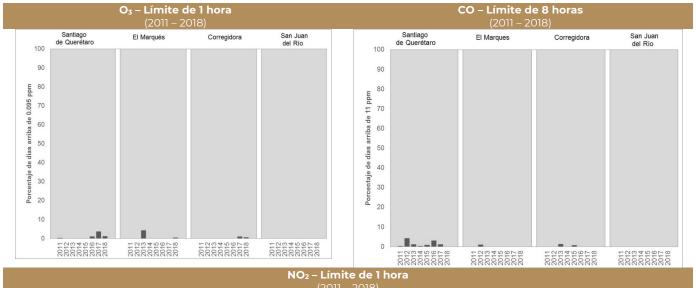
D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

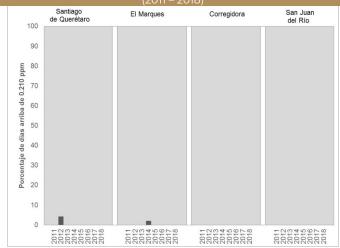
La Figura 180 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante a nivel de ciudad. En dicha figura se observa lo siguiente:

- PM₁₀. Las PM₁₀ en Santiago de Querétaro registraron la mayor cantidad de días en que se rebasó el límite de este contaminante en 2017 con 27% aunque en 2018 disminuyó a 16%. En El Marqués, de 2014 a 2015 disminuyó la cantidad de días en esta condición, y en San Juan Río permanece estable de 2017 a 2018, alrededor de 2%.
- PM₂₅. Respecto a las PM₂₅, únicamente se rebasó el límite normado de este contaminante en el 1.7% de los días del año 2017 con información suficiente en El Marqués, y en el 0.4% de los días del año 2018 en San Juan del Río. En Santiago de Querétaro no se rebasó el límite.
- Ozono. Para el caso del O₃, fueron Santiago de Querétaro en 2017 y El Marqués en 2013 las ciudades en donde se registró el mayor porcentaje de días (alrededor del 4%) con concentraciones por arriba del límite de 1 hora. En 2018 también se registraron días en esta condición en 3 de las 4 ciudades estudiadas, el porcentaje de días es menor que la registrada en 2017.
- CO. En el caso del CO, en Santiago de Querétaro se observa una tendencia variable, el porcentaje de días en que se superó el límite normado disminuyó del año 2012 al 2014, en 2015 y 2016 aumentó, para disminuir nuevamente en 2017, donde se registraron 1.2% de días en esta condición. Del resto de las ciudades, se superó dicho límite en Corregidora y El Marqués, en la primera en los años 2013 y 2015 con 1.3% y 0.8% de los días con datos válidos respectivamente, y en la segunda en 2012 con 1% de los días. En 2018 en ninguna ciudad se presentaron días con esta condición.
- NO₂. Con respecto al NO₂, se superó el límite normado sólo en dos años en las ciudades de Santiago de Querétaro y El Marqués, en la primera en 2013 en un 4% de días y en la segunda en 2014 en un 2% de los días con datos válidos.
- SO₂. Por último, el SO₂ fue el único contaminante en el que no se superó el límite normado en ninguna ciudad y en ningún año.

Figura 180. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2011 – 2018.





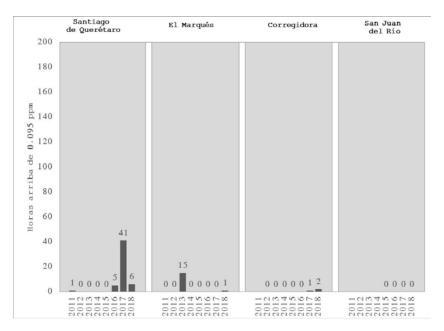


E) Número de horas por año en que se rebasa el límite normado de ozono

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través de tiempo, es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora.

Este indicador se generó a nivel de ciudad. La Figura 181 muestra que, en Santiago de Querétaro en el año 2018, respecto de 2017, disminuyó la cantidad de horas en esta condición, pero en la ciudad de El Marqués y Corregidora aumentaron. Para el caso de San Juan del Río se cuenta con información del año 2015 al 2018, en estos años no se registraron horas con concentraciones superiores al límite normado.

Figura 181. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2011 – 2018.



F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

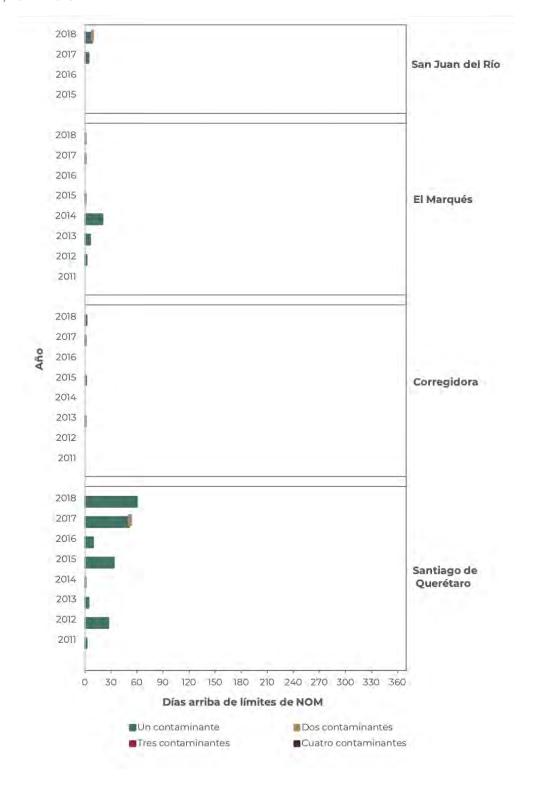
Finalmente, la Tabla 72 y la Figura 182 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. Así tenemos que, para la ciudad de Santiago de Querétaro, el año 2018 fue donde se presentaron las peores condiciones de calidad del aire, ya que se incumplió al menos una de las normas de calidad del aire en 60 días, 56 de los cuales fueron por altas concentraciones de PM_{10} y 4 por O_3 .

En la ciudad de Corregidora, los años con las peores condiciones de calidad del aire fueron 2015 y 2018, en ambos hubo dos días en que rebasó al menos una norma, en 2015 por CO y en 2018 por O_3 . Para la ciudad de El Marqués, en 2014 se presentaron las peores condiciones, donde se rebasó en 19 días la norma de PM_{10} y un día la de NO_2 , en 2018 sólo se superó en un día el valor de una norma, y fue por ozono. Finalmente, para el municipio de San Juan del Río, hubo 8 días con valores superiores al límite de la norma de PM_{10} y un día por PM_{10} y $PM_{2.5}$ simultáneamente.

Tabla 72. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2018.

| Civ.da.d | Año | No. de días | No. de días > | Número de días | con concentracior de cualquier | nes por arriba de los contaminante | s límites actuales |
|--------------------------|------|----------------|------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Ciudad | Ano | con | NOM | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | datos | | contaminante | contaminantes | contaminantes | contaminantes |
| | 2011 | 365 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| o a | 2012 | 366 | 27 | 27 | 0 | 0 | 0 |
| o d arc | 2013 | 365 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Santiago de Querétaro | 2014 | 356 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| nti ue | 2015 | 363 | 33 | 33 | 0 | 0 | 0 |
| Sa | 2016 | 360 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| | 2017 | 344 | 53 | 51 | 2 | 0 | 0 |
| | 2018 | 365 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 |
| | 2012 | 71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| æ | 2013 | 93 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Corregidora | 2014 | 76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| egi | 2015 | 288 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| orı | 2016 | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| O | 2017 | 98 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 2018 | 339 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 2011 | 309 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2012 | 361 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| és | 2013 | 160 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| rqu | 2014 | 349 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| El Marqués | 2015 | 310 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ш | 2016 | 118 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2017 | 62 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 2018 | 202 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ء - | 2015 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| an Juar del Río | 2016 | 228 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| San Juan del Río | 2017 | 331 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 2018 | 365 | 9 | 8 | 1 | 0 | 0 |

Figura 182. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Querétaro, 2011 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 SAN LUIS POTOSÍ Y SU ZONA CONURBADA

En 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, estuvo conformada por cinco estaciones de monitoreo, pero sólo dos de ellas generaron información válida y suficiente para elaborar el diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire en la región. Los resultados de tal diagnóstico revelan que:



Sólo las partículas suspendidas PM_{10} presentaron concentraciones que superaron los límites recomendados para la protección de la salud de la población, de acuerdo con la normatividad mexicana. Esta condición se presentó en un total de 36 días, lo que representó el 10% de los días con información válida a lo largo del año.



En cuanto al ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre destaca que claramente dominaron los días con buena calidad del aire en todas las estaciones de monitoreo.





A DESTACAR...

Finalmente, considerando los datos de calidad del aire reportados, se recomienda fortalecer la capacidad de medición de todas las estaciones de monitoreo, incluyendo la medición de las partículas PM_{2.5} y, en general, mejorar las condiciones operativas de todo el SMCA para incrementar la cantidad de datos recuperados y de esta manera generar información que permita un diagnóstico más completo y robusto de la calidad del aire en esta región.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de San Luis Potosí, a cargo de la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí, estuvo conformado por la Red de Monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada, la cual está integrada por cinco estaciones de monitoreo que se localizan en los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez. Estas estaciones son: Industriales Potosinos Asociados (IPAC), Facultad de Psicología (FPS), DIF municipal (DIF), Biblioteca (BIB) y Escuela 1º de Mayo (PRIM). En todas ellas se realiza monitoreo con equipo automático. La Figura 183 ilustra la ubicación geográfica de cada estación y la Tabla 73 los contaminantes que se pueden medir en las mismas y el año en que iniciaron operación.

SAN LUIS POTOSÍ Distribución de estaciones de monitoreo de calidad del aire. Estación de monitoreo Automático Zona metropolitana Villa de la F Clave Estacion BIB FPS Facultad Psicología IPAC Industriales Potosinos Asociados Escuela Primaria Primero de Mayo Villa de Ramos Villa de Arista Villa Hidalgo Alaquines judad Fernández Cárdenas anta María del Río Fuente: Elaboración propia en QGIS el 08-11-2019, usando como mapa base Google Maps Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental - INECC, 2019.

Figura 183. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire en San Luis Potosí, 2018.

Tabla 73. Estaciones que conformaron el SMCA de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| Red de monitoreo | | | Tipo de equipo | Contaminantes | | | | | |
|------------------|--|-------|---------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----|
| | Estación | Clave | (año de inicio de operación) | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | CO |
| | Industriales Potosinos Asociados | IPAC | Automático (2006) | ¤ | ¤ | > | ✓ | > | > |
| San Luis Potosí | Facultad de Psicología* | FPS | Automático (2008) | ¤ | ¤ | > | ✓ | > | > |
| | DIF municipal | DIF | Automático (1994) | > | ¤ | α | ¤ | \ | ¤ |
| | Biblioteca | BIB | Automático (2011) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Zona Conurbada | Escuela 1º de Mayo (Soledad de Graciano Sánchez) | PRIM | Automático (2018) | ¤ | ¤ | √ | √ | > | > |

^{*} La estación FPS fue reubicada en junio de 2018 en las instalaciones de la Escuela Primaria 1º de Mayo (PRIM).

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala por estación de monitoreo.

Asimismo, se incluye una descripción de estadísticos como promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 184 y en la Tabla 74. En ellas, se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018, se contó con infraestructura para medir este contaminante en 2 estaciones de monitoreo (DIF y BIB), ambas ubicadas en la ciudad de San Luis Potosí. En una de ellas se incumplió la norma al superarse los dos límites normados (24 horas y anual), en tanto que en la otra no se generó información suficiente para hacer la evaluación de cumplimiento como lo establece la norma misma. La concentración más alta tanto de 24 horas como anual registradas en la estación Biblioteca (BIB) fueron de 106 μg/m³ y 47 μg/m³, respectivamente. La primera equivale a 1.4 y la segunda a 1.2 veces el valor límite respectivo (75 y 40 μg/m³).
- PM₂₅. Este contaminante no se mide en ninguna de las estaciones de monitoreo actualmente en operación en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada.

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

^{✓=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

- Ozono. Este contaminante se midió en tres sitios de monitoreo en la Ciudad de San Luis Potosí y en un sitio en la Zona Conurbada; sin embargo, debido a que la estación de monitoreo ubicada en la Facultad de Psicología (FPS), sólo operó 6 meses y luego fue reubicada en la Escuela Primero de Mayo (PRIM), en donde operó otros seis meses, en ninguno de los dos sitios se generó información suficiente (75% de los datos horarios posibles en un año), para evaluar el cumplimiento de norma. En las otras dos estaciones de monitoreo (IPAC y BIB), donde se midió ozono se dio cumplimiento a la NOM de calidad del aire de este contaminante, pues ninguna de las concentraciones (horarias y promedio de 8 horas) reportadas a lo largo del año rebasaron los límites normados respectivos.
- $CO_1 NO_2 y SO_2$. En cuanto al monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, en 2018 se contó con infraestructura para su medición tanto en la Ciudad de San Luis Potosí como en su Zona Conurbada. En ninguna de las estaciones de monitoreo donde fue posible la evaluación de cumplimiento se rebasaron los límites normados correspondientes. Es importante decir que, al igual que en el caso del ozono, ni en la estación de monitoreo FPS ni en PRIM se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma debido a que en cada sitio el equipo de monitoreo sólo operó durante 6 meses.

Tabla 74. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en San Luis Potosí (2018).

| Contaminante | | Límite normado | | | Zona Conurbada | | |
|--|-------|----------------------|-------|-----|-------------------|------|------|
| | | | IPAC | DIF | BIB | FPS* | PRIM |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | ¤ | D | 106 | ¤ | ¤ |
| ^{(γ} PΙ νί ₁₀ | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | ¤ | D | 47 | ¤ | ¤ |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 μg/m³ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ``P IVI <u>2,</u> 5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.084 | ¤ | 0.075 | DI | DI |
| · /O ₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.068 | ¤ | 0.065 | DI | DI |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | DI | ¤ | 4 | DI | DI |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | 0.102 | D | 0.078 | D | DI |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.017 | ¤ | 0.001 | DI | DI |
| (5) SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.006 | ¤ | 0.003 | DI | DI |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.001 | ¤ | 0.003 | DI | DI |

^{*} La estación FPS fue reubicada en junio de 2018 en las instalaciones de la Escuela Primaria 1º de Mayo (PRIM).

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

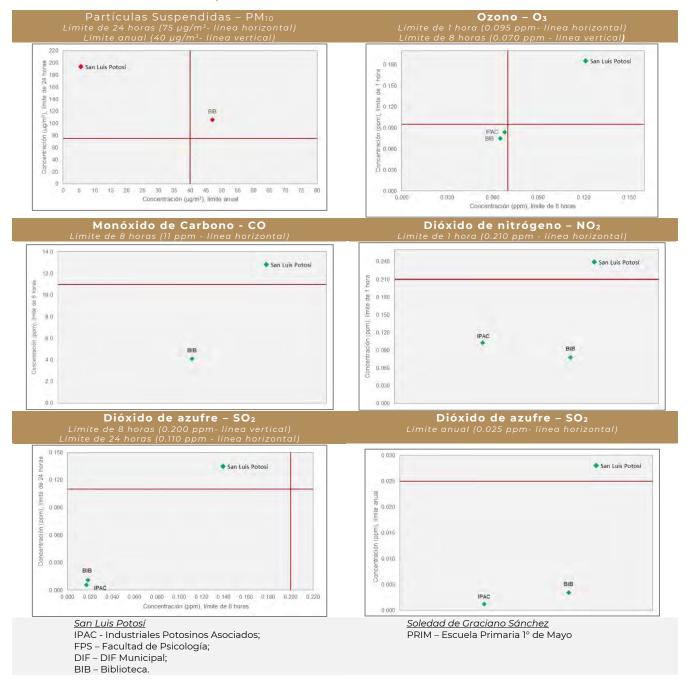
⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994); (5) NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes

⁼ Cumple con el límite normado;

⁼ No cumple con el límite normado.

Figura 184. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en San Luis Potosí, en el año 2018.



B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 185 se puede observar que:

- PM₁₀. La mala calidad del aire por PM₁₀ estuvo presente en las dos estaciones de monitoreo que midieron este contaminante, incluida la estación DIF que no generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma, lo que en cualquier caso indica un riesgo a la salud de la población. A nivel de toda la zona metropolitana de San Luis Potosí se registraron 36 días con mala calidad del aire por este contaminante, en tanto que a nivel de estación de monitoreo esto ocurrió en 19 días en la estación DIF y en 25 días en la estación BIB.
- Ozono, CO, NO₂ y SO₂. En cuanto al ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre claramente dominaron los días con buena calidad del aire en todas las estaciones de monitoreo, incluso en aquellas (FPS y PRIM) que sólo operaron por seis meses.

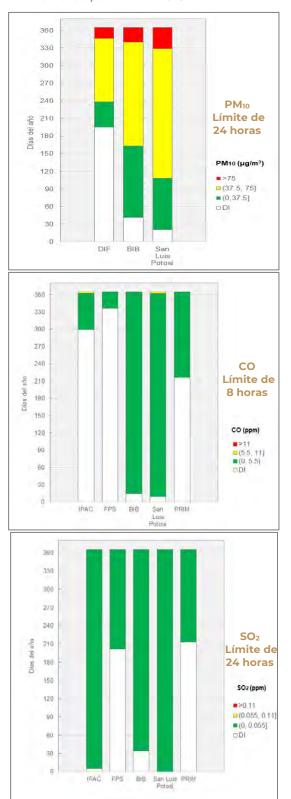
La Tabla 75 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas PM_{10} y dióxido de azufre a nivel de toda la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada. En ella se aprecia que el único contaminante que determina una condición de mala calidad del aire en la región son las partículas suspendidas PM_{10} .

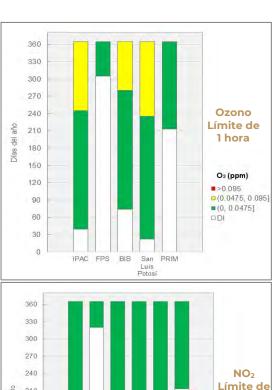
Tabla 75. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada en el año 2018.

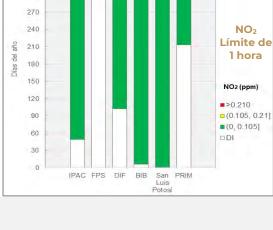
| | No días con datos válidos | 345 | | |
|-----------------------|------------------------------|-----|--|--|
| PM ₁₀ | No días > 75 µg/m³ | 36 | | |
| | % días > 75 µg/m³ | 10% | | |
| | No días con datos válidos | 344 | | |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 0 | | |
| | % días > 0.095 ppm | 0% | | |

| | No días con datos válidos | 356 |
|-----------------|------------------------------|-----|
| со | No días > 11 ppm | 0 |
| | % días > 11 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 364 |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 365 |
| SO₂ | No días > 0.110 ppm | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0% |

Figura 185. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en San Luis Potosí, en el año 2018.







<u>San Luis Potosí</u>

IPAC - Industriales Potosinos Asociados;

FPS – Facultad de Psicología;

DIF – DIF Municipal;

BIB – Biblioteca.

Zona Conurbada (Soledad de Graciano Sánchez)

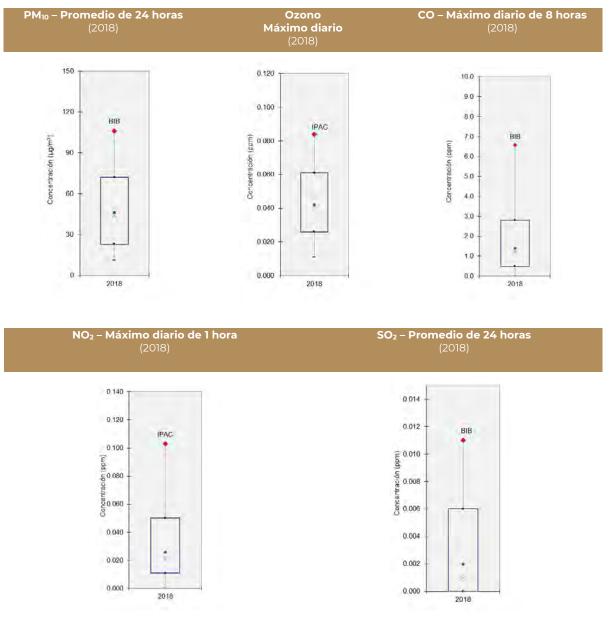
PRIM – Escuela Primaria 1º de Mayo

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Debido a que el sistema de monitoreo de la Ciudad de San Luis Potosí y su Zona Conurbada no ha generado información de forma constante, no es posible analizar tendencias de los datos diarios, por lo que en la Figura 186 solo se muestra el mínimo, el máximo, el promedio, la mediana y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, para el año 2018.

En ella se aprecia que, salvo para las partículas suspendidas PM_{10} , para el resto de los contaminantes las concentraciones diarias registradas a lo largo del año 2018 se mantienen por debajo de los límites normados correspondientes.

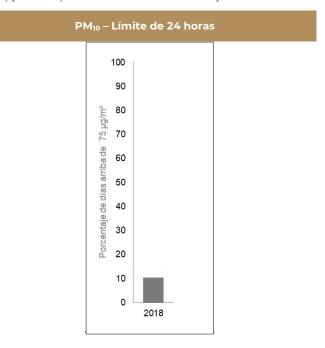
Figura 186. Concentraciones diarias, por contaminante, en el SMCA de San Luis Potosí para el año 2018.

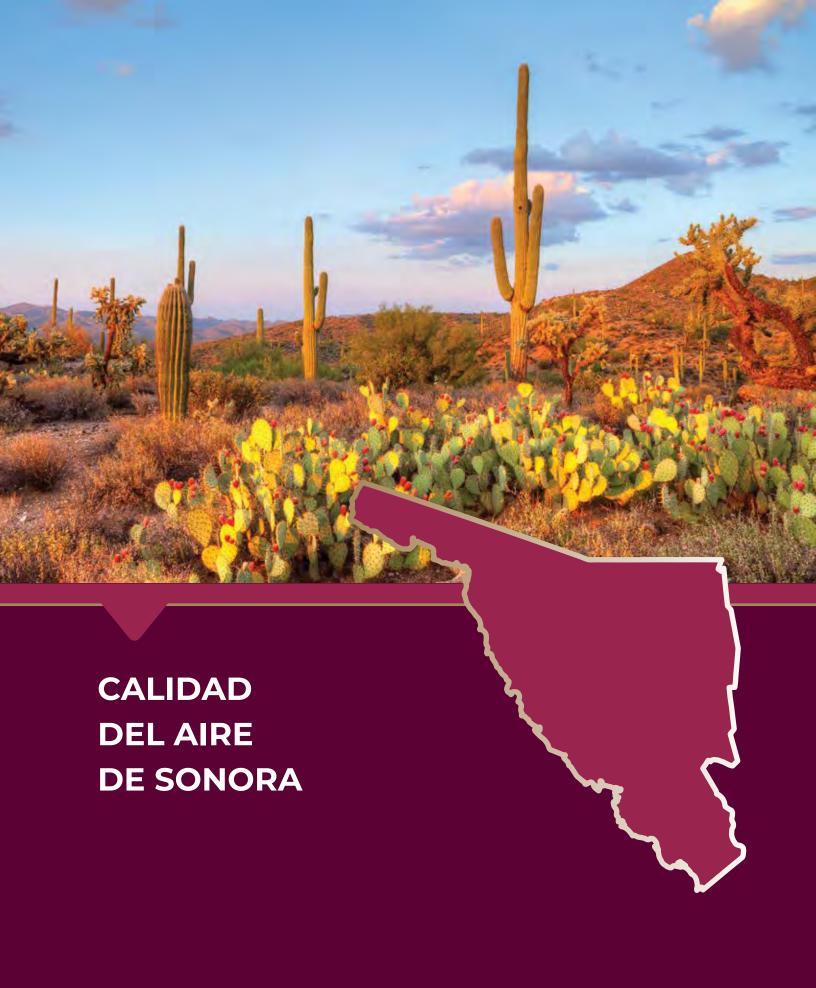


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 187 presenta el porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante para el año 2018. En ella se observa que sólo las PM_{10} registraron concentraciones por arriba de su límite normado de 24 horas en un total de 36 días, lo que equivale al 10% de los días del año con información válida y suficiente para generar el indicador.

Figura 187. Porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados, 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 SONORA

En 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire de Sonora, estuvo conformado por cinco estaciones de monitoreo que se localizan en los municipios de Nogales, San Luis Río Colorado, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta. Sin embargo, sólo dos de ellas generaron información válida y suficiente para elaborar el diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire. Estas estaciones fueron las ubicadas en Nogales y San Luis Río Colorado. Los resultados de tal diagnóstico revelan que:

En Nogales se incumplió la NOM para partículas suspendidas PM₁₀ pues se presentaron concentraciones que superaron los dos límites recomendados (24 horas y anual) para la protección de la salud de la población, de acuerdo con la normatividad mexicana. Esta condición se presentó en un total de 31 días, lo que representó el 9% de los días con información válida a lo largo del año.

En San Luis Río Colorado, destaca que en ninguno de los días del año 2018 se registraron concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono, sin embargo, se incumplió la NOM correspondiente debido a que se superó el límite normado de 8 horas.



En cuanto a las partículas suspendidas PM_{2.5}, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se contó con infraestructura para su medición en Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta, pero los equipos de monitoreo de estas ciudades se reportaron fuera de operación.



A DESTACAR...

El diagnóstico de la calidad del aire hecho con la información disponible indica que, tanto las partículas PM_{10} como el ozono, pueden representar un problema de calidad del aire en la entidad, por lo que resulta conveniente reactivar a la brevedad la operación de los equipos de monitoreo que se ubican en Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Sonora, a cargo de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES) estuvo conformado por cinco estaciones de monitoreo que se localizan en los municipios de Nogales, San Luis Río Colorado, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta. Estas estaciones son: Instituto Tecnológico de Nogales (TEC), Pozo 10 de COMAPA (SLRC), Universidad de Sonora (USO), Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA) e Instituto Tecnológico de Agua Prieta (TECAP), respectivamente. En todas ellas se realiza monitoreo con equipo automático y sólo en algunas también monitoreo manual.

La Figura 188 ilustra la ubicación geográfica de cada una de ellas y la Tabla 76 muestra los contaminantes que se midieron en las mismas y el año en que iniciaron operación.

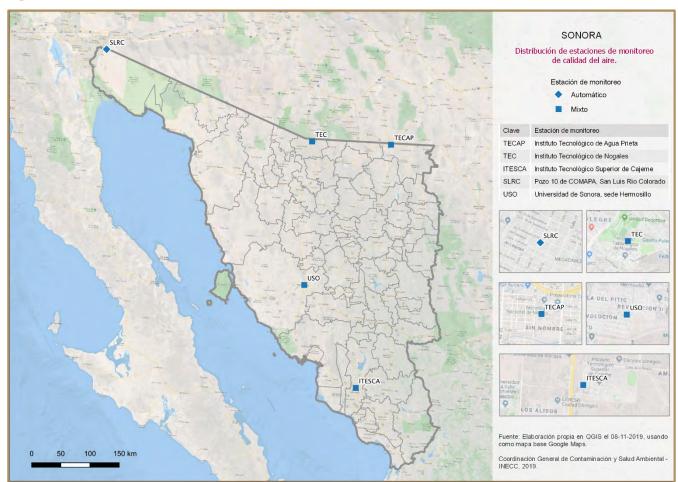


Figura 188. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Sonora, 2018.

Tabla 76. Estaciones que conformaron el SMCA de Sonora en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | Tipo de equipo | | Co | ontamir | nantes | | |
|---|--------|---------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----|
| Estación | Clave | (año de inicio de operación) | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО |
| Instituto Tecnológico de Nogales (Nogales) | TEC | Automático (2014) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Pozo 10 de COMAPA (San Luis Río Colorado) | SLRC | Automático (2017) | ¤ | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Universidad de Sonora* | USO | Automático (2011) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| (Hermosillo) | 030 | Manual (1989) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Instituto Tecnológico | | Automático (2011) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Superior de Cajeme* (Cajeme) | ITESCA | Manual (2003) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Instituto Tecnológico de | | Automático (2011) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | \ | ✓ |
| Agua Prieta* (Agua Prieta) | TECAP | Manual (1989) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

^{*} Las estaciones de monitoreo automático de Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta se encuentran en proceso de rehabilitación y reubicación

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sonora.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de Sonora para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Se incluyen los resultados de estadísticos como el promedio, el mínimo, el máximo y los percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

Es importante destacar que el INECC sí recibió respuesta a la solicitud de información validada del año 2018 por parte de los responsables de este SMCA. Se recibieron datos de ozono, PM_{10} y $PM_{2.5}$; sin embargo, los datos de las PM_{10} y $PM_{2.5}$ no se encontraban en el formato adecuado, por lo que la información aquí publicada se obtuvo directamente de la base de datos de SINAICA. El proceso de validación de tal información se hizo en el INECC y con ella se generaron los indicadores que se presentan en este capítulo. Por esta razón, es probable que los indicadores que en su momento pudiera publicar este SMCA difieran de lo que aquí se muestra.

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

^{√=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 189 y en la Tabla 77. En ellas, se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018, se contó con infraestructura para medir este contaminante en las ciudades de Nogales (TEC), Hermosillo (USO), Cajeme (ITESCA) y Agua Prieta (TECAP); sin embargo, en tres de ellas los equipos de medición se reportaron fuera de operación (Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta), siendo posible la evaluación de cumplimiento de NOM sólo en la ciudad de Nogales. El resultado de dicha evaluación fue el incumplimiento de los dos límites normados (24 horas y anual). La concentración más alta como promedio de 24 horas fue de 157 μg/m³, en tanto que el promedio anual fue de 42 μg/m³. La primera equivale a 2 y la segunda a 1.05 veces el valor límite respectivo (75 y 40 μg/m³).
- Ozono. El ozono se mide en San Luis Río Colorado, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta, pero por la razón ya expresada sólo se contó con información para la ciudad de San Luis Río Colorado, ciudad en la que se registró incumplimiento de la NOM de este contaminante debido a que se superó el límite normado de 8 horas (0.070 ppm), con una concentración de 0.077 ppm. Las concentraciones horarias, por otra parte, se mantuvieron permanentemente por debajo del límite normado correspondiente (0.095 ppm).
- PM₂₅, CO, NO₂ y SO₂. En 2018 se contó con infraestructura para su medición en Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta, pero los equipos de monitoreo de estas ciudades se reportaron fuera de operación.

Figura 189. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Sonora, en el año 2018.

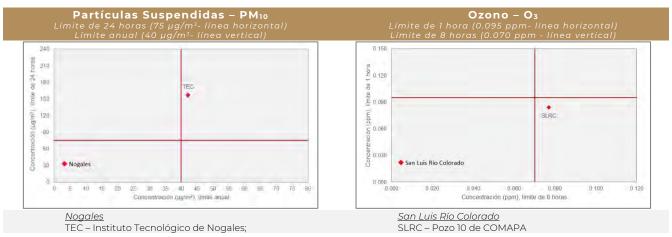


Tabla 77. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Sonora (2018).

| Contaminante | ١ | Límite normado | Nogales | San Luis Río Colorado | Hermosillo | Cajeme | Agua Prieta |
|----------------------------------|-------|-------------------------|---------|-----------------------------|------------|--------|----------------|
| | | | TEC | SLRC | USO | ITESCA | TECAP |
| | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 157 | ¤ | FO | FO | FO |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 42 | ¤ | FO | FO | FO |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | ¤ | ¤ | FO | FO | FO |
| ™PM2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | ¤ | ¤ | FO | FO | FO |
| | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | ¤ | 0.084 | FO | FO | FO |
| ⁽²⁾ O ₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | ¤ | 0.077 | FO | FO | FO |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | ¤ | ¤ | FO | FO | FO |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | ¤ | ¤ | FO | FO | FO |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | ¤ | ¤ | FO | FO | FO |
| (5) SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | ¤ | α | FO | FO | FO |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | ¤ | ¤ | FO | FO | FO |

= No cumple con el límite normado.

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 190 se puede observar que:

- PM_{10} . La mala calidad del aire por PM_{10} estuvo presente en la ciudad de Nogales, en la cual se registraron 31 días con concentraciones que superaron el límite normado de 24 horas a lo largo del año. Los días con calidad del aire regular y buena se distribuyeron casi de manera equitativa, al registrarse 157 y 154 días en cada una de estas condiciones, respectivamente. En los 23 días restantes del año no se contó con información suficiente para generar el indicador.
- Ozono. En cuanto al ozono, destaca que en ninguno de los días del año 2018 se registraron concentraciones superiores al límite normado de 1 hora en la ciudad de San Luis Río Colorado, que fue la única que reportó información para este contaminante. Sin embargo, es pertinente recordar que la NOM de calidad del aire para ozono se incumplió debido a que se superó el límite normado de 8 horas.
- PM₂₅, CO, NO₂ y SO₂. Para PM₂₅, CO, NO₂ y SO₂ no fue posible generar este indicador debido a que los equipos que los miden en Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta se reportaron fuera de operación.

⁽¹⁾ NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a); (2) NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b); (3) NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993); (4) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010)

FO = Fuera de operación = Cumple con el límite normado;

Figura 190. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Nogales y San Luis Río Colorado, Sonora, en el año 2018.





<u>San Luis Río Colorado</u> SLRC – Pozo 10 de COMAPA

TEC – Instituto Tecnológico de Nogales;

La Tabla 78 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y de 24 horas de partículas (PM_{10}) a nivel de Ciudad. En ella se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en la ciudad de Nogales son las partículas suspendidas PM_{10} , en tanto que en San Luis Río Colorado sólo se mide el ozono y las concentraciones horarias de este contaminante se mantuvieron por debajo del límite recomendado para la protección de la salud de la población

Tabla 78. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en Sonora en el año 2018.

| | | PM ₁₀ | | | PM _{2.5} | | O ₃ | | | |
|-----------------------|--|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm | |
| Nogales | 342 | 31 | 9% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | |
| San Luis Río Colorado | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | 363 | 0 | 0% | |
| Hermosillo | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | |
| Cajeme | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | |
| Agua Prieta | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | |

| | | CO | | | NO ₂ | | | SO₂ | |
|-----------------------|--|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm |
| Nogales | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| San Luis Río Colorado | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Hermosillo | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Cajeme | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Agua Prieta | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |

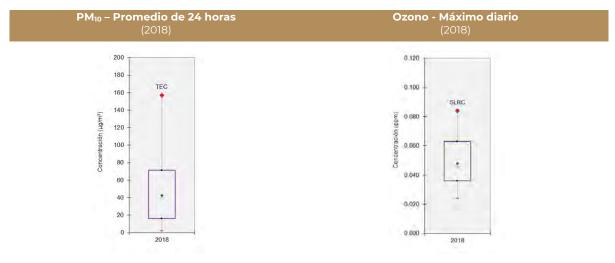
 $\ensuremath{\mathtt{z}}$ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

FO = Fuera de operación

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Debido a que el sistema de monitoreo de Sonora no ha generado información de forma regular, no es posible analizar tendencias de los datos diarios. En la Figura 191 solo se muestra el mínimo, el máximo, el promedio, la mediana y los percentiles 10 y 90 para PM_{10} en la ciudad de Nogales y para O_3 en San Luis Río Colorado, para el año 2018.

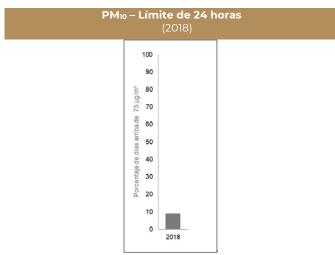
Figura 191. Concentraciones diarias de PM₁o en la ciudad de Nogales y de O₃ en San Luis Río, Sonora, para el año 2018.



D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 192 presenta el porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante para el año 2018. En ella se observa que sólo las PM_{10} registraron concentraciones por arriba de su límite normado de 24 horas en un total de 31 días, lo que equivale al 9% de los días del año con información válida y suficiente para generar el indicador en la Ciudad de Nogales, Sonora.

Figura 192. Porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores al límite normado de 24 de PM₁₀ en Nogales, Sonora, 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 TABASCO

La norma de Calidad del aire de este contaminante se incumplió en los municipios de Centro y Macuspana. En los municipios de Balancán, Huimanguillo y Comalcalco, también se registraron días con concentraciones superiores al límite normado para protección de la salud de la población, sin embargo, en ellos no se pudo establecer incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de datos.

2.5 Hay 2 estaciones con capacidad de medir este contaminante. Las dos se ubican en el municipio Centro. En una de las estaciones no hubo suficiencia de información para evaluar el cumplimiento de norma y la otra se reportó fuera de operación en 2018, por lo que se ignora el estado actual de la calidad del aire de este contaminante en la entidad.

Hay 2 estaciones con capacidad de medir este contaminante. Las dos se ubican en el municipio Centro. En una de las estaciones no hubo suficiencia de información para evaluar el cumplimiento de norma y la otra se reportó fuera de operación en 2018, por lo que se ignora el estado actual de la calidad del aire de este contaminante en la entidad.

Los límites normados de monóxido de carbono y dióxido de azufre se cumplieron en todas las estaciones de monitoreo donde hubo datos válidos, en tanto que el equipo de medición de dióxido de nitrógeno se reportó fuera de operación.



Estaciones de monitoreo: 11



A DESTACAR...

En la mayoría de los municipios de la entidad en donde se cuenta con equipo de monitoreo de calidad del aire se registraron concentraciones de partículas suspendidas PM₁₀ superiores a los límites normados para protección de la salud de la población. Aunque no en todos ellos se pudo establecer incumplimiento de la NOM correspondiente por insuficiencia de datos, se hace evidente la existencia de riesgos a la salud por exposición a este contaminante. Ante ello, resulta oportuno mejorar las condiciones de operación de estos equipos a fin de poder generar un diagnóstico más confiable y robusto sobre el estado de la calidad del aire en la entidad.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de Tabasco, a cargo de la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado estuvo conformado por la red de monitoreo del Centro (Cabecera municipal Villahermosa), así como por las estaciones de monitoreo ubicadas en los municipios de Balancán, Huimanguillo, Centla, Comalcalco, Macuspana, Paraíso, Comalcalco y Cunduacán. La Figura 193 ilustra la ubicación geográfica de cada una de ellas y la Tabla 79 muestra los contaminantes que se midieron en las mismas y el año en que iniciaron operación.

TABASCO Distribución de estaciones de monitoreo ITVH de calidad del aire. UIAT-DACBIOI Estación de monitoreo Automático Mixto 📑 Zona metropolitana Estación de monitoreo Clave ITSCe Instituto Tecnológico Superior del Centla ITSCo Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco UPGM ITSLV Instituto Tecnológico Superior de la Venta ITSM Instituto Tecnológico Superior Macuspana Instituto Tecnológico Superior de los Ríos ITSR UIAT-DAIA ITSLV UJAT-DACBIOL ITVH Instituto Tecnológico de Villahermosa ITSR Secretaria de Educación UJAT-DACBIOL Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-División Académica de Ciencias Biológicas ITSM Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-UJAT-DAIA Arquitectura UPC Universidad Politécnica del Centro UPGM Universidad Politécnica del Golfo de México (Paraíso) Fuente: Elaboración propia en QGIS el 08-11-2019, usando como mapa base Google Maps 25 50 75 km Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental - INECC, 2019.

Figura 193. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Tabasco, 2018.

Tabla 79. Estaciones que conformaron el SMCA de Tabasco en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | | Tipo de equipo y año | | Con | tamir | nantes | | |
|--------|--|------------------|---------------------------|-------------|-------------------|-------|--------|-----|----|
| SMCA | Estación* | Clave | de inicio de operación | РМιο | PM _{2.5} | О3 | SO₂ | NO₂ | СО |
| | Instituto Tecnológico de | ITVH | Automático (2012) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Villahermosa | 11 V 1 1 | Manual (2016) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Secretaría de Educación | SF | Automático (2008) | ✓ | ¤ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | | JL | Manual (2016) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Centro | Universidad Politécnica del Centro | UPC | Manual (2015) | > | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Ciencias Biológicas | UJAT- DACBIOL | Manual (2013) | > | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Tecnológico superior de los Ríos (Balancán) | ITSR | Manual (2015) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Instituto Tecnológico Superior de la Venta (Huimanguillo) | ITSLV | Manual (2015) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Instituto tecnológico Superior de Centla (Centla) | ITSCe | Manual (2015) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Universidad Politécnica del Golfo de México (Paraíso) | UPGM | Manual (2015) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Instituto Tecnológico Superior de Macuspana (Macuspana) | ITSM | Manual (2017) | > | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Instituto tecnológico superior de Comalcalco (Comalcalco) | ITSCO | Manual (2018) | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Ingeniería y Arquitectura (Cunduacán) | UJAT- DAIA | Manual (2018) | ✓ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

^{*} En el caso de las estaciones que por definición no forman parte de una red de monitoreo, entre paréntesis se indica el nombre de la ciudad donde se encuentra ubicada.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno del Estado de Tabasco.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de Tabasco para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción sobre las tendencias del año 2015 al 2018 con respecto al promedio, el mínimo, el máximo y los percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se incumple cualquier norma de calidad del aire.

 $[\]mbox{\ensuremath{\square}}$ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

^{✓=} Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 194 y en la Tabla 80. En general, se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018 se contó con infraestructura para la medición de este contaminante en las 11 estaciones de monitoreo distribuidos en 8 municipios de la entidad. Sin embargo, sólo se generó información suficiente para evaluar el cumplimiento de norma en 3 estaciones, 2 que se ubican en el municipio Centro (ITVH y UJAT-DACBIOL) y 1 más que se localiza en Macuspana (ITSM). En las tres estaciones se superó el límite normado de 24 horas, con registros de 154 μg/m³, 79 μg/m³ y 89 μg/m³, respectivamente. El valor límite normado es de 75 μg/m³. Los municipios donde no fue posible la evaluación de cumplimiento de esta NOM son: Balancán, Huimanguillo, Centla, Paraíso, Comalcalco y Cunduacán.
- Ozono. En 2018, de las dos estaciones con capacidad de medir ozono, ubicadas en el municipio Centro (ITVH y SE), solo se midió en la estación ITVH; sin embargo, los datos no fueron suficientes para evaluar el cumplimiento de la norma.
- CO, NO₂ y SO₂. Las estaciones ITVH y SE, localizadas en el municipio Centro, cuentan con la infraestructura para medir estos tres contaminantes, no obstante, el CO y el SO₂ solo se midió en la estación ITVH, donde se cumplió con las normas respectivas. El equipo de medición de NO₂ se reportó fuera de operación.

Figura 194. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Tabasco, en el año 2018.

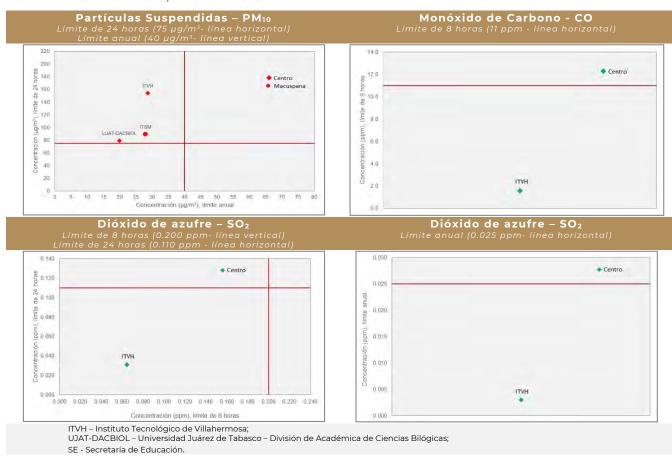


Tabla 80. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Tabasco (2018).

| Contaminante | Límite | normado | | C | Centro | | Balancán | Huimanguillo | Centla | Paraíso | Macuspana | Comalcalco | Cunduacán |
|---------------------------------------|---------|----------------------------|-------|----|--------|------------------|----------|--------------|--------|---------|-----------|------------|-----------|
| Contariniante | Littice | Tiomidae | IT∨H | SE | UPC | UJAT- DACBIOL | ITSR | ITSLV | ITSCe | UPGM | ITSM | ITSCO | UJAT-DAIA |
| ⁽¹⁾ PM 10 | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | 154 | DI | DI | 79 | DI | DI | DI | DI | 89 | DI | DI |
| WPIVII0 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | 29 | DI | DI | 20 | DI | DI | DI | DI | 28 | DI | DI |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m3 | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| F 1412.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m3 | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ⁽²⁾ O 3 | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | DI | FO | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | DI | FO | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| (3) CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 2 | FO | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | FO | FO | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.065 | FO | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.031 | FO | ¤ | ¤ | ¤ | α | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.003 | FO | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽a) NOM-021-SSA1-2914 (DOF, 2014) (b) NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993); (d) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994); (s) NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes

FO = Fuera de operación

m = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante

⁼ Cumple con el límite normado;

⁼ No cumple con el límite normado.

[•] El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

[•] Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

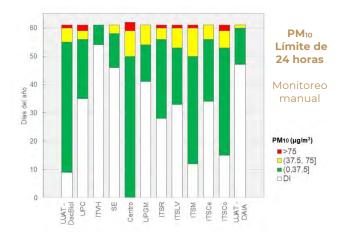
Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 195 se puede observar que:

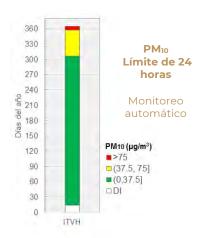
- PM₁₀. La mala calidad del aire por PM₁₀ no sólo estuvo presente en Centro (UJAT-DACBIOL y UPC) y Macuspana (ITSM), donde como ya se mencionó con anterioridad se registró incumplimiento de la NOM de este contaminante, sino también en Balancán (ITSR), Huimanguillo (ITSLV) y Comalcalco (ITSC), aunque en estos últimos tres municipios no se pudo establecer incumplimiento de norma por insuficiencia de datos. A nivel de municipio, Centro fue el que presentó la mayor cantidad de días con concentraciones por arriba del límite normado con un total de 3 según el monitoreo manual y 7 de acuerdo con el monitoreo automático.
- Ozono. En cuanto al ozono, en la única estación que lo midió (ITVH) en el municipio Centro, hubo 325 días con información insuficiente para generar el indicador, 34 días con calidad del aire buena y 6 días con calidad del aire regular. Esto es, la escasa información disponible indica que no hubo mala calidad del aire que estuviera motivada por este contaminante.
- CO, NO₂ y SO₂. Con respecto a monóxido de carbono y dióxido de azufre, solo se midieron en la estación ITVH, en el municipio Centro, y se observa que, en todos los días con información suficiente para generar el indicador respectivo, se determinó buena calidad del aire por ambos contaminantes. El equipo de medición de dióxido de nitrógeno se reportó fuera de operación.

La Tabla 81 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre a nivel de municipio.

En ella se aprecia que solo para las PM_{10} fue posible determinar una condición de mala calidad del aire, al rebasarse el límite de 24 horas en los municipios del Centro, Balancán, Huimanguillo, Macuspana y Comalcalco, aunque es oportuno recordar que sólo se pudo establecer incumplimiento de la NOM correspondiente en Centro y Macuspana.

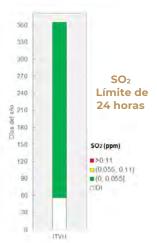
Figura 195. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Tabasco, en el año 2018.











ITVH – Instituto Tecnológico de Villahermosa, Centro SE - Secretaría de Educación, Centro UPC – Universidad Politécnica del Centro, Centro UJAT-DACBIOL – Universidad Juárez de Tabasco – División de Académica de Ciencias Bilógicas, Centro. ITSR - Tecnológico superior de los Ríos, Balancán. ITSLV – Instituto Tecnológico Superior de la Venta, Huimanguillo ITSCe – Instituto Tecnológico Superior de Centla, Centla UPGM – Universidad Politécnica del Golfo de México, Paraíso ITSM – Instituto Tecnológico Superior de Macuspana, Macuspana ITSCO – Instituto Tecnológico superior de Comalcalco, Comalcalco UJAT-DAIA – División Académica de Ingeniería y Arquitectura, Cunduacán

Tabla 81. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en Tabasco en el año 2018.

| | | PM ₁₀ ** | | | ⊃M _{2.5} * | | | O ₃ * | |
|--------------|--|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm |
| Centro | 351 | 7 | 2% | ¤ | ¤ | ¤ | D | D | DI |
| Balancán | 33 | 1 | 3% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Huimanguillo | 28 | 1 | 4% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Centla | 27 | 0 | 0% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Paraíso | 20 | 0 | 0% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Macuspana | 49 | 1 | 2% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Comalcalco | 46 | 2 | 4% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Cunduacán | 14 | 0 | 0% | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

^{*} Estimado con datos provenientes de monitoreo automático.

| | | CO* | | | NO ₂ * | | | SO ₂ * | |
|--------------|--|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm |
| Centro | 348 | 0 | 0% | FO | FO | FO | 309 | 0 | 0% |
| Balancán | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Huimanguillo | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Centla | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Paraíso | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Macuspana | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Comalcalco | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |
| Cunduacán | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ |

^{**} Estimado con datos provenientes de monitoreo manual, excepto Centro.

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Debido a que el sistema de monitoreo de Tabasco no ha generado información de forma constante, no es posible analizar tendencias de los datos diarios, por lo que en las Figuras 196 a 198 solo se muestra el mínimo, el máximo, el promedio, la mediana y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, para los años con información disponible.

PM₁₀. Para el caso de las partículas PM₁₀, en el municipio Centro (ITVH), se observa que de 2017 a 2018, el promedio, la mediana y el percentil 90 disminuyeron, mientras que el valor máximo aumentó de 128 μg/m³ a 154 μg/m³. Para el año 2015 la información no fue suficiente y para el 2016 se invalidó la información generada por problemas en el equipo de medición. Para Macuspana y Comalcalco, sólo se cuenta con información para el año 2018 (información generada con los equipos manuales), y esta muestra que, la concentración máxima de

DI = Datos insuficientes.

FO = Fuera de operación.

 $[\]upmu$ = No cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Comalcalco fue tan alta como la registrada en Centro, en tanto que el promedio y el percentil 90 fueron ligeramente más altos que en este último municipio. Macuspana muestra las concentraciones más bajas para todos los indicadores (Figura 196).

- CO. Para el CO, solo se tienen datos para el año 2018, donde el percentil 90 es de 1.15 ppm y el máximo de 1.59 ppm (Figura 197).
- SO₂. Con respecto al SO₂, el percentil 90 es de 0.005 ppm y el máximo es de 0.031 ppm (Figura 198).
- Ozono. En cuanto al ozono no hubo suficiencia de información para construir el gráfico.

Figura 196. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM₁₀, en Tabasco en el periodo 2015 - 2018.

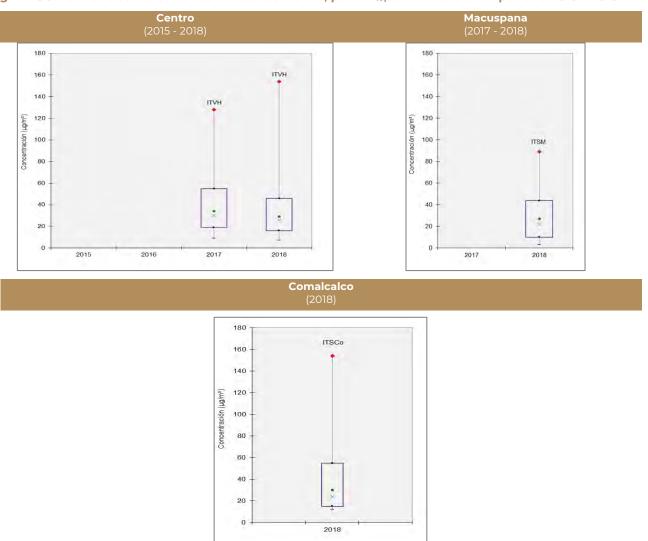


Figura 197. Concentraciones diarias, por CO, en Tabasco en 2018.

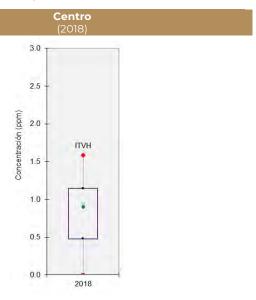
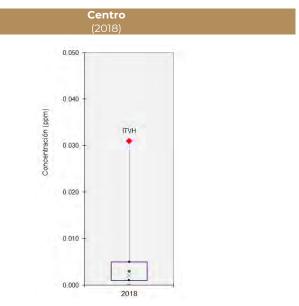


Figura 198. Concentraciones diarias, por SO₂, en Tabasco en 2018.

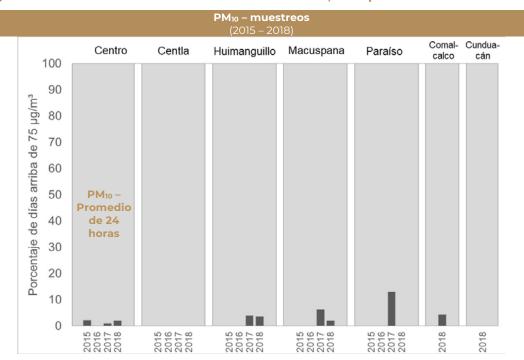


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 199 presenta el porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante para el año 2018.

- PM₁₀. Para el caso de las PM₁₀, en el municipio Centro se observa que en 2015 se registraron 5 días con concentraciones superiores al límite normado, mientras que en 2017 solo hubo 3, y para 2018 aumentó a 7. Estas cifras corresponden al 2%, 1% y 2% de los días con datos válidos de cada año. En Centla y Cunduacán, no se han registrado concentraciones superiores al límite normado vigente en el periodo analizado, en tanto que en Huimanguillo y Macuspana ello ocurrió en 1 día tanto en 2017 como en 2018; en Paraíso en 3 días de 2017 y en Comalcalco en 2 días de 2018.
- Ozono, CO y SO_2 . Con respecto al O_3 , al CO y el SO_2 no se incluyeron las gráficas correspondientes debido a que no se han registrado días con concentraciones superiores a los límites vigentes.

Figura 199. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2015 – 2018.





RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 TLAXCALA



En 2018, sólo se dispuso de información sobre partículas suspendidas para la ciudad de Tlaxcala; sin embargo, esta no fue suficiente para poder llevar a cabo la evaluación de cumplimiento de la NOM correspondiente. En cualquier caso, la escasa información generada a lo largo del año no revela la ocurrencia de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas para estos contaminantes.

En la ciudad de Tlaxcala se registró incumplimiento de la NOM de ozono, como consecuencia de haber superado los límites normados de 1 y 8 horas, con concentraciones que son equivalentes a 1.7 y 1.2 veces el límite normado respectivo.

Con respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de
azufre, predominaron los días con buena calidad del aire y no se registró ni un día en el
que se superaran los límites normados correspondientes.





A DESTACAR...

En general, las condiciones de calidad del aire que se presentaron en la ciudad durante el año 2018, fueron mejores a las presentadas en 2017, y sólo se incumplió con la norma de calidad del aire de ozono.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Tlaxcala, a cargo de la Coordinación General de Ecología del Gobierno del Estado,** estuvo integrado por tres estaciones de monitoreo automáticas ubicadas en los municipios de Apizaco, Cuapiaxtla y Tlaxcala.

La Figura 200 muestra la ubicación geográfica de cada estación de monitoreo y la Tabla 82 los contaminantes que se pueden medir en las mismas y el año en que cada una de ellas inició su operación.

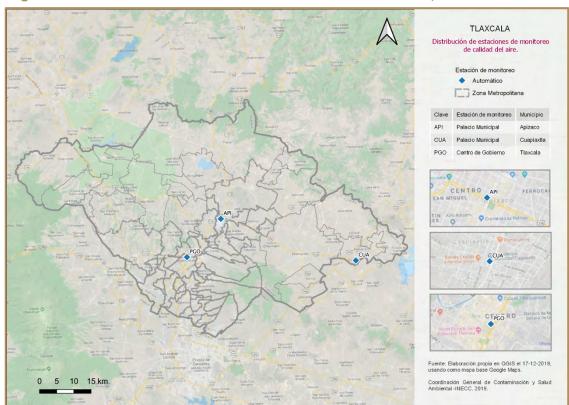


Figura 200. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Tlaxcala, 2018.

Tabla 82. Estaciones que conformaron el SMCA de Tlaxcala en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | Tipo de equipo y año | Contaminantes medidos | | | | | | |
|--|-------|------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|--|
| Estación | Clave | de inicio de operación | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | СО | |
| Palacio Municipal (Apizaco) | API | Automático (2017) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | |
| Palacio Municipal (Cuapiaxtla) | CUA | Automático (2017) | ¤ | √ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | |
| Palacio de Gobierno (Tlaxcala) | PGO | Automático (2016) | √ | √ | ✓ | √ | ✓ | √ | |

^{✓ =} Cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Coordinación General de Ecología del Gobierno del Estado.

x = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante;

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en la ciudad de Tlaxcala para el año 2018, tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 2017 a 2018 con respecto al promedio, el mínimo, el máximo y los percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

Es importante destacar que, el INECC no recibió respuesta a la solicitud de información validada del año 2018 por parte de los responsables de este SMCA, por lo que la información aquí publicada se obtuvo directamente de la base de datos de SINAICA que es alimentada por el SMCA de Tlaxcala. El proceso de validación de tal información se hizo en el INECC y con ella se generaron todos los indicadores que se presentan en este capítulo. Por esta razón, es probable que los indicadores que en su momento pudiera publicar este SMCA difieran de lo que aquí se muestra.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación para el año 2018 se presentan en la Figura 201 y en la Tabla 83, en las cuales se puede apreciar que:

- PM₁₀ y PM₂₅. Sólo se obtuvo información sobre partículas suspendidas PM₁₀ y PM₂₅, para la ciudad de Tlaxcala; sin embargo, esta no fue suficiente para poder llevar a cabo la evaluación de cumplimiento con los principios de suficiencia de información que establece la propia normatividad. Por ello, no se incluyen los gráficos correspondientes.
- Ozono. La información disponible sobre este contaminante indica que en la ciudad de Tlaxcala se registró incumplimiento de la NOM correspondiente, como consecuencia de haber superado los límites normados de 1 y 8 horas, con concentraciones de 0.164 ppm y 0.086 ppm, respectivamente. Estas concentraciones son equivalentes a 1.7 y 1.2 veces el límite normado respectivo (0.095 ppm y 0.070 ppm).
- CO, NO₂ y SO₂. Las concentraciones registradas a lo largo del año respecto a monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre, en 2018 en la ciudad de Tlaxcala muestran que se mantuvieron muy por debajo de sus respectivos límites normados.

Figura 201. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en la ciudad de Tlaxcala, en el año 2018.

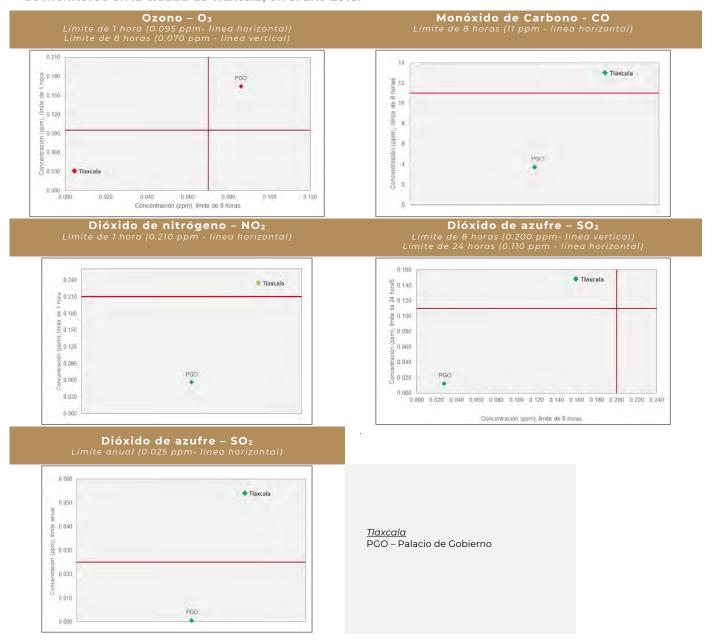


Tabla 83. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Tlaxcala (2018).

| Contaminante | NOM | Límite normado | Apizaco API | Cuapiaxtla CUA | Tlaxcala PGO |
|--------------------------------------|-------|-------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | ¤ | ¤ | DI |
| ™ PM₁0 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | ¤ | ¤ | DI |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | FO | FO | DI |
| ₩ PIMI2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | FO | FO | DI |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1h | Máximo ≤ 0.095 ppm | ¤ | ¤ | 0.164 |
| | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | ¤ | ¤ | 0.086 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | ¤ | ¤ | 4 |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | ¤ | ¤ | 0.056 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | ¤ | ¤ | 0.027 |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | ¤ | ¤ | 0.012 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | Ω DI = Dates insuficient | ¤ | 0.0004 |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En este contexto, en la Figura 202, se puede observar lo siguiente:

■ PM_{10} . La información disponible sobre partículas PM_{10} muestra que, en 2018, en la ciudad de Tlaxcala se registraron 192 días en los que no fue posible generar el indicador, 96 días con buena calidad del aire y 77 días con calidad del aire regular. No se tuvo registro de días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes;

IND = Información No Disponible en el INECC;

⁼ Cumple con el límite normado;

⁼ No cumple con el límite normado.

[•] El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.

[•] Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

- PM₂₅. En el caso de las partículas suspendidas PM₂₅, se registraron 87 días con buena calidad del aire, en tanto que en los 278 días restantes no fue posible generar el indicador por insuficiencia de datos.
- Ozono. En cuanto al ozono, sólo se registraron dos días con mala calidad del aire; 207 días con calidad del aire regular y 74 con calidad del aire buena.
- CO, NO₂ y SO₂. Para el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se observa que, en todos los días donde fue posible generar el indicador, se determinó una condición de buena calidad del aire.

La Tabla 84 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y dióxido de azufre. En ella, se aprecia que de acuerdo con la información disponible el único contaminante que genera condiciones de mala calidad del aire en la ciudad de Tlaxcala es el ozono.

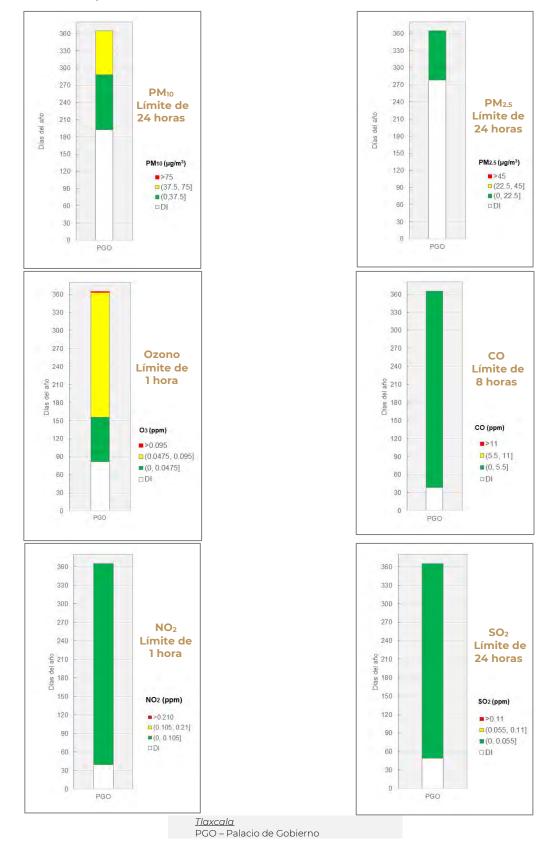
Tabla 84. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O_3 y NO_2 , de 8 horas de CO y de 24 horas de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 en Tlaxcala en el año 2018.

| | | PM ₁₀ | | | PM _{2.5} | | O ₃ | | | |
|------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 μg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm | |
| Apizaco | ¤ | ¤ | ¤ | FO | FO | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| Cuapiaxtla | ¤ | ¤ | ¤ | FO | FO | FO | ¤ | ¤ | ¤ | |
| Tlaxcala | 173 | 0 | 0% | 87 | 0 | 0% | 283 | 2 | 1% | |

| | | СО | | | NO ₂ | | | SO ₂ | | | |
|------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|--|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm | | |
| Apizaco | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | | |
| Cuapiaxtla | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | ¤ | | |
| Tlaxcala | 327 | 0 | 0% | 326 | 0 | 0% | 316 | 0 | 0% | | |

FO = Fuera de operación.

Figura 202. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en la ciudad de Tlaxcala, en el año 2018.

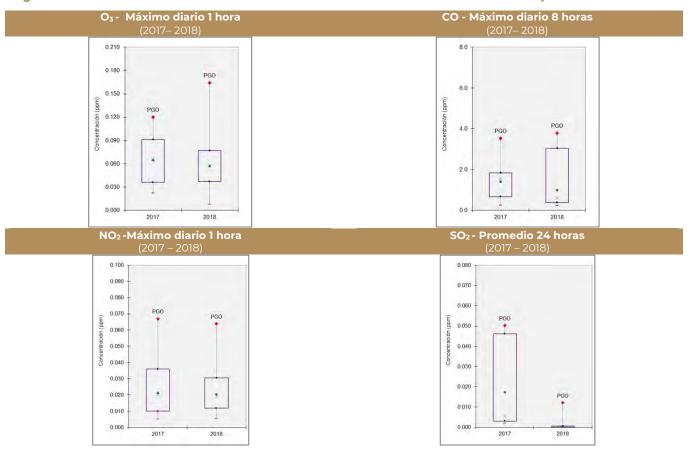


C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 203 muestra la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, en el periodo 2017 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, aunque no es posible establecer tendencias históricas debido a que sólo se cuenta con información de dos años, es posible destacar lo siguiente:

- Ozono. La concentración mínima, promedio y los percentiles 10 y 90 de ozono disminuyeron en 2018 respecto de lo observado en 2017, a pesar de que la concentración máxima registró un incremento importante.
- CO. Con respecto al CO en 2018 se registró un incremento notable en el percentil 90, en tanto que el promedio y el percentil 10 bajaron. El mínimo y máximo se mantuvieron prácticamente sin cambio. Todo esto, respecto al año inmediato anterior.
- NO₂ En el caso del dióxido de nitrógeno, en 2018, el promedio, el percentil 90 y el máximo disminuyeron respecto de lo observado en 2017, en tanto que percentil 10 se incrementó ligeramente.
- SO₂. Con respecto al SO₂ se observa que una reducción significativa en todos los indicadores.
- PM₁₀ y PM₂₅. Finalmente, es importante decir que no se incluyen los gráficos correspondientes a partículas PM₁₀ y PM₂₅, debido a que no se contó con al menos el 75% de datos diarios para generar los indicadores respectivos.

Figura 203. Tendencias de las concentraciones diarias en la ciudad de Tlaxcala en el periodo 2017 - 2018.

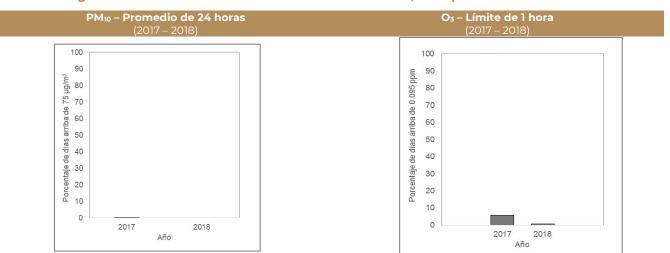


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 204 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante en la ciudad de Tlaxcala. En dicha figura se observa lo siguiente:

- PM₁₀. El límite normado de 24 horas de PM₁₀ se rebasó en una ocasión en 2017, en tanto que en 2018 no se contó con información suficiente para generar el indicador; sin embargo, los datos disponibles para este año no revelan la ocurrencia de días en esta condición.
- Ozono. En el caso del ozono, se puede apreciar una reducción significativa en el número de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora en 2018 respecto a 2017, así mientras en 2017 se registraron 17 eventos (6% del total de días del año con datos válidos), en 2018 se registraron únicamente 2 (0.7% de los días del año con datos válidos).
- PM₂₅, CO, SO₂ y NO₂. Respecto a las PM_{2.5}, CO, SO₂ y NO₂ en ninguno de los dos años, la información disponible revela el registro de días con concentraciones superiores a los límites normados correspondientes. Por esta razón no se incluyen las gráficas respectivas.

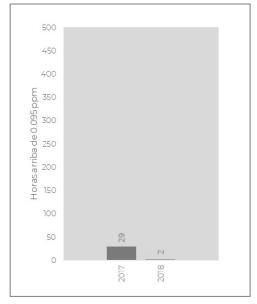
Figura 204. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2017 – 2018.



E) NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través de tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora. La Figura 205 muestra que mientras en 2017 se registraron 29 horas con concentraciones superiores al límite normado, en 2018 esta situación sólo ocurrió en 2 horas.

Figura 205. Tendencia del número de horas, por año, con concentraciones superiores a 0.095 ppm de ozono en el periodo 2017 – 2018.



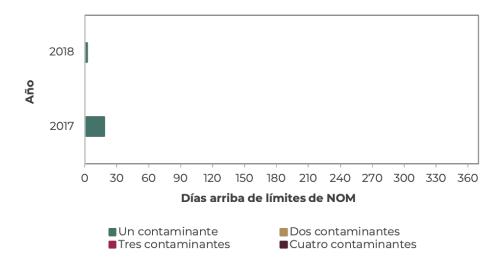
F) NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

Finalmente, la Tabla 85 y la Figura 206 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. Es claro que las condiciones de calidad del aire del año 2018 fueron notablemente mejores a las de 2017.

Tabla 85. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Tlaxcala, 2017 – 2018.

| Ciudad | Año | No. de días con datos | No. de días > NOM | Número de días con concentraciones por arriba de los límites actuales de cualquier contaminante | | | | |
|----------|------|--------------------------------|-------------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--|
| | | | | l contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes | |
| Tlaxcala | 2017 | 301 | 18 | 18 | 0 | 0 | 0 | |
| | 2018 | 327 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | |

Figura 206. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Tlaxcala (2017 – 2018).





CALIDAD DEL AIRE DE VERACRUZ

RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 VERACRUZ

2018 evaluación la de cumplimiento de la norma de salud ambiental para este contaminante sólo se pudo realizar en la ciudad de Xalapa y el resultado fue desfavorable, ya que se rebasó el límite de 24 horas con una concentración 60% superior a dicho límite. Es importante señalar que en la ciudad de Poza Rica también se registraron días con concentraciones superiores al límite normado; sin embargo, ello no se reflejó en incumplimiento de norma debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos. En cualquier caso, hay indicios de mala calidad del aire por este contaminante que indican un riesgo potencial a la salud de la población en esta ciudad.

2.5 La norma de este contaminante se incumplió en las tres ciudades. La concentración más alta, como promedio de 24 horas, se registró en Minatitlán, con un valor 10% superior al límite normado. Es importante destacar que sólo se registró incumplimiento de esta norma un solo día en esta ciudad. El promedio anual más alto, por su parte, se presentó en Xalapa con una concentración 50% superior al límite correspondiente, a pesar de no haber registrado días con concentraciones superiores al límite normado de 24 horas.

Con respecto a este contaminante destaca el incumplimiento de la norma correspondiente en las ciudades de Minatitlán y Xalapa. En la primera de estas ciudades se rebasaron los dos límites normados, en tanto que en Xalapa se rebasó sólo el promedio de 8 horas.

Los límites normados de monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre se cumplieron en las tres ciudades.





A DESTACAR...

El contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Xalapa y Poza Rica son las PM₁₀, en tanto que, en Minatitlán, el contaminante de mayor preocupación es el ozono.

En 2018 el número de días en que se incumple al menos una norma de calidad del aire, a nivel de ciudad, fue de 3 en Minatitlán, 10 en Xalapa y 6 en Poza Rica.

INFORMACIÓN GENERAL

El sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Veracruz, a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado,** estuvo integrado en el año 2018 por 3 estaciones de monitoreo automático, localizadas en los municipios de Minatitlán (TEC), Xalapa (STP) y Poza Rica (PR-03).

La Tabla 86 muestra las estaciones de monitoreo que conforman este SMCA, así como la capacidad de medición de contaminantes en cada estación y el año en que cada una de ellas inició su operación. Cabe aclarar que la clave de la estación Universidad Veracruzana localizada en el municipio de Poza Rica, que en el Informe 2016 se reportó con las siglas POZ, en este nuevo informe se reporta como PR-03 en consistencia con las siglas asignadas por los responsables del SMCA y las empleadas en el Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA). De igual manera, la clave de la estación localizada en el municipio de Xalapa se reporta en este Informe como STP, mientras que en el Informe 2016 se reportó como STPS.

La Figura 207 muestra la ubicación geográfica de cada una de las estaciones de monitoreo listadas en la tabla antes referida.

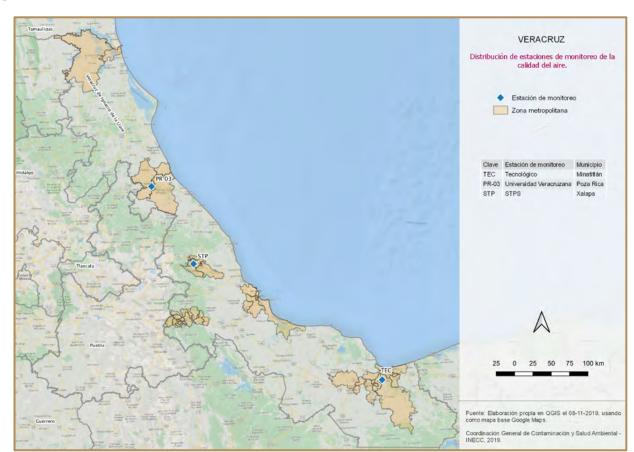


Figura 207. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Veracruz, 2018.

Tabla 86. Estaciones que conformaron el SMCA de Veracruz en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | Clave | Tipo de equipo y año de inicio de operación | Contaminantes medidos | | | | | |
|--|-------|---|-----------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| Estación | | | РМю | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | 0 |
| Tecnológico (Minatitlán) | TEC | Automático (2013) | √ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | √ |
| STPS (Xalapa) | STP | Automático (2013) | √ | √ | ✓ | ✓ | ✓ | √ |
| Universidad Veracruzana (Poza Rica) | PR-03 | Automático (2015) | √ | √ | √ | ✓ | √ | √ |

✓ = Cuenta con equipo de monitoreo este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire en las ciudades de Xalapa, Minatitlán y Poza Rica en Veracruz para el año 2018, tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo. Asimismo, se incluye una descripción, a nivel de ciudad, sobre las tendencias del año 2014 a 2018 con respecto al promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se rebasa cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación para el año 2018 se presentan en la Figura 208 y en la Tabla 87, en las cuales se puede apreciar que:

- PM₁₀. En 2018 se midió este contaminante en las ciudades de Xalapa, Minatitlán y Poza Rica; sin embargo, sólo fue posible la evaluación de cumplimiento de NOM en Xalapa, ya que tanto en Minatitlán como en Poza Rica no se tuvo la suficiencia de información para realizar la evaluación correspondiente. El resultado de la evaluación hecha en la ciudad de Xalapa indica incumplimiento de la NOM de este contaminante, ya que se superó el límite correspondiente de 24 horas con una concentración máxima de 122 μg/m³, la cual es 60% superior al límite normado (75 μg/m³).
- PM₂₅. La NOM de este contaminante se incumplió en las tres ciudades como consecuencia de haber superado los dos límites normados (24 horas y anual) en Minatitlán y el límite anual en Xalapa y Poza Rica. La concentración más alta de 24 horas se registró en Minatitlán, con un valor de 50 μg/m³, que corresponde a 1.1 veces el valor normado (45 μg/m³), en tanto que el promedio anual más alto fue de 18 μg/m³ que equivale a 1.5 veces el valor normado (12 μg/m³) y se registró en Xalapa.
- Ozono. La norma de ozono se cumplió en Poza Rica y se incumplió en Minatitlán y en Xalapa. En Minatitlán se rebasaron los límites normados de 1 y 8 horas, mientras que en Xalapa sólo se superó el límite de 8 horas. La concentración más alta de ozono para el límite de 1 hora fue de

0.111 ppm registrado en Minatitlán y para el límite de 8 horas de 0.079 ppm en Xalapa. Dichos valores son equivalentes a 1.2 y 1.1 veces el límite normado correspondiente.

CO, NO₂ y SO₂. Estos contaminantes se midieron en las 3 ciudades y en ninguna de las estaciones donde fue posible realizar la evaluación de cumplimiento se rebasaron los límites normados respectivos. Es importante destacar que sólo en Minatitlán no fue posible realizar la evaluación de cumplimiento, por insuficiencia de datos para el promedio de 1 hora para el NO₂ y el promedio de 24 horas para el SO₂.

Tabla 87. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire por estación de monitoreo en Veracruz (2018).

| Contaminante | NOM | Límite normado | Minatitlán TEC | Xalapa STP | Poza Rica PR-03 |
|--------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------|---------------|--------------------|
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | DI | 122 | DI |
| ·· PIVII0 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | DI | 38 | DI |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | 50 | 42 | 37 |
| ₩ FWI2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | 17 | 18 | 13 |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1 h | Máximo ≤ 0.095 ppm | 0.111 | 0.089 | 0.085 |
| .⇒0₃ | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | 0.077 | 0.079 | 0.066 |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | 2 | 3 | 2 |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1 h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | DI | 0.084 | 0.048 |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.102 | 0.027 | 0.064 |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | DI | 0.010 | 0.025 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.007 | 0.003 | 0.007 |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

- El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de acuerdo con el contaminante y límite normado.
- Las NOM de partículas, ozono y dióxido de azufre se cumplen en un sitio sólo cuando en este se cumplen todos los límites normados.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993);

⁽⁴⁾ NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

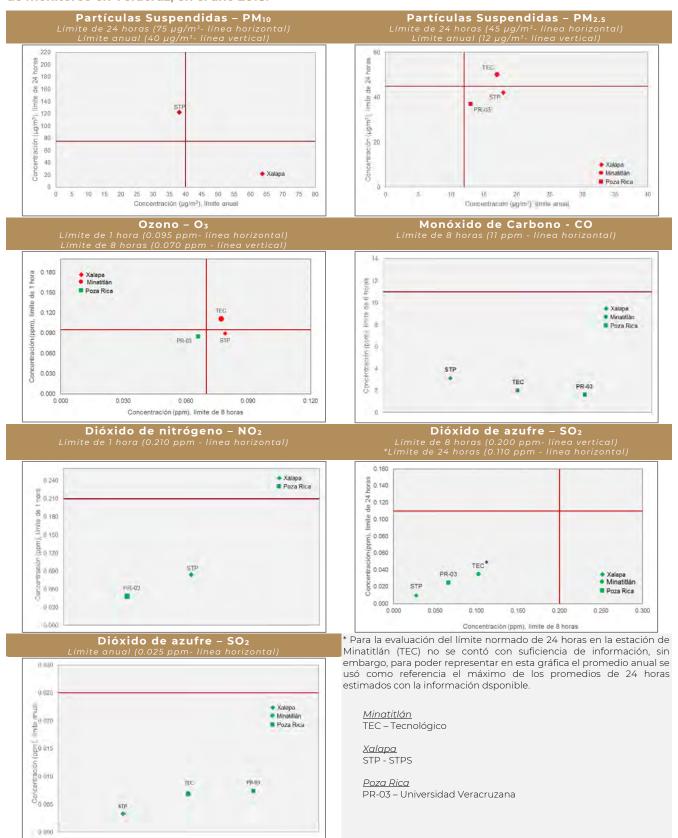
⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

DI = Datos insuficientes;

⁼ Cumple con el límite normado;

⁼ No cumple con el límite normado.

Figura 208. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Veracruz, en el año 2018.

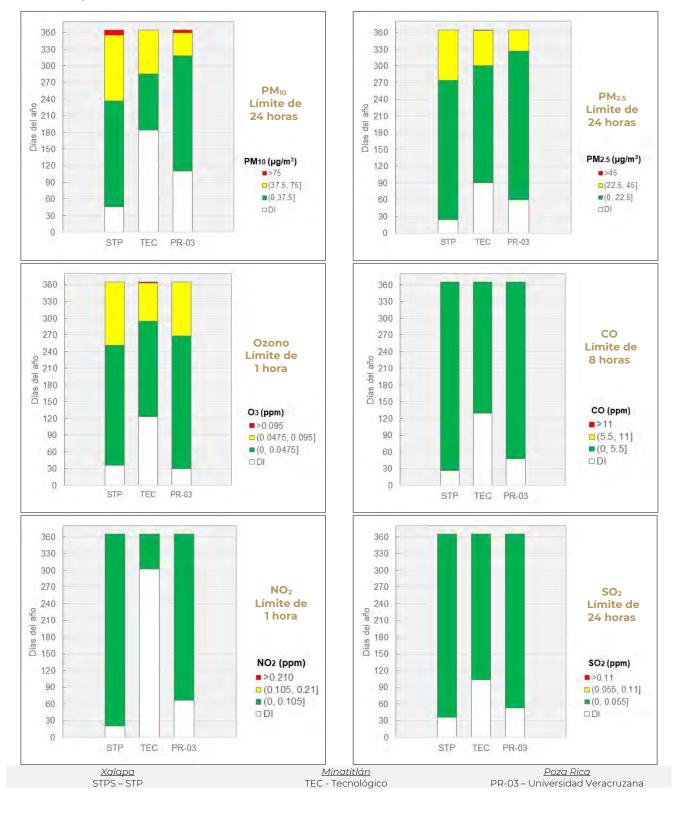


B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de calidad del aire en cada estación de monitoreo en el año 2018 mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación. En la Figura 209, se puede observar lo siguiente:

- PM₁₀. Días con mala calidad del aire por PM₁₀ se registraron durante el año 2018 en Xalapa (STP) y Poza Rica (PR-03), con 10 y 6 días, respectivamente. Es importante destacar que en el caso de Poza Rica esta situación no se reflejó en incumplimiento de NOM debido a que no se cumplió con el criterio de suficiencia de datos. Esto, sin embargo, es un indicador de riesgo potencial a la salud de la población. La ciudad de Minatitlán (TEC), tampoco cumplió con el criterio de suficiencia de datos, pero la información disponible no reveló problemas de calidad del aire por este contaminante.
- PM₂₅. Con respecto a las partículas suspendidas PM₂₅, en Minatitlán (TEC) se presentó un día con mala calidad del aire, en tanto que en Xalapa (STP) y Poza Rica (PR-03) ello no ocurrió. A pesar de esto, como ya se señaló antes, se registró incumplimiento de NOM en estos sitios al rebasarse, en ambos casos, el límite normado como promedio anual. Otro aspecto para destacar es el porcentaje de días con información insuficiente para generar este indicador por ciudad en 2018 el cual fue de 25% para Minatitlán, 16% para Poza Rica y 7% para Xalapa, mientras que en 2017 el porcentaje de insuficiencia de datos para este mismo indicador fue de 55%, 71% y 51%, respectivamente, lo que revela una mejora operativa notable de este SMCA, con respecto a la medición de este contaminante.
- Ozono. En cuanto al número de días con mala calidad del aire por ozono, sólo en Minatitlán se registraron 2 días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora durante el año 2018. Es importante destacar que, si bien en la ciudad de Xalapa no se presentaron días con concentraciones de ozono superiores al límite de 1 hora, si se rebasó el límite de 8 horas por lo que se registró incumplimiento de NOM.
- CO, NO₂ y SO₂. Para el monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂) se observa que existe una importante cantidad de días con información insuficiente para generar este indicador, especialmente en Minatitlán (TEC). La información disponible indica que no se registraron días con mala calidad del aire y que en general, predominaron los días con buena calidad del aire (verde).

Figura 209. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, por estación de monitoreo en Veracruz, en el año 2018.



La Tabla 88 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}) y dióxido de azufre a nivel de ciudad. En ella, se aprecia que el contaminante que con mayor frecuencia determina una condición de mala calidad del aire en Minatitlán es el ozono, en tanto que en Xalapa y Poza Rica son las partículas suspendidas PM₁₀.

Tabla 88. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, de 8 horas de CO y de 24 horas de PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ en Veracruz en el año 2018.

| | | PM ₁₀ | | | PM _{2.5} | | O ₃ | | | | |
|------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|--|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 75 µg/m³ | % días > 75 µg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 45 µg/m³ | % días > 45 μg/m³ | No. días con datos válidos | No. días > 0.095 ppm | % días > 0.095 ppm | | |
| Minatitlán | 181 | 0 | 0% | 275 | 1 | 0.4% | 242 | 2 | 1% | | |
| Xalapa | 319 | 10 | 3% | 341 | 0 | 0% | 329 | 0 | 0% | | |
| Poza Rica | 255 | 6 | 2 % | 305 | 0 | 0% | 336 | 0 | 0% | | |

| | | СО | | | NO ₂ | | SO ₂ | | | | |
|------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|--|
| Ciudad | No. días con datos válidos | No. días > 11 ppm | % días > 11 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.210 ppm | % días > 0.210 ppm | No. días con datos válidos | No. días > 0.110 ppm | % días > 0.110 ppm | | |
| Minatitlán | 235 | 0 | 0% | 63 | 0 | 0% | 262 | 0 | 0% | | |
| Xalapa | 339 | 0 | 0% | 345 | 0 | 0% | 329 | 0 | 0% | | |
| Poza Rica | 318 | 0 | 0% | 299 | 0 | 0% | 312 | 0 | 0% | | |

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

Las Figuras 210 a la 215 muestran la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante, en el periodo 2014 a 2018, de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, aunque no es posible establecer tendencias históricas debido a la intermitencia con la que se ha generado información suficiente para los diferentes contaminantes a través del tiempo, es posible destacar lo siguiente:

- PM₁₀. En el caso de las PM₁₀, en Minatitlán se puede observar un decremento en la concentración máxima del año 2015 al 2016, en tanto que el promedio y el percentil 90 muestran una variación poco significativa. En 2017 y 2018 no se tuvo suficiencia de información. En Xalapa, sólo se tiene información para los años 2014 y 2018 y destaca el incremento observado de la concentración máxima en el año 2018 (Figura 210).
- PM₂₅. Con respecto a las PM₂₅ en Minatitlán destaca el año 2016 por la notable diferencia que se observa en cuanto a las concentraciones máxima y percentil 90 respecto de lo observado en los años 2014 y 2018. En Xalapa, por su parte, se cuenta con datos suficientes para los años 2014 y 2018, observándose variaciones poco significativas en todos los indicadores. En Poza Rica (PR-03), únicamente se cuenta con datos para el año 2018 y destaca que todos los indicadores (mínimo, promedio, máximo y percentiles 10 y 90), son más bajos comparativamente con lo observado en Xalapa y Minatitlán (Figura 211).
- Ozono. Para ozono es muy escasa la información disponible en las tres ciudades, sin embargo, se puede destacar que en el caso de Xalapa se observa un ligero decremento de las

concentraciones máxima, promedio y mínima en el 2018 respecto al 2016. Para Minatitlán (TEC) y Poza Rica (PR-03) no es posible establecer un análisis de la tendencia de concentraciones diarias, debido a que únicamente cuentan con información para un sólo año, 2016 y 2018, respectivamente (Figura 212).

- CO. La información histórica de CO para Xalapa y Minatitlán no muestra una tendencia clara en el valor máximo pues de un año a otro se observan cambios tanto al alza como a la baja respecto al año inmediato anterior. Sin embargo, del año 2016 al 2018 se observa un ligero incremento en todos los indicadores incluidos (promedio, máximo, percentiles 10 y 90 y máximo). Xalapa registra la concentración más alta asociada al máximo en 2015, en tanto que Poza Rica (PR-03), únicamente cuenta con información para el año 2018, por lo que no es posible realizar un análisis de tendencia (Figura 213).
- NO₂ En el caso del dióxido de nitrógeno, en Xalapa (STP) se observa un decremento, del año 2016 al 2018, de la concentración máxima, mínima, promedio y los percentiles. Para Poza Rica (PR-03), únicamente se contó con datos suficientes para el 2018, lo que no permite analizar una tendencia histórica de las concentraciones (Figura 214).
- SO₂. Finalmente, con respecto al SO₂ se observa que las concentraciones máximas se registraron en las ciudades de Minatitlán y Poza Rica, en los años 2014 y 2016, respectivamente. En Xalapa, no existe una tendencia clara en cuanto al máximo, percentil 90 y el promedio, debido a que de un año a otro se observan cambios tanto al alza como a la baja respecto al año inmediato anterior. En Poza Rica (PR-O3) se observa una disminución del valor máximo del año 2016 al 2018, mientras que en Minatitlán no se puede realizar un análisis histórico de la tendencia de concentraciones debido a que únicamente se cuenta con información para el año 2014 (Figura 215).

Figura 210. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM₁₀, en Veracruz en el periodo 2014 - 2018.

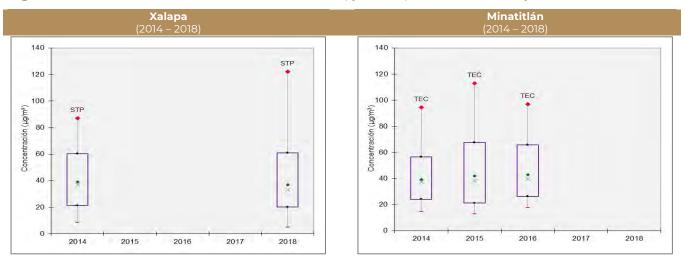
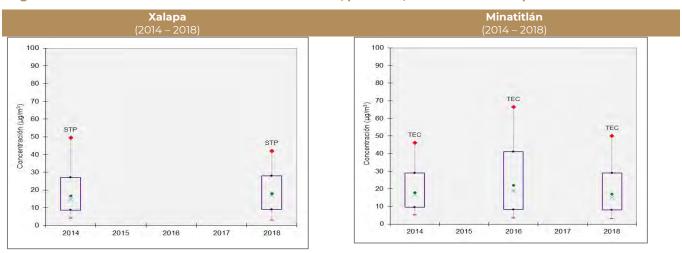


Figura 211. Tendencias de las concentraciones diarias, por PM_{2.5}, en Veracruz en el periodo 2014 – 2018.



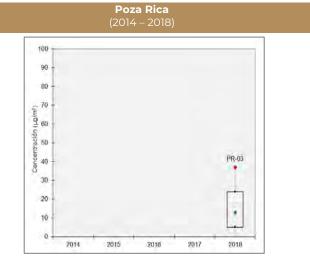
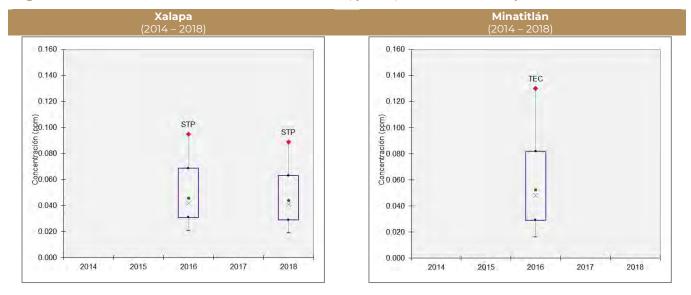


Figura 212. Tendencias de las concentraciones diarias, por O₃, en Veracruz en el periodo 2014 – 2018.





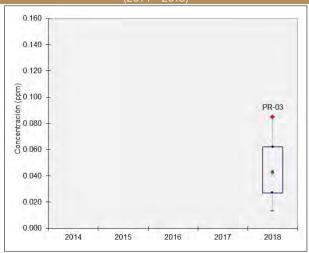
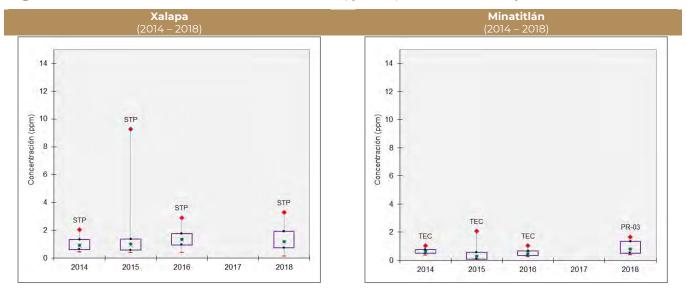


Figura 213. Tendencias de las concentraciones diarias, por CO, en Veracruz en el periodo 2014 – 2018.



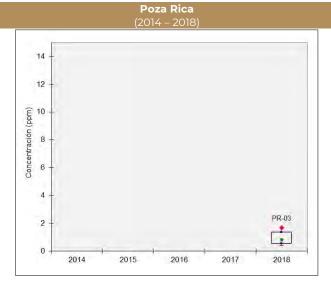


Figura 214. Tendencias de las concentraciones diarias, por NO₂, en Veracruz en el periodo 2014 – 2018.

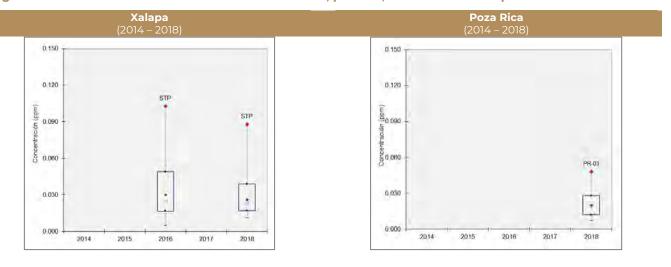
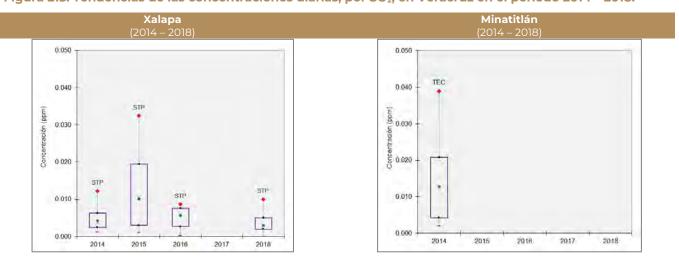
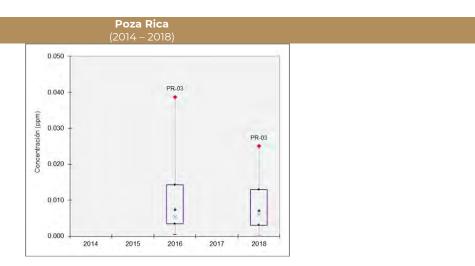


Figura 215. Tendencias de las concentraciones diarias, por SO₂, en Veracruz en el periodo 2014 – 2018.



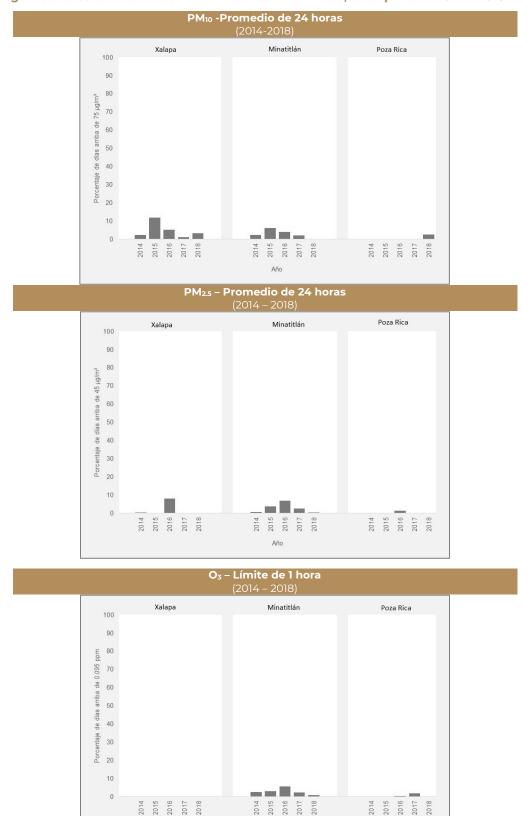


D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

La Figura 216 presenta la evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente para cada contaminante a nivel de ciudad. En dicha figura se observa lo siguiente:

- PM₁₀. Las PM₁0 muestran una tendencia a la baja de 2015 a 2018 en Minatitlán, al pasar del 6% de los días del año con concentraciones superiores al límite normado en 2015 a 0% en 2018. En el caso de Xalapa hay una disminución de 2015 (12%) a 2018 (3%), en tanto que en Poza Rica la tendencia es contraria al pasar de 0% de días en esta condición en 2016 a 2% en 2018.
- PM₂₅. Respecto a las PM₂₅, en Minatitlán se observó una tendencia creciente de 2014 a 2016 y luego decreciente del 2016 al 2018. En este último periodo, se pasó de 7% a 0.4% de los días del año con concentraciones superiores al límite normado. Para el caso de Xalapa se observa en 2016 que el porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado fue de 8%, mientras que en 2017 y 2018 no hubo días en esta condición. En Poza Rica también se registró una tendencia a la baja entre 2016 y 2018.
- Ozono. Para el caso del ozono, la tendencia histórica de días por año en que se rebasa el límite normado de 1 hora muestra que, en Minatitlán, del 2016 al 2018, el porcentaje de días en esta condición pasó del 6% al 1%. En Poza Rica también se registró una reducción en 2018 respecto a lo observado en 2017, pues en 2018 no se registró ni un día con concentraciones superiores al límite normado, mientras que en 2017 en el 2% de los días del año con información suficiente se presentó esta condición. En Xalapa, por su parte, no se han presentado días por arriba de norma para ozono en el periodo 2014-2018.
- CO, NO₂ y SO₂. No se incluyeron las gráficas correspondientes a CO, SO₂ y NO₂, debido a que no se han registrado concentraciones superiores al límite diario vigente para alguno de estos contaminantes en ninguno de los años con información disponible del periodo 2014 2018.

Figura 216. Tendencia del porcentaje de días, por año, con concentraciones superiores a los límites normados vigentes de cada uno de los contaminantes analizados, en el periodo 2014 – 2018.



Año

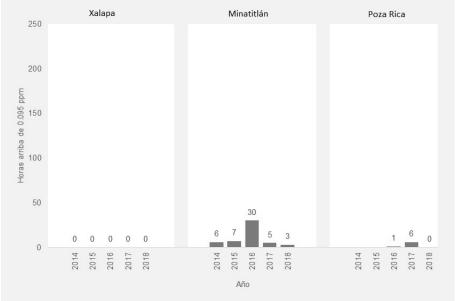
E) NÚMERO DE HORAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE OZONO

Otro indicador útil para visualizar con detalle la evolución de los problemas de calidad del aire por ozono a través de tiempo es el número de horas al año en el que se rebasa el límite normado de una hora.

La Figura 217 muestra que en Minatitlán es donde, históricamente, se ha presentado la mayor cantidad de horas por arriba del límite normado vigente de 1 hora, ya que en 2014 y 2015 se tuvieron 6 y 7 horas fuera de norma, respectivamente, en tanto que en 2016 se alcanzó un máximo histórico de 30 horas arriba de dicho límite; sin embargo, en 2017 se redujo a 5 y en 2018 a 3 horas.

Respecto a Poza Rica, el 2017 ha sido el año con más horas fuera de norma durante el periodo evaluado, ya que se registraron 6 horas por arriba del valor límite normado de ozono. Xalapa, como ya se ha referido con anterioridad no ha presentado ninguna hora por arriba de norma por ozono en el periodo 2014-2018.





F) Número de días por año en que se rebasa el límite normado de cualquier contaminante

Finalmente, la Tabla 89 y la Figura 218 muestran la tendencia histórica del número de días por año en que se incumplió cualquier norma vigente de calidad del aire a nivel de ciudad. En ellas se puede observar que, en Minatitlán, prácticamente se triplicó el número de días fuera de Norma para al menos un contaminante entre 2014 y 2016, al pasar de 11 días en 2014 a 37 en 2016.

En 2018, sin embargo, decreció el número de días fuera de norma a 3. El número de días en los que se rebasó de manera simultánea el límite normado de dos contaminantes alcanzó su máximo en el año 2015 con 8 días y disminuyó a un día en 2017.

En el año 2016 se registró un máximo de 5 días con tres contaminantes que rebasaron los límites normados de manera simultánea, estos fueron PM₁₀, PM₂₅ y Ozono. En 2018 no se registraron días por arriba de la norma con la combinación de 2 o más contaminantes.

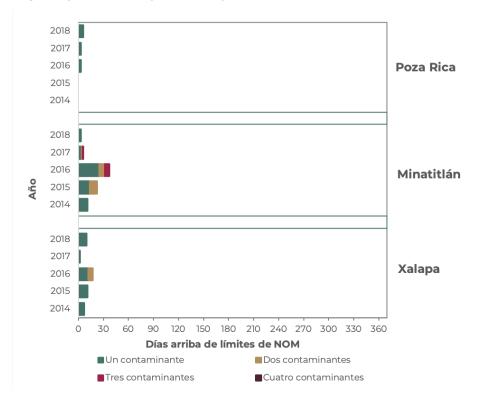
En Xalapa destacan los años 2015 y 2016 con más días en los que se incumple la normatividad vigente de calidad del aire con un total de 11 y 17, respectivamente. En los 11 días de incumplimiento de NOM registrados en 2015 sólo se rebasó el límite de un solo contaminante (PM_{10}), en tanto que, en 2016, 12 de los días fuera de norma fueron por un solo contaminante (PM_{10}) y en 5 días se rebasaron los límites de dos contaminantes (PM_{10} - PM_{25}). Para el 2018, se presentaron 10 días por arriba de la norma, los 10 días fueron por un solo contaminante, las PM_{10} .

Los resultados para Poza Rica revelan que en 2016 se presentaron 3 días fuera de norma 1 por ozono y 2 por $PM_{2.5}$; mientras que en 2017 se registraron 3 días fuera de norma por ozono; y, en 2018, se presentaron 6 días fuera de límites para un solo contaminante, las PM_{10} .

Tabla 89. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en Veracruz, 2014 - 2018.

| Ciudad | ۸۵۵ | No. de días con | No. de días > | | días con concentra actuales de cualqu | | |
|--------------|------|--------------------|------------------|--------------|--|---------------|---------------|
| Ciudad | Año | datos | NOM | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | Gatos | | contaminante | contaminantes | contaminantes | contaminantes |
| c | 2014 | 284 | 11 |]] | 0 | 0 | 0 |
| H <u>á</u> | 2015 | 338 | 22 | 14 | 8 | 0 | 0 |
| atii | 2016 | 346 | 37 | 25 | 7 | 5 | 0 |
| Minatitlán | 2017 | 175 | 6 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 2018 | 299 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | 2014 | 360 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| g | 2015 | 361 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| Xalapa | 2016 | 319 | 17 | 12 | 5 | 0 | 0 |
| X | 2017 | 280 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 2018 | 360 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 6 6 | 2016 | 290 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Poza Rica | 2017 | 232 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| <u> </u> | 2018 | 341 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |

Figura 218. Número de días, por año, en que se rebasó cualquier norma vigente de calidad del aire en Poza Rica, Minatitlán y Xalapa, Veracruz (2014 – 2018).





CALIDAD DEL AIRE DE YUCATÁN

RESUMEN DE LA CALIDAD DEL AIRE 2018 MÉRIDA



En 2018, en la ciudad de Mérida no fue posible realizar la evaluación del cumplimiento de las normas de calidad del aire para partículas $PM_{2.5}$, O_3 , CO y NO_2 , debido a que no se cumplió con los criterios de suficiencia de información.

Resulta conveniente destacar que en los años 2015 y 2016 se incumplió la NOM de Partículas Suspendidas PM_{2.5} al superarse el límite normado como promedio anual. Sin embargo, al no existir datos suficientes para este contaminante en los años 2017 y 2018 se ignora si la situación de incumplimiento prevalece o si la calidad del aire ha mejorado.



Para el dióxido de azufre, se cumplió con los límites de 8 horas, 24 horas y el límite anual.





A DESTACAR...

El indicador de número de días con calidad del aire buena, regular y mala, generado con la escasa información válida reportada para el año 2018, indica que predominaron los días con buena calidad del aire para todos los contaminantes.

La información histórica disponible indica que en el caso de las PM_{2.5}, el O₃ y el CO, el valor de la concentración máxima ha estado incrementándose, aunque sin alcanzar valores que superen el límite diario normado en cada caso.

De lo anterior surge la necesidad de mejorar el desempeño de la estación de monitoreo en la ciudad de Mérida, y en su caso hacer un estudio que permita identificar la necesidad de aumentar el número de estaciones de monitoreo en la entidad.

INFORMACIÓN GENERAL

En el año 2018 el sistema de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) de **Yucatán, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable estuvo conformado por la estación Seduma01 (CEN)** que se localiza en la ciudad de Mérida.

En ella, se realiza monitoreo con equipo automático. La Figura 219 ilustra la ubicación geográfica de la estación y la Tabla 90 muestra la capacidad de medición de contaminantes en la misma, así como el año en que inició operación.

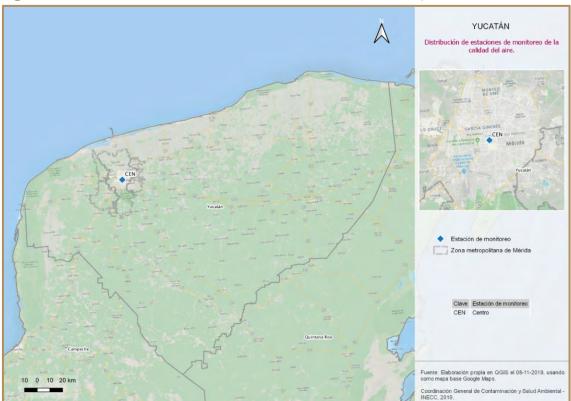


Figura 219. Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de Yucatán, 2018.

Tabla 90. Estaciones que conformaron el SMCA de la ciudad de Mérida en el año 2018 y capacidades de medición de contaminantes.

| | | Tipo de equipo | | Cc | ntamir | antes | | |
|----------|-------|---------------------------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| Estación | Clave | (año de inicio de operación) | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | SO ₂ | NO ₂ | CO |
| Seduma01 | CEN | Automático (2012) | ¤ | √ | √ | √ | √ | ✓ |

 $\ensuremath{\mathtt{m}}$ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

√= Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Yucatán.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Se presenta el diagnóstico de la calidad del aire de la ciudad de Mérida para el año 2018 tomando como base los indicadores desarrollados sobre el cumplimiento de las NOM en la materia y la distribución del número de días con calidad del aire buena, regular y mala.

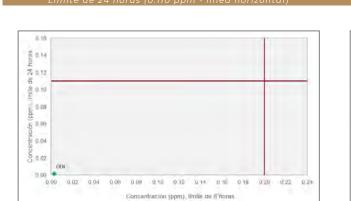
Se incluyen los resultados de estadísticos como promedio, mínimo, máximo y percentiles 10 y 90 de las concentraciones diarias, número de días con concentraciones superiores a los límites normados vigentes para cada contaminante y número de días en que se incumple cualquier norma de calidad del aire.

A) EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 220 y en la Tabla 91. En ellas, se puede apreciar que:

- PM₂₅, Ozono, NO₂ y CO. No fue posible evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del aire para PM_{2.5}, O₃, NO₂ y CO debido a no se tuvo la suficiencia de datos que establece la normatividad misma.
- SO₂. Con respecto al SO₂ la información disponible para el año 2018 indica cumplimiento de la NOM correspondiente al registrarse concentraciones de 8 horas, 24 horas y promedio anual inferiores a los límites normados.

Figura 220. Evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire en la ciudad de Mérida, en el año 2018.



Dióxido de azufre - SO₂



Dióxido de azufre - SO₂

CEN - Centro

Tabla 91. Resumen del cumplimiento de las NOM de calidad del aire en la ciudad de Mérida (2018).

| Contaminante | Límit | e normado | Mérida |
|----------------------------------|-------|-------------------------|--------|
| | | | CEN |
| ⁽¹⁾ PM ₁₀ | 24 h | Máximo ≤ 75 µg/m³ | ¤ |
| ⊬IAII0 | Anual | Promedio ≤ 40 µg/m³ | ¤ |
| ⁽¹⁾ PM _{2.5} | 24 h | Máximo ≤ 45 µg/m³ | DI |
| [™] PIVI2.5 | Anual | Promedio ≤ 12 µg/m³ | DI |
| ⁽²⁾ O ₃ | 1h | Máximo ≤ 0.095 ppm | DI |
| ₩ 03 | 8 h | Máximo ≤ 0.070 ppm | DI |
| ⁽³⁾ CO | 8 h | 2°Máximo ≤ 11 ppm | DI |
| ⁽⁴⁾ NO ₂ | 1h | 2°Máximo ≤ 0.210 ppm | DI |
| | 8 h | 2°Máximo ≤ 0.200 ppm | 0.003 |
| ⁽⁵⁾ SO ₂ | 24 h | Máximo ≤ 0.110 ppm | 0.002 |
| | Anual | Promedio ≤ 0.025 ppm | 0.001 |

⁽I) NOM-025-SSA1-2014 (DOF, 2014a);

Nota:

de este El valor dentro de cada celda corresponde a la concentración máxima registrada en el año, ya sea como promedio de 1 hora, 8 horas, 24 horas o anual, de = Cumple con el límite acuerdo con el contaminante y límite normado.

B) DISTRIBUCIÓN DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

Este indicador ilustra la severidad de los problemas de la calidad del aire mostrando la frecuencia con la que se rebasan, en el transcurso del año, los valores límite diarios establecidos en la normatividad mexicana para cada contaminante. Asimismo, permite identificar sitios con potenciales problemas de calidad del aire que no necesariamente se reflejan en incumplimiento de norma por no cumplir con el criterio de suficiencia de información para llevar a cabo tal evaluación.

En la Figura 221 se puede observar que, en el año 2018 la información disponible no reporta registro de días con mala calidad del aire por PM_{2.5}, ozono, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. De hecho, en general, se observa que predominaron los días con buena calidad del aire.

⁽²⁾ NOM-020-SSA1-2014 (DOF, 2014b);

⁽³⁾ NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1993); (4) NOM-023-SSA1-1993 (DOF, 1994);

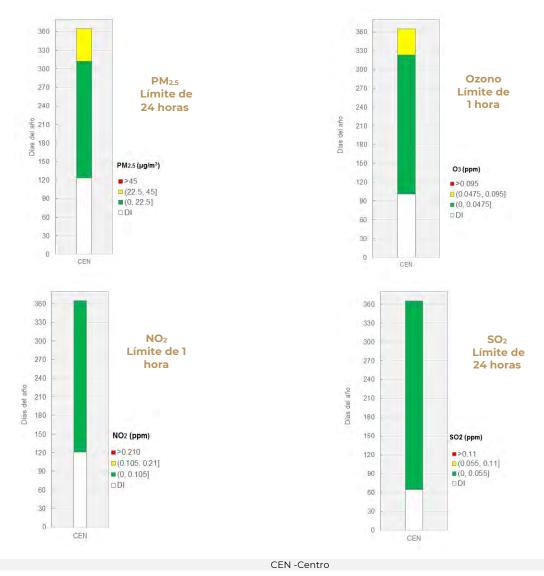
⁽⁵⁾ NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010).

g = No se cuenta con equipo de monitoreo

contaminante. DI = Datos insuficientes

normado;

Figura 221. Distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala, en la estación de monitoreo en la ciudad de Mérida, en el año 2018.



La Tabla 92 muestra el porcentaje de días del año 2018 con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de ozono y dióxido de nitrógeno, de 8 horas de monóxido de carbono y de 24 horas de partículas PM₂₅y SO₂.

Como se mencionó antes, ninguno de los 4 contaminantes analizados, con datos válidos, propició condiciones de mala calidad del aire en 2018, aunque al haber días con información insuficiente, no se puede asegurar que en el año no haya habido días con mala calidad del aire.

Tabla 92. Porcentaje de días con concentraciones superiores al límite normado de 1 hora de O₃ y NO₂, y de 24 horas de PM_{2.5} y SO₂ en la ciudad de Mérida en el año 2018.

| | No días con datos válidos | 242 |
|-----------------------|---------------------------|-----|
| PM _{2.5} | No. días > 45 µg/m³ | 0 |
| | % días > 45 µg/m³ | 0% |
| | No días con datos válidos | 264 |
| O ₃ | No días > 0.095 ppm | 0 |
| | % días > 0.095 ppm | 0% |
| | No días con datos válidos | 244 |
| NO ₂ | No días > 0.210 ppm | 0 |
| | % días > 0.210 ppm | 0 % |
| | No días con datos válidos | 298 |
| SO ₂ | No días > 0.110 ppm | 0 |
| | % días > 0.110 ppm | 0 % |

C) TENDENCIA DE LOS DATOS DIARIOS

La Figura 222 muestra la tendencia del mínimo, el máximo, el promedio y los percentiles 10 y 90 para cada contaminante en el periodo 2013 a 2018 de acuerdo con la disponibilidad de información. En general, se puede destacar que:

- PM₂₅. De 2013 a 2015 el mínimo, el promedio, el percentil 90 y el máximo de PM₂₅, muestran una tendencia creciente. De 2016 a 2018 no se ha generado información suficiente para poder dar seguimiento a esta tendencia.
- Ozono. Para el O₃ se observa que del año 2013 al 2014 los valores de todos los indicadores bajaron; sin embargo, de este año al 2016 el promedio y los percentiles 10 y 90 incrementaron ligeramente, aunque sin alcanzar los niveles registrados en 2013, año en el que, hasta la fecha, se han registrado las concentraciones más altas de este contaminante. Para 2017 y 2018 no se contó con información suficiente para continuar con el análisis tendencial del ozono.
- CO. Con respecto al CO, de 2014 a 2015 todos los indicadores aumentaron, y de 2015 a 2016, disminuyeron, excepto por el máximo que pasó de 3 ppm a 5 ppm. En cualquier caso, todas las concentraciones registradas de este contaminante se ubican muy por debajo del límite normado.
- **SO₂**. Para el SO₂ solo se muestran los indicadores para el año 2018, que es cuando hubo datos suficientes, siendo el promedio y la mediana de 0.001 ppm, el percentil 90 de 0.0018 ppm y el máximo de 0.0024 ppm. Concentraciones muy inferiores a los límites normados correspondientes.

0.0

2013

2014

2015

2016

2017

2018

PM_{2.5} – Promedio de 24 horas O₃ – Máximo diario de 1 hora 50 CEN 0.090 CEN 40 CEN CEN 30 0.060 CEN 0.030 0.000 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2013 2014 2015 2016 2017 2018 CO – Máximo diario de 8 horas SO₂ – Promedio de 24 horas 10.0 0.004 9.0 8.0 0.003 7.0 (_m/pri) 6.0 CEN CEN Concentración 5.0 0.002 4.0 CEN 3.0 * 0.001 CEN 2.0 1.0

Figura 222. Concentraciones diarias, por contaminante, en el SMCA de la ciudad de Mérida, en el periodo 2013 - 2018.

D) PORCENTAJE DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CADA CONTAMINANTE

0.000

2014

2015

2016

2018

La evolución del porcentaje de días por año con concentraciones superiores al límite normado vigente en la estación CEN de la ciudad de Mérida no se presenta, debido a que en ninguno de los contaminantes para ninguno de los años se rebasó el valor respectivo.

E) NÚMERO DE DÍAS POR AÑO EN QUE SE REBASA EL LÍMITE NORMADO DE CUALQUIER CONTAMINANTE

Finalmente, la Tabla 93 muestra que de 2013 a 2018, la información disponible revela que en ningún día con información válida y suficiente se ha rebasado ningún límite diario normado. Sin embargo, es importante destacar que en los dos años más recientes se ha generado la menor cantidad de datos del total posible, lo que pone de manifiesto la necesidad urgente de mejorar las condiciones operativas de esta estación de monitoreo.

Tabla 93. Número de días, por año, en que se rebasa cualquier norma vigente de calidad del aire en la ciudad de Mérida, en el periodo 2013 – 2018.

| Año | No. de días con | No. de días > NOM | Número de días | | nes por arriba de los contaminante | s límites actuales |
|------|--------------------|----------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| | datos | | l contaminante | 2 contaminantes | 3 contaminantes | 4 contaminantes |
| 2013 | 361 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2014 | 360 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2015 | 365 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2016 | 352 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2017 | 128 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2018 | 304 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

NUMERARIA

NUMERARIA CALIDAD DEL AIRE EN MÉXICO, 2018

Este informe presenta el diagnóstico sobre el estado de la calidad del aire en México para el año 2018 con relación a las partículas suspendidas (PM₁₀ y PM_{2.5}), ozono (O₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂). Se incluye el análisis de la información generada por 25 Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire (SMCA), distribuidos en 23 entidades federativas de nuestro país. Estas entidades son: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Ciudad de México (y su zona conurbada), Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán.

La Tabla 94 resume el estatus de cumplimiento de las NOM de calidad del aire a nivel de zona metropolitana y ciudad. Para hacer esta evaluación general se tomó como referencia la concentración más alta registrada en cada de zona metropolitana y en cada ciudad con respecto a cada contaminante de acuerdo con el dato base empleado para evaluar el cumplimiento de NOM (máximo horario, máximo de los promedios móviles de ocho horas, máximo de los promedios de 24 horas o promedio anual). Esto es, si en una estación de monitoreo no se cumple con la Norma evaluada, se considera que en la ciudad o zona metropolitana en la que se ubica la estación tampoco se cumple con la misma.

Entre los hallazgos más relevantes del análisis presentado en este documento destacan los siguientes:

De los 36 SMCA existentes en el país, en este informe no se incluye información de 11 de ellos (Baja California Municipal, Campeche, Chiapas, Cd. Juárez municipal, Universidad Autónoma Ciudad Juárez, Ojinaga, Colima, Guerrero, Sinaloa, Tamaulipas y Zacatecas) siendo las razones principales el no haber atendido la solicitud de información por parte del INECC, haber tenido sus estaciones de monitoreo fuera de operación, haber entregado su información de forma tardía, haber proporcionado datos sin validar o que sus estaciones tenían muy poco tiempo en operación.

Los 25 SMCA incluidos en este informe agruparon un total de 191 estaciones de monitoreo, distribuidas en 83 ciudades y zonas metropolitanas.

En su conjunto, los 25 SMCA incluidos en este informe agruparon un total de 191 estaciones de monitoreo, distribuidas en 83 ciudades y zonas metropolitanas.

- De las 191 estaciones de monitoreo referidas en el párrafo anterior, 149 contaron con infraestructura para la medición de ozono, 163 para la medición de partículas suspendidas PM₁₀, 118 para la medición de partículas suspendidas PM_{2.5}, 140 para la medición de SO₂ y 141 para medir NO₂ y CO.
- De las 149 estaciones de monitoreo con capacidad para medir ozono, el cumplimiento de la Norma correspondiente se pudo evaluar en 114, esto es, en el 76.5% del total. En 21 de estas 114 estaciones se cumplió con la Norma y en las restantes 93 esto no ocurrió. De las 93 estaciones en donde no se cumplió con la NOM se encontró que en 74 se rebasaron los dos límites normados (1 y 8 horas), en 3 se rebasó sólo el límite de una hora y en 16 sólo el límite de 8 horas.

- De las 163 estaciones con capacidad para medir PM₁₀, 89 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 8 se cumplió con la Norma y en 81 no (en 55 se rebasaron los dos límites normados y en 26 sólo el límite de 24 horas). De las 74 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma 53 no generaron información suficiente para ello, 13 se reportaron fuera de operación y 8 no reportaron información al INECC.
- De las 118 estaciones con capacidad para medir PM_{2.5}, 49 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente y en 4 se cumplió con esta. De las 45 estaciones en que esto no ocurrió, en 32 se rebasaron los dos límites normados y en 13 se rebasó sólo el límite anual. De las 69 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma, 47 no generaron información suficiente para ello, 18 se reportaron fuera de operación, 4 no reportaron información al INECC.
- De las 141 estaciones con capacidad para medir CO, 79 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente. De ellas, en 78 se cumplió con la Norma y sólo en una no. De las 62 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma 38 no generaron información suficiente para ello, 20 se reportaron fuera de operación y en 4 la información fue invalidad por problemas de operación en los equipos.
- De las 141 estaciones con capacidad para medir NO₂, 76 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente, en todas ellas se cumplió. De las 65 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma 41 no generaron información suficiente para ello y 24 se reportaron fuera de operación.
- De las 140 estaciones con capacidad para medir SO₂, 87 generaron información suficiente para permitir la evaluación de cumplimiento de la norma correspondiente, en todas ellas se cumplió. De las 53 estaciones en las que no se pudo evaluar el cumplimiento de norma 29 no generaron información suficiente para ello y 24 se reportaron fuera de operación.
- A nivel de ciudad o zona metropolitana, 57 de las 83 ciudades y zonas metropolitanas incluidas en este reporte contaron con infraestructura para la medición de ozono en 2018. De ellas, en once se cumplió con la Norma correspondiente (Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tizayuca, Salamanca, San Juan del Río, Purísima del Rincón, Silao, Tulancingo, Tijuana y Piedras Negras); en 30 no se cumplió con la misma (ZMG, Monclova, ZMVM, AMM, Tlaxcala, Puebla, ZMVT, Saltillo, Santiago de Querétaro, Pachuca, Morelia, Corregidora, Minatitlán, El Marqués, Tepic, León, Irapuato, Celaya, Mexicali, Tepeapulco, Tepeji del Río, Cuernavaca, Xalapa, Tizayuca, Coronango, San Luis Río Colorado, Huichapan, Chihuahua, Tula de Allende y Oaxaca); y, en 16 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Ensenada, Tecate, Torreón, Gómez Palacio, Lerdo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Hermosillo, Cajeme, Agua Prieta, Centro, Mérida, Aguascalientes, Durango y Soledad de Graciano Sánchez).
- 67 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas PM₁₀. De ellas sólo tres cumplieron con la norma respectiva (Tula de Allende, Tizayuca y Tlaxcoapan); en 32 no se cumplió con los límites normados (ZMVT, Santiago de Querétaro, ZMG, Mexicali, Irapuato, AMM, ZMVM, Chihuahua, Celaya, Salamanca, Silao,

Saltillo, Puebla, León, Nogales, Atotonilco de Tula, Torreón, Centro, Durango, Aguascalientes, Cuernavaca, San Juan del Río, Tepic, Xalapa, Atitalaquia, SLP, Coronango, Zapotlán, Pachuca, Macuspana, Tulancingo y Tepejí del Río); y en 32 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Tijuana, Acámbaro, Gómez Palacio, Monclova, Ensenada, Piedras Negras, Tecate, Comalcalco, Huimanguillo, Balancán, Poza Rica, Purísima del Rincón, Tepeapulco, Oaxaca, Hermosillo, Cajeme, Agua Prieta, Morelia, Lerdo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Dolores Hidalgo, Moroleón, San José Iturbide, Tepetitlán, Huichapan, Centla, Paraíso, Cunduacán, Tlaxcala y Minatitlán. Es importante resaltar que Tizayuca y Tula de Allende cumplieron la Norma de acuerdo con los datos recopilados a través del monitoreo manual, pero que registraron días por arriba del límite de 24 horas de acuerdo con la información recopilada a través del monitoreo con equipo automático.

- 60 ciudades contaron con capacidad para la medición de partículas suspendidas PM_{2.5}. De ellas sólo cuatro cumplieron con la norma respectiva (San Miguel de Allende, Corregidora, San Luis de la Paz y Guanajuato); en 25 no se cumplió con la norma (ZMVT, Mexicali, AMM, ZMVM, Atotonilco de Tula, ZMG, Aguascalientes, Tijuana, Salamanca, Puebla, Celaya, Irapuato, Abasolo, Pachuca, Cuernavaca. Durango, Minatitlán, León, Tepic, Tula de Allende, Atitalaquia, Tizayuca, Santiago de Querétaro, Xalapa y Poza Rica) y en 31 no se pudo llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Chihuahua, Piedras Negras, Monclova, San Juan del Río, Saltillo, Ensenada, Torreón, Lerdo, Lolotla, Tulancingo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Coronango, Apizaco, Cuapiaxtla, Hermosillo, Cajeme, Agua Prieta, Villagrán, Cortázar, Juventino Rosas, San Francisco del Rincón, Tepeji del Río, Tepeapulco, Huichapan, Morelia, Oaxaca, El Marqués, Tlaxcala y Mérida).
- 56 ciudades contaron con capacidad para la medición de monóxido de carbono. De ellas sólo en una se incumplió la norma correspondiente (Piedras Negras), en 34 se cumplió con la misma (Durango, Tepetitlán, Tepeapulco, Tijuana, Santiago de Querétaro, ZMG, ZMVT, AMM, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Atitalaquia, Tizayuca, Chihuahua, Aguascalientes, Xalapa, Irapuato, ZMVM, Corregidora, Tepic, Pachuca, Salamanca, Celaya, Tula de Allende, Minatitlán, Tulancingo, Atotonilco de Tula, San Juan del Río, Cuernavaca, Huichapan y Morelia), y en 21 no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Saltillo, Monclova, León, Silao, Oaxaca, Coronango, El Marqués, Soledad de Graciano Sánchez, Mexicali, Gómez Palacio, Ensenada, Tecate, Torreón, Lerdo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Mérida, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta).
- El dióxido de nitrógeno se midió en 55 ciudades y en ninguna de las 30 ciudades y zonas metropolitanas donde fue posible la evaluación de cumplimiento de la norma se rebasó el límite normado correspondiente (ZMVT, ZMG, ZMVM, Puebla, AMM, Santiago de Querétaro, San Luis Potosí, Xalapa, Tizayuca, Salamanca, Irapuato, Mexicali, Tulancingo, Pachuca, San Juan del Río, Corregidora, Tepeji del Río, Atotonilco de Tula, León, Monclova, Aguascalientes, Tlaxcala, Celaya, Huichapan, Piedras Negras, Silao, Poza Rica, Tepic, Morelia y Durango). En 25 no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Tijuana, Chihuahua, Saltillo, Gómez Palacio, Tula de Allende, Atitalaquia, Tepeapulco, Cuernavaca, Oaxaca, Coronango, El Marqués, Minatitlán, Mérida, Soledad de Graciano Sánchez, Ensenada, Tecate, Torreón, Lerdo, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Centro, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta).

- El dióxido de azufre se midió en 55 ciudades. En 34 de ellas las concentraciones registradas se mantuvieron por debajo de los límites normados ZMVM, Tepeji del Río, Atitalaquia, Salamanca, Tula de Allende, Atotonilco de Tula, ZMG, Centro, ZMVT, Poza Rica, AMM, Tizayuca, Irapuato, Durango, Piedras Negras, Pachuca, Tepeapulco, Tlaxcala, Xalapa, León, San Juan del Río, Puebla, Santiago de Querétaro, Huichapan, San Luis Potosí, Tulancingo, Aguascalientes, Silao, Celaya, Tepic, Corregidora, Cuernavaca, Coronango y Mérida), y en 21 no fue posible llevar a cabo la evaluación de cumplimiento por falta o insuficiencia de información (Minatitlán, Mexicali, Tijuana, Chihuahua, Saltillo, Monclova, Gómez Palacio, Oaxaca, El Marqués, Soledad de Graciano Sánchez, Ensenada, Tecate, Torreón, Lerdo, Morelia, Cuautla, Ocuituco, Zacatepec, Hermosillo, Cajeme y Agua Prieta).
- Las concentraciones horarias más altas de ozono registradas en 2018 ocurrieron en: ZMG (0.195 ppm), Monclova (0.180 ppm), ZMVM (0.179 ppm), AMM (0.165 ppm), Tlaxcala (0.164 ppm), Puebla (0.152 ppm), ZMVT (0.138 ppm), Saltillo (0.129 ppm), Santiago de Querétaro (0.124 ppm), Pachuca (0.122 ppm), Morelia (0.116), Corregidora (0.114), Minatitlán (0.111 ppm), El Marqués (0.108 ppm), Tepic y León (0.104 ppm), Irapuato (0.101 ppm) y Celaya (0.098). Todas ellas fueron superiores al límite normado que es 0.095 ppm.
- Las concentraciones promedio móvil de 8 horas más altas de ozono registradas en 2018 se presentaron en: ZMG (0.144 ppm), Puebla (0.129 ppm), ZMVM (0.120 ppm), Monclova (0.110 ppm), ZMVT (0.103 ppm), AMM (0.100 ppm), Morelia (0.092 ppm), Pachuca (0.092 ppm), Tepic (0.090 ppm), Saltillo (0.089 ppm), Mexicali (0.088 ppm), Tlaxcala (0.086 ppm), Chihuahua (0.083 ppm), Xalapa (0.079 ppm), Santiago de Querétaro (0.078 ppm), Corregidora (0.077, ppm), Minatitlán (0.077 ppm), San Luis Río Colorado (0.077 ppm), Tepeji del Río (0.077 ppm), Huichapan (0.077 ppm), El Marqués (0.076 ppm), Cuernavaca (0.076 ppm), Tula de Allende (0.075 ppm), Coronango (0.075 ppm), Tizayuca (0.075 ppm), León (0.074 ppm), Tepeapulco (0.074 ppm), Oaxaca (0.073 ppm) e Irapuato (0.072 ppm). Todas ellas superiores al límite normado que es 0.070 ppm.
- Las concentraciones más altas de PM₁₀, como promedio de 24 horas, ocurrieron en: ZMVT (378 μg/m³), Santiago de Querétaro (302 μg/m³), ZMG (273 μg/m³), Mexicali (255 μg/m³), Irapuato (242 μg/m³), AMM (204 μg/m³), ZMVM (199 μg/m³), Chihuahua (189 μg/m³), Celaya (188 μg/m³), Salamanca (169 μg/m³), Silao (166 μg/m³), Saltillo (165 μg/m³), Puebla (161 μg/m³), León (160 μg/m³), Nogales (157 μg/m³), Atotonilco de Tula (156 μg/m³), Torreón (155 μg/m³), Centro (154 μg/m³), Durango (148 μg/m³), Aguascalientes (133 μg/m³), Cuernavaca (125 μg/m³), San Juan del Río (124 μg/m³), Tepic (122 μg/m³), Xalapa (122 μg/m³), Atitalaquia (118 μg/m³), San Luis Potosí (106 μg/m³), Coronango (101 μg/m³), Zapotlán (98 μg/m³), Pachuca (94 μg/m³), Macuspana (89 μg/m³), Tulancingo (85 μg/m³) y Tepeji del Río (79 μg/m³). El límite normado que es 75 μg/m³.
- Las concentraciones promedio anuales más altas de PM₁₀ se registraron en: Mexicali (110 μg/m³), ZMVT (82 μg/m³), Torreón (77 μg/m³), Celaya (76 μg/m³), AMM (74 μg/m³), Irapuato (69 μg/m³), Atotonilco de Tula (69 μg/m³), ZMG (67 μg/m³), León (67 μg/m³), ZMVM (65 μg/m³), Atitalaquia (63 μg/m³), Puebla (60 μg/m³), Santiago de Querétaro (59 μg/m³), Silao (58 μg/m³), Chihuahua (55 μg/m³), Salamanca (49 μg/m³), Tepeji del Río (49 μg/m³), Durango (48 μg/m³), Tepic (48 μg/m³) San Luis Potosí (47 μg/m³), Aguascalientes (45 μg/m³), Nogales (42 μg/m³) y Saltillo (42 μg/m³). El límite normado que es 40 μg/m³.

- Las concentraciones más altas de PM_{2.5}, como promedio de 24 horas, se presentaron en: Mexicali (319 μg/m³), ZMVT (132 μg/m³), ZMG (129 μg/m³), Salamanca (119 μg/m³), ZMVM (118 μg/m³), Celaya (101 μg/m³), (Irapuato 96 μg/m³), Tijuana (81 μg/m³), Aguascalientes (79 μg/m³), León (73 μg/m³), AMM (68 μg/m³), Tepic (68 μg/m³), Puebla (66 μg/m³), Cuernavaca (61 μg/m³), Atotonilco de Tula (58 μg/m³), Durango (54 μg/m³) y Minatitlán (50 μg/m³). El límite normado es 45 μg/m³.
- Los promedios anuales más altos de PM_{2.5} se registraron en: ZMVT (38 μg/m³), Aguascalientes (33 μg/m³), Atotonilco de Tula (32 μg/m³), ZMVM (28 μg/m³), Mexicali (27 μg/m³), ZMG (25 μg/m³), AMM (23 μg/m³), Salamanca (22 μg/m³), Celaya (21 μg/m³), Tijuana (21 μg/m³), Puebla (21 μg/m³), Irapuato (20 μg/m³), León (20 μg/m³), Cuernavaca (19 μg/m³), Atitalaquia (19 μg/m³), Xalapa (18 μg/m³), Tizayuca (18 μg/m³), Tula de Allende (18 μg/m³), Durango (17 μg/m³), Minatitlán (17 μg/m³), Tepic (15 μg/m³), Abasolo (15 μg/m³), Pachuca (14 μg/m³), Santiago de Querétaro (14 μg/m³) y Poza Rica (13 μg/m³). El límite normado es 12 μg/m³.
- El segundo máximo de las concentraciones promedio móviles de 8 horas sin traslape de monóxido de carbono en 2018 se registró en Piedras Negras (11.1 ppm). El límite normado es 11 ppm.
- Las ciudades en las que con mayor frecuencia se presentaron días con concentraciones de ozono superiores al límite normado de una hora (estimado como número de días con concentraciones superiores al límite normado / número de días del año con información válida) fueron; ZMVM (59.7 %), ZMG (32.6 %), Puebla (16.7 %), AMM (9.9 %), ZMVT (8.8 %), Saltillo (4.6 %), Morelia (1.7 %), Santiago de Querétaro (1.1 %), Tepic (0.9 %), Minatitlán (0.8 %), Monclova (0.8 %), Tlaxcala (0.7 %), Corregidora (0.6 %), León (0.5 %), El Marqués (0.5 %), Celaya (0.3%), Pachuca (0.3 %) e Irapuato (0.3 %).
- Las ciudades en las que con mayor frecuencia se presentaron días con concentraciones de PM₁₀ superiores al límite normado de 24 horas (estimado como número de días o muestreos con concentraciones superiores al límite normado / número de días o muestreos del año con información válida) fueron: Mexicali (70.0 %), AMM (53.2 %), ZMVT (49.3 %), Celaya (47.7 %), ZMG (41.1 %), ZMVM (40.0 %), Irapuato (39.3 %), Atotonilco de Tula (35.4 %), León (31.5 %), Atitalaquia (31.4 %), Durango (27.8 %), Torreón (26.0%), Puebla (23.6 %), Silao (21.8 %) y Aguascalientes (21.2 %).
- Las ciudades en las que con mayor frecuencia se presentaron días con concentraciones de PM_{2.5} superiores al límite normado de 24 horas (estimado como número de días o muestreos con concentraciones superiores al límite normado / número de días o muestreos del año con información válida) fueron: ZMVT (37.8 %), Mexicali (13.7 %), AMM (9.7 %), ZMVM (8.8 %), Atotonilco de Tula (8.3 %), ZMG (6.1 %), Aguascalientes (4.2 %), Tijuana (3.3 %), Salamanca (3.0 %), Puebla (2.5 %), Celaya (1.4 %), Irapuato (1.4 %), Abasolo (1.0 %), Pachuca (0.8 %), Cuernavaca (0.6 %), Durango (0.6 %), Minatitlán (0.4 %), León (0.3 %), Tepic (0.3 %), Chihuahua (1.7 %), Piedras Negras (1.7 %), Monclova (1.3 %), San Juan del Río (0.4 %) y Saltillo (0.4 %).

Tabla 94. Estatus de cumplimiento de las NOM de calidad del aire, a nivel de ciudad y zona metropolitana, en 2018.

| | | | | | PM10 | | | PM _{2.5} | | | Оз | | CC | | NC | _ | | so | 2 | |
|---|--|---|---------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| | Nombre del | Ciudad/Zona | Población proyectada | NOM- | 025-SSA1- | 2014 | NOM | -025-SSA | 1-2014 | NOM | -020-SSA | 1-2014 | NOM-02 199 | | NOM-02 199 | | | NOM-022-S | SA1-2010 | |
| Entidad | SMCA | metropolitana* | 2018 (CONAPO, 2012) | Límite 24 hrs (75 µg/m³) | Límite anual (40 µg/m³) | Cumple NOM | Límite 24 hrs (45 µg/m³) | Límite anual (12 µg/m³) | Cumple NOM | Límite 1 hr (0.095 ppm) | Límite 8 hrs (0.070 ppm) | Cumple NOM | Límite 8 hrs (11 ppm) | Cumple NOM | Límite 1 hr (0.210 ppm) | Cumple NOM | Límite 8 hrs (0.200 ppm) | Límite 24 hrs (0.110 ppm) | Límite anual (0.025 ppm) | Cumpl e NOM |
| Aguascalientes | Aguascalientes | Aguascalientes | 1,056,562 | 133 | 45 | NO | 79 | 33 | NO | DI | DI | DI | 3.3 | SI | 0.056 | SI | 0.015 | 0.007 | 0.003 | SI |
| | | Mexicali | 1,065,882 | 255 | 110 | NO | 319 | 27 | NO | 0.092 | 0.088 | NO | INV | INV | 0.075 | SI | DI | DI | DI | DI |
| Baja | Baja | Tijuana | 2,024,994 | DI | DI | DI | 81 | 21 | NO | 0.073 | 0.061 | SI | 6.1 | SI | DI | DI | DI | DI | DI | DI |
| California | California | Ensenada | 542,896 | DI | DI | DI | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| | | Tecate | 115,570 | DI | DI | DI | | | | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| | Chihuahua Estatal y municipal | Chihuahua | 979,563 | 189 | 55 | NO | DI | DI | DI | DI | 0.083 | NO | 3.3 | SI | DI | DI | DI | DI | DI | DI |
| Chihuahua | Ojinaga | Ojinaga | 27,415 | IND | IND | IND | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ciudad Juárez | Ciudad Juárez | 1,462,133 | IND | IND | IND | | | | IND | IND | IND | IND | IND | | | | | | |
| Ciudad de México y zona conurbada | Ciudad de México y zona conurbada | Ciudad de México y zona conurbada[1] | 21,800,322 | 199 | 65 | NO | 118 | 28 | NO | 0.179 | 0.120 | NO | 2.8 | SI | 0.141 | SI | 0.154 | 0.072 | 0.008 | SI |
| | | Torreón | 1,417,538 | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| | Coahuila | Saltillo | 935,663 | 165 | 42 | NO | DI | DI | DI | 0.129 | 0.089 | NO | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI |
| Coahuila | estatal | Monclova | 374,058 | DI | DI | DI | DI | DI | DI | 0.180 | 0.110 | NO | DI | DI | 0.060 | SI | DI | DI | DI | DI |
| | | Piedras Negras | 197,488 | DI | DI | DI | DI | DI | DI | 0.070 | 0.058 | SI | 11.1 | NO | 0.052 | SI | 0.038 | 0.018 | 0.004 | SI |
| | Torreón municipal | Torreón | 716,672 | 155 | 77 | NO | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Durango | 660,663 | 148 | 48 | NO | 54 | 17 | NO | DI | DI | DI | 7.8 | SI | 0.029 | SI | 0.042 | 0.021 | 0.010 | SI |
| Durango | Durango | Gómez Palacio | 364,540 | DI | DI | DI | | | | FO | FO | FO | INV | INV | DI | DI | DI | DI | DI | DI |
| | | Lerdo | 157,655 | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Estado de México | Estado de México | Zona Metropolitana del Valle de Toluca | 2,386,156 | 378 | 82 | NO | 132 | 38 | NO | 0.138 | 0.103 | NO | 4.7 | SI | 0.180 | SI | 0.064 | 0.019 | 0.006 | SI |
| Cuanciusta | Cuanajuate | Celaya | 510,787 | 188 | 76 | NO | 101 | 21 | NO | 0.098 | 0.065 | NO | 2.1 | SI | 0.056 | SI | 0.011 | 0.006 | 0.022 | SI |
| Guanajuato | Guanajuato | Irapuato | 580,808 | 242 | 69 | NO | 96 | 20 | NO | 0.101 | 0.072 | NO | 3 | SI | 0.075 | SI | 0.045 | 0.022 | 0.006 | SI |

| | | | | | PM10 | | | PM _{2.5} | | | Оз | | CC |) | NC |)2 | | SO | 2 | |
|---------|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| = | Nombre del | Ciudad/Zona | Población proyectada | NOM- | 025-SSA1- | 2014 | NOM | -025-SSA ⁻ | -2014 | NOM | -020-SSA | 1-2014 | NOM-02 199 | | NOM-023 199 | | | NOM-022-S | SA1-2010 | |
| Entidad | SMCA | metropolitana* | 2018 (CONAPO, 2012) | Límite 24 hrs (75 µg/m³) | Límite anual (40 µg/m³) | Cumple NOM | Límite 24 hrs (45 µg/m³) | Límite anual (12 µg/m³) | Cumple NOM | Límite 1 hr (0.095 ppm) | Límite 8 hrs (0.070 ppm) | Cumple NOM | Límite 8 hrs (11 ppm) | Cumple NOM | Límite 1 hr (0.210 ppm) | Cumple NOM | Límite 8 hrs (0.200 ppm) | Límite 24 hrs (0.110 ppm) | Límite anual (0.025 ppm) | Cumpl e NOM |
| | | León | 1,757,811 | 160 | 67 | NO | 73 | 20 | NO | 0.104 | 0.074 | NO | DI | DI | 0.063 | SI | 0.027 | 0.017 | 0.004 | SI |
| | | Salamanca | 281,603 | 169 | 49 | NO | 119 | 22 | NO | 0.088 | 0.069 | SI | 2.2 | SI | 0.078 | SI | 0.119 | 0.022 | 0.022 | SI |
| | | Silao | 192,178 | 166 | 58 | NO | | | | 0.078 | 0.069 | SI | DI | DI | 0.049 | SI | 0.014 | 0.007 | 0.002 | SI |
| | | Purísima del Rincón | 78,569 | DI | DI | DI | | | | 0.080 | 0.066 | SI | | | | | | | | |
| | | San Luis de la Paz | 126,897 | | | | 31 | 11 | SI | | | | | | | | | | | |
| | | Guanajuato | 187,490 | | | | 16 | 11 | SI | | | | | | | | | | | |
| | | San Miguel de Allende | 176,663 | | | | 42 | 12 | SI | | | | | | | | | | | |
| | | Abasolo | 113,798 | | | | 38 | 15 | NO | | | | | | | | | | | |
| | | Villagrán | 60,593 | | | | IND | IND | IND | | | | | | | | | | | |
| | | Dolores Hidalgo | 159,392 | IND | IND | IND | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Cortazar | 93,101 | | | | IND | IND | IND | | | | | | | | | | | |
| | | Juventino Rosas | 86,144 | | | | IND | IND | IND | | | | | | | | | | | |
| | | Acámbaro | 113,798 | DI | DI | DI | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Moroleón | 51,494 | IND | IND | IND | | | | | | | | | | | | | | |
| | | San José Iturbide | 82,186 | IND | IND | IND | | | | | | | | | | | | | | |
| | | San Fco. del Rincón | 121,748 | | | | IND | IND | IND | | | | | | | | | | | |
| | | Pachuca | 277,154 | 94 | 37 | NO | 32 | 14 | NO | 0.122 | 0.092 | NO | 2.2 | SI | 0.073 | SI | 0.030 | 0.021 | 0.003 | SI |
| | | Tula de Allende | 114,803 | 59 | 31 | SI | 34 | 18 | NO | DI | 0.075 | NO | 2.0 | SI | DI | DI | 0.104 | 0.031 | 0.007 | SI |
| | | Atitalaquia | 29,387 | 118 | 63 | NO | 38 | 19 | NO | 0.089 | 0.069 | SI | 3.6 | SI | DI | DI | 0.122 | 0.037 | 0.009 | SI |
| 10-1-1 | 111-1-1 | Atotonilco de Tula | 35,209 | 156 | 69 | NO | 58 | 32 | NO | 0.089 | 0.068 | SI | 1.9 | SI | 0.063 | SI | 0.103 | 0.045 | 0.006 | SI |
| Hidalgo | Hidalgo | Tepetitlán | 10,875 | DI | DI | DI | | | | | | | 6.7 | SI | | | | | | |
| | | Tepeji del Río | 90,888 | 59 | 49 | NO | DI | DI | DI | 0.090 | 0.077 | NO | 1.5 | SI | 0.065 | SI | 0.150 | 0.059 | 0.015 | SI |
| | | Tlaxcoapan | 29,135 | 63 | 31 | SI | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tizayuca | 136,025 | 75 | 37 | SI | 35 | 18 | NO | 0.088 | 0.075 | NO | 3.3 | SI | 0.083 | SI | 0.047 | 0.017 | 0.004 | SI |

| | | | | PM ₁₀ PM ₂₅ | | | | | O ₃ | | CC |) | NC |)2 | | SC | 2 | | | |
|------------|------------|---|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| | Nombre del | Ciudad/Zona | Población proyectada | NOM- | 025-SSA1- | 2014 | NOM | I-025-SSA | 1-2014 | МОМ | -020-SSA | 1-2014 | NOM-02 199 | | NOM-02. 199 | | | NOM-022-5 | SA1-2010 | |
| Entidad | SMCA | metropolitana* | 2018 (CONAPO, 2012) | Límite 24 hrs (75 µg/m³) | Límite anual (40 µg/m³) | Cumple NOM | Límite 24 hrs (45 µg/m³) | Límite anual (12 µg/m³) | Cumple NOM | Límite 1 hr (0.095 ppm) | Límite 8 hrs (0.070 ppm) | Cumple NOM | Límite 8 hrs (11 ppm) | Cumple NOM | Límite 1 hr (0.210 ppm) | Cumple NOM | Límite 8 hrs (0.200 ppm) | Límite 24 hrs (0.110 ppm) | Límite anual (0.025 ppm) | Cumpl e NOM |
| | | Lolotla | 10,142 | | | | FO | FO | FO | | | | | | | | | | | |
| | | Tepeapulco | 54,246 | DI | DI | DI | DI | DI | DI | 0.092 | 0.074 | NO | 6.7 | SI | DI | DI | 0.030 | 0.012 | 0.002 | SI |
| | | Huichapan | 48,602 | DI | DI | DI | DI | DI | DI | 0.082 | 0.077 | NO | 1.3 | SI | 0.053 | SI | 0.021 | 0.008 | 0.002 | SI |
| | | Tulancingo | 172,330 | 85 | 28 | NO | FO | FO | FO | 0.075 | 0.065 | NO | 1.9 | SI | 0.073 | SI | 0.017 | 0.009 | 0.003 | SI |
| | | Zapotlán | 19,554 | 98 | 30 | NO | | | | | | | | | | | | | | |
| Jalisco | Jalisco | Zona Metropolitana de Guadalajara ¹ | 5,060,751 | 273 | 67 | NO | 129 | 25 | NO | 0.195 | 0.144 | NO | 5.3 | SI | 0.146 | SI | 0.091 | 0.072 | 0.007 | SI |
| Michoacán | Michoacán | Morelia | 908,204 | FO | FO | FO | DI | DI | DI | 0.116 | 0.092 | NO | 0.9 | SI | 0.044 | SI | FO | FO | FO | FO |
| | | Cuautla | 195,152 | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Morelos | Morelos | Ocuituco | 18,580 | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Morelos | Morelos | Cuernavaca | 397,179 | 125 | 40 | No | 61 | 19 | NO | 0.090 | 0.076 | NO | 1.3 | SI | DI | DI | 0.005 | 0.003 | 0.001 | SI |
| | | Zacatepec | 37,756 | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| Nayarit | Nayarit | Tepic | 453,479 | 122 | 48 | NO | 68 | 15 | NO | 0.104 | 0.090 | NO | 2.4 | SI | 0.047 | SI | 0.009 | 0.008 | 0.005 | SI |
| Nuevo León | Nuevo León | Área Metropolitana de Monterrey ¹ | 4,834,969 | 204 | 74 | NO | 68 | 23 | NO | 0.165 | 0.100 | NO | 4.3 | SI | 0.114 | SI | 0.048 | 0.072 | 0.018 | SI |
| Oaxaca | Oaxaca | Oaxaca | 273,219 | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | 0.073 | NO | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI |
| Puebla | Puebla | Puebla | 1,674,423 | 161 | 60 | NO | 66 | 21 | NO | 0.152 | 0.129 | NO | 4.1 | SI | 0.121 | SI | 0.022 | 0.008 | 0.001 | SI |
| Puebla | Puebla | Coronango | 39,755 | 101 | 30 | NO | FO | FO | FO | 0.086 | 0.075 | NO | DI | DI | DI | DI | 0.004 | 0.003 | 0.001 | SI |
| | | Corregidora | 179,221 | | | | 41 | 12 | SI | 0.114 | 0.077 | NO | 2.74 | SI | 0.066 | SI | 0.008 | 0.006 | 0.003 | SI |
| Querétaro | Querétaro | El Marqués | 152,272 | | | | DI | DI | DI | 0.108 | 0.076 | NO | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI |
| | Zaor ataro | Santiago de Querétaro | 897,039 | 302 | 59 | NO | 29 | 14 | NO | 0.124 | 0.078 | NO | 5.82 | SI | 0.108 | SI | 0.021 | 0.012 | 0.005 | SI |
| | | San Juan del Río | 277,832 | 124 | 39 | NO | DI | DI | DI | 0.086 | 0.062 | SI | 1.69 | SI | 0.072 | SI | 0.023 | 0.013 | 0.004 | SI |
| San Luis | San Luis | San Luis Potosí | 848,151 | 106 | 47 | NO | | | | 0.084 | 0.068 | SI | 4.1 | SI | 0.102 | SI | 0.018 | 0.011 | 0.003 | SI |
| Potosí | Potosí | Soledad de Graciano Sánchez | 312,678 | | | | | | | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI | DI |

| | | | | | PM10 | | | PM _{2.5} | | | О3 | | CC | | NC | | | so | 2 | |
|----------|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| | Nombre del | Ciudad/Zona | Población proyectada | NOM- | 025-SSA1- | 2014 | NOM | I-025-SSA | 1-2014 | NOM | -020-SSA | 1-2014 | NOM-02 199 | | NOM-02 199 | | | NOM-022-S | SA1-2010 | |
| Entidad | SMCA | metropolitana* | 2018 (CONAPO, 2012) | Límite 24 hrs (75 µg/m³) | Límite anual (40 µg/m³) | Cumple NOM | Límite 24 hrs (45 µg/m³) | Límite anual (12 µg/m³) | Cumple NOM | Límite 1 hr (0.095 ppm) | Límite 8 hrs (0.070 ppm) | Cumple NOM | Límite 8 hrs (11 ppm) | Cumple NOM | Límite 1 hr (0.210 ppm) | Cumple NOM | Límite 8 hrs (0.200 ppm) | Límite 24 hrs (0.110 ppm) | Límite anual (0.025 ppm) | Cumpl e NOM |
| | | Nogales | 256,387 | 157 | 42 | NO | | | | | | | | | | | | | | |
| | | San Luis Río Colorado | 205,980 | | | | | | | 0.084 | 0.077 | NO | | | | | | | | |
| Sonora | Sonora | Hermosillo | 907,233 | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| | | Cajeme | 464,345 | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| | | Agua Prieta | 91,846 | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO | FO |
| | | Centro | 712,445 | 154 | 29 | NO | | | | DI | DI | DI | 1.58 | SI | FO | FO | 0.065 | 0.031 | 0.003 | SI |
| | | Balancán | 59696 | DI | DI | DI | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Huimanguillo | 192,932 | DI | DI | DI | | | | | | | | | | | | | | |
| Tabasco | Tabasco | Centla | 109,751 | DI | DI | DI | | | | | | | | | | | | | | |
| 1454500 | 1454300 | Comalcalco | 209,280 | DI | DI | DI | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Paraíso | 93,721 | DI | DI | DI | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Macuspana | 163,835 | 89 | 28 | NO | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Cunduacán | 138,046 | DI | DI | DI | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Apizaco | 85,147 | | | | FO | FO | FO | | | | | | | | | | | |
| Tlaxcala | Tlaxcala | Cuapiaxtla | 15,255 | | | | FO | FO | FO | | | | | | | | | | | |
| | | Tlaxcala | 101,522 | DI | DI | DI | DI | DI | DI | 0.164 | 0.086 | NO | 3.72 | SI | 0.056 | SI | 0.027 | 0.012 | 0.000 | SI |
| | | Minatitlán | 167,019 | DI | DI | DI | 50 | 17 | NO | 0.111 | 0.077 | NO | 2.00 | SI | DI | DI | 0.102 | DI | 0.007 | DI |
| Veracruz | Veracruz | Xalapa | 506,203 | 122 | 38 | NO | 42 | 18 | NO | 0.089 | 0.079 | NO | 3.10 | SI | 0.084 | SI | 0.027 | 0.01 | 0.003 | SI |
| | | Poza Rica | 206,704 | DI | DI | DI | 37 | 13 | NO | 0.085 | 0.066 | SI | 1.61 | SI | 0.048 | SI | 0.064 | 0.025 | 0.007 | SI |
| Yucatán | Yucatán | Mérida | 929,642 | | | | DI | DI | DI | DI | DI | DI | FO | FO | DI | DI | 0.003 | 0.002 | 0.001 | SI |

DI = Datos insuficientes; FO = Fuera de operación;

IND= Información no disponible;

INV = Datos invalidados;

= No se monitorea este contaminante;

= Cumple con el límite normado;

= No cumple con el límite normado; = No fue posible evaluar cumplimiento de NOM;

| SI = En todas las estaciones de monitoreo se cumple con la NOM correspondiente;
| Wo = En al menos una estación de monitoreo no se cumple con la NOM correspondiente.

* En la columna Ciudad/Zona metropolitana, las redes de monitoreo se indican con letra negrilla, en tanto que en letra no negrilla se indica el nombre de aquellas ciudades que sólo tienen una estación de monitoreo en su territorio.

Los números dentro de cada celda indican la concentración más alta registrada en la Ciudad o Zona Metropolitana, de acuerdo con el dato base empleado para evaluar cumplimiento de NOM de cada contaminante.
 En el caso de ozono y partículas (PM₁₀ y PM₂₅), de acuerdo con lo establecido en cada Norma, un sitio cumple con la misma sólo si acata los dos valores límite normado en cada caso. Para dióxido de azufre se asume el mismo principio y solo se cumple la Norma en los sitios donde se acatan los tres límites normados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAPO (Consejo Nacional de Población). *Proyecciones de la población 2010-2030*. Recuperado de: https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2010). Norma Oficial NOM-022-SSA1-2010. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5158348&fecha=08/09/2010
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (1994ª). Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/023ssa13.html
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (1994b). Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de diciembre de 1994. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4780110&fecha=23/12/1994
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2014ª). Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisible para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto de 2014. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014
- DOF (Diario Oficial de la Federación) (2014b). Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 2014. México: Secretaría de Salud. Recuperado de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5356801&fecha=19/08/2014
- OMS (Organización Mundial de la Salud). *Calidad del aire y salud. Datos y Cifras.* Recuperado de: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health (Consulta 19 de noviembre de 2019).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Cuentas económicas y ecológicas de México 2017. Comunicado de prensa núm. 631/18 30 de noviembre de 2018. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/StmaCntaNal/CtasEcmcasEcolgicas2018_11.pdf (Consulta 19 de noviembre de 2019).
- IHME (Institute for Health Metrics and Evaluation) (2019). *Global Burden of Disease (GBD)*. Recuperado de: https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/ (Consulta 19 de noviembre de 2019).