



## Octubre de 2024

Boletín Mensual

Características geográficas y climatológicas  
que influyen en la calidad del aire.



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE  
MÉXICO

# SALUD



# CRÉDITOS

## **Delfina Gómez Álvarez**

Gobernadora del Estado de México

Macarena Montoya Olvera

Secretaria de Salud

## **Colaboradores CEVECE**

Víctor Manuel Torres Meza

Ma. de Jesús Mendoza Sánchez

Ignacio Miranda Guzmán

Luis Anaya López

Mauricio R. Hinojosa Rodríguez

Víctor Flores Silva

Mildreth Alejandra Garduña Medina

## **Subdirección de Epidemiología**

Luis Estaban Hoyo García de Alba

## **Diseño**

Ana Laura Toledo Avalos

# Contaminantes Criterio de Importancia en el Valle de Toluca

Especificaciones de los Contaminantes Criterio

Contaminante	Concentración Promedio	Valor límite	Unidades	Norma Oficial Mexicana
PM10	24 hrs.	70	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
PM2.5	24 hrs.	41	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-2021
O3	1 hr.	0.090	ppm	NOM-020-SSA1-2021
NO2	1 hr.	0.106	ppm	NOM-023-SSA1-2021
CO	8 hrs. móvil	9.0	ppm	NOM-021-SSA1-2021
SO2	24 hrs.	0.110	ppm	NOM-022-SSA1-2010

De acuerdo con las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, que se resumen en el cuadro anterior, podemos decir lo siguiente:

Las **partículas PM10** se miden cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas; el valor límite para este año 2024 es de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a la exacerbación de casos de asma, principalmente en niños. De acuerdo con el estudio sobre la carga global de enfermedades atribuibles a la contaminación atmosférica, de la Organización Mundial de Salud (OMS), la exposición a partículas finas en el aire ambiente representa el quinto factor de riesgo de muertes prematuras en la población a nivel mundial. En México, las estimaciones corresponden a cerca de 29,000 muertes y casi 558,000 años de vida ajustados por discapacidad atribuibles a la mala calidad del aire.

**Para el caso de PM2.5**, este contaminante se mide cada hora y se realiza un promedio a las 24 horas; el valor límite para este año 2024 es de  $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de acuerdo con la NOM-025-SSA1-2021; el riesgo para la salud se centra en la exacerbación de casos de asma, principalmente en niños. Existe evidencia científica que apoya una relación causal entre la exposición a PM2.5 en el aire ambiente e incremento en la prevalencia de cardiopatías isquémicas, enfermedades cerebrovasculares e incremento en infecciones de las vías respiratorias inferiores y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas. En los estudios con población infantil, se han evidenciado efectos como el incremento en la prevalencia del asma, bajo peso al nacer, parto prematuro y trastornos neurológicos o cognitivos.

**En cuanto al ozono (O3)**, este contaminante se mide cada hora; el valor límite es de 0.090 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O3). Valores normados para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a exacerbaciones respiratorias en población general y disminución en la función pulmonar aunado a un mayor uso de medicamentos en niños asmáticos.

**El dióxido de nitrógeno (NO2)**, se mide cada hora; el valor límite es de 0.106 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se refiere a la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se deriva de los procesos de combustión, siendo ésta la fuente principal de su vertimiento a la atmósfera.

**El monóxido de carbono (CO)**, se mide por 8 hrs. móvil; el valor límite es de 9.0 ppm de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población; el riesgo para la salud se observa en la exacerbación de casos de asma principalmente en niños. Este contaminante se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o de los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos.

**Dióxido de azufre (SO2)**, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2019, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población, para este contaminante se establecen dos valores límite para las concentraciones ambientales a efecto de proteger la salud de la población más susceptible: valor límite de 1 hora: 0.075 ppm ( $196.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales obtenidos de los máximos diarios; y valor límite de 24 horas: 0.04 ppm ( $104.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como el máximo de 3 años consecutivos, obtenidos de los promedios de 24 horas. Por lo que es responsable en buena medida de las «lluvias ácidas» y de la contaminación del aire que afectan a las zonas urbanas e industriales. Recientemente, se han reconocido a las emisiones de SO2 por su contribución a la formación de aerosoles inorgánicos secundarios, partículas finas que son perjudiciales para la salud humana.

# Comportamiento de los contaminantes

## Contaminantes en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca Máximo diario Septiembre 2024

FECHA	PM10	PM2.5	O3	NO2	CO	SO2
01/09/2024	47	34	0.064	0.035	1.3	
02/09/2024	46	29	0.066	0.03	1.4	
03/09/2024	55	29	0.075	0.043	1.5	
04/09/2024	51	32	0.086	0.046	1.5	0.002
05/09/2024	61	35	0.074	0.06	1.5	0.002
06/09/2024	52	31	0.072	0.025	1.3	0.002
07/09/2024	52	24	0.043	0.025	1.1	0.002
08/09/2024	48	24	0.066	0.023	1.1	0.003
09/09/2024	89	35	0.07	0.041	1.2	0.004
10/09/2024	85	41	0.053	0.026	1.1	0.004
11/09/2024	55	27	0.034	0.022	1.1	0.001
12/09/2024	45	22	0.047	0.028	1.4	0.002
13/09/2024	50	32	0.067	0.053	1.5	0.003
14/09/2024	49	34	0.079	0.035	1.5	0.003
15/09/2024	47	34	0.09	0.026	1.4	0.003
16/09/2024	58	35	0.076	0.027	1.3	0.003
17/09/2024	54	33	0.071	0.055	1.7	0.004
18/09/2024	61	36	0.076	0.037		0.003
19/09/2024	54	32	0.067	0.035	1.1	0.003
20/09/2024	51	30	0.08	0.047	1.1	0.002
21/09/2024	60	30	0.06	0.03	1.1	0.002
22/09/2024	53	25	0.07	0.021	1.1	0.002
23/09/2024	49	24	0.067	0.034	1.1	0.002
24/09/2024	43	25	0.036	0.042	1.1	0.002
25/09/2024	46	20	0.037	0.037	1.2	0.002
26/09/2024	42	20	0.038	0.063	1	0.001
27/09/2024	26	17	0.036	0.041	1	0.001
28/09/2024	40	20	0.056	0.027	1.1	0.002
29/09/2024	37	25	0.059	0.032	1.2	0.002
30/09/2024	50	32	0.061	0.039	1.3	0.003

**Fuente:** Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT Septiembre 2024

Con base en las Especificaciones de los Contaminantes Criterio, el comportamiento en el mes de septiembre del 2024 fue el siguiente: en partículas PM10, hubo 4 días (13.33%) fuera de la NOM-025-SSA1-2021, en el caso de partículas PM2.5 se registraron 8 días (26.66%) fuera de la NOM-025-SSA1-2021; a pesar de que están disminuyendo los días con concentraciones fuera de la NOM, aún se pueden tener repercusiones en la salud de la población.

En el mes de septiembre, los valores de ozono(O3) no registraron días en que la calidad haya sobrepasado los valores límites de la NOM-020-SSA1-2021.

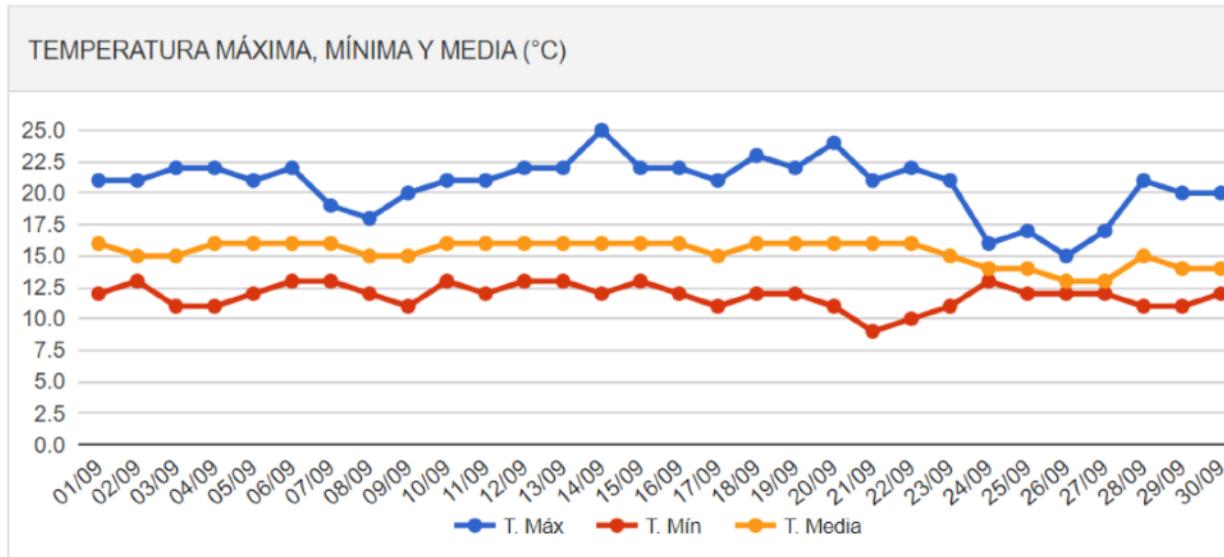
El bióxido de nitrógeno (NO2) no sobrepasó los límites de la NOM-023-SSA1-2021, (100% dentro de los límites); el monóxido de carbono (CO) tampoco sobrepasó los límites de la NOM-021-SSA1-2021 y registró 30 días dentro de los límites (100%); el dióxido de azufre(SO2) no sobrepasó los límites de la NOM-022-SSA1-2010 y se registraron 27 días dentro de la NOM (90.0%) debido a que en 3 días no hubo registros para este contaminante: 1, 2 y 3 de septiembre.

El valor máximo en PM10 fue de 89 y se registró el 9 de septiembre, en PM2.5 fue de 41 el día 10 de septiembre. En cuanto a los valores mínimos, para partículas PM10 fue de 37 el día 29 septiembre y para partículas PM2.5 fue de 17 el día 27 de septiembre de 2024.

# Temperatura media

Resumen de datos mensuales para septiembre 2024:

- Temperatura Máxima: 25°C
- Temperatura Mínima: 15°C
- Temperatura Media: 9°C



Los niveles de contaminación del aire se disparan cuando las temperaturas suben; esto sucede de varias maneras; las altas temperaturas pueden llevar a sequías más frecuentes e incendios forestales más intensos, ambos responsables de aumentar el material particulado (PM10 y PM2.5). Los incendios también liberan grandes cantidades de carbono negro, óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y otros compuestos orgánicos volátiles (COV). El calor acelera los procesos biológicos responsables de la descomposición de residuos orgánicos y aguas residuales, liberando tanto contaminantes del aire como gases de efecto invernadero.

Un gran número de referencias bibliográficas han corroborado la estrecha relación existente entre altas temperaturas (por encima de 25°C), baja humedad atmosférica, escasez de vientos y altas concentraciones de ozono, gas que se genera por la interacción de otros contaminantes (óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono) con la luz solar.

Durante el mes de septiembre del 2024 se registró una temperatura máxima de 25°C, una temperatura mínima de 9°C y una temperatura media de 15°C, lo cual favoreció a mantener condiciones de concentración de niveles bajos a moderados en contaminantes. Se tuvieron 24 de 30 días en Septiembre por arriba de la temperatura máxima media (22°C), siendo únicamente los días 7, 8, 24, 25, 26 y 27 los que no estuvieron por arriba; destaca el día 14 de septiembre que registró temperatura mayor a 25°C con los datos señalados, se puede considerar que existe una relación directa con el incremento en niveles de partículas PM2.5 y/o PM10 los días 1, 5, 9, 10, 14, 15, 16 y 18 de Septiembre de 2024; manteniéndose en condiciones de bajos a moderados contaminantes, por lo que se registró cero días de contingencias ambiental por partículas u ozono en los Municipios del Valle de Toluca, lo cual muestra que aunado a otras condiciones como el aire, la altura, la geografía, etc., en este Valle de Toluca, no se necesitan temperaturas mayores a los 25°C, para permitir altos niveles de contaminantes, esto se puede presentar con temperaturas a partir de los 22°C.

# Casos Nuevos de Enfermedades asociadas a la Calidad del Aire

Daños a la salud	No. de Casos en el mes de Septiembre 2024
Asma	156
Conjuntivitis	578
Infección respiratoria aguda (IRA)	13,778
Otitis media aguda	69
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	25*
Enfermedad cerebrovascular	36
Enfermedad isquémica del corazón	24

\* Fuente: Dirección General de Epidemiología. SUAVE Canal Endémico. Consultado el 08 de octubre del 2024. Disponible en [https://www.sinave.gob.mx/SUAVE/DirApp/Reportes/Canal\\_Endemico.aspx](https://www.sinave.gob.mx/SUAVE/DirApp/Reportes/Canal_Endemico.aspx)

## Daños a la Salud

En el Valle de Toluca durante el mes de septiembre del año 2024, se estima que la contaminación del aire ocasionó los siguientes daños a la salud:

- Se exacerbaron los síntomas del asma y de la conjuntivitis en 156 y 578 personas, respectivamente.
- El tres por ciento de las personas que padecieron una Infección Respiratoria Aguda (IRA), en esta ocasión 414 personas, se puede atribuir a la contaminación del aire.
- Durante el mes de septiembre del 2024, 69 personas padecieron de otitis media aguda, por su probable exposición a altos niveles de contaminación del aire.
- En el mes de septiembre del 2024 se identificaron 25\* personas con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC); un porcentaje de ellas podría estar relacionado al humo del tabaco y otro más a la contaminación ambiental.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la Enfermedad Cerebrovascular, se podría decir que 9 personas afectadas por esta enfermedad se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.
- Considerando el estimador del 25% de las muertes por la OMS para la Enfermedad Isquémica del Corazón, se podría decir que 6 personas afectadas por esta enfermedad, se dañaron por su exposición a la contaminación del aire.

# Velocidad media del viento

La velocidad del viento es un factor crucial en la dispersión de contaminantes atmosféricos y, por lo tanto, tiene un impacto directo en la calidad del aire. En la Zona Metropolitana de Toluca, septiembre presentó condiciones climáticas de transición, con vientos moderados que favorecieron la dispersión de contaminantes.

Utilizando los datos obtenidos de Meteored para la ciudad de Toluca durante septiembre de 2024, la velocidad media del viento fue de 9.24 km/h. Las velocidades diarias fluctuaron entre los 5.7 km/h y los 22.2 km/h, con un comportamiento variable a lo largo del mes.

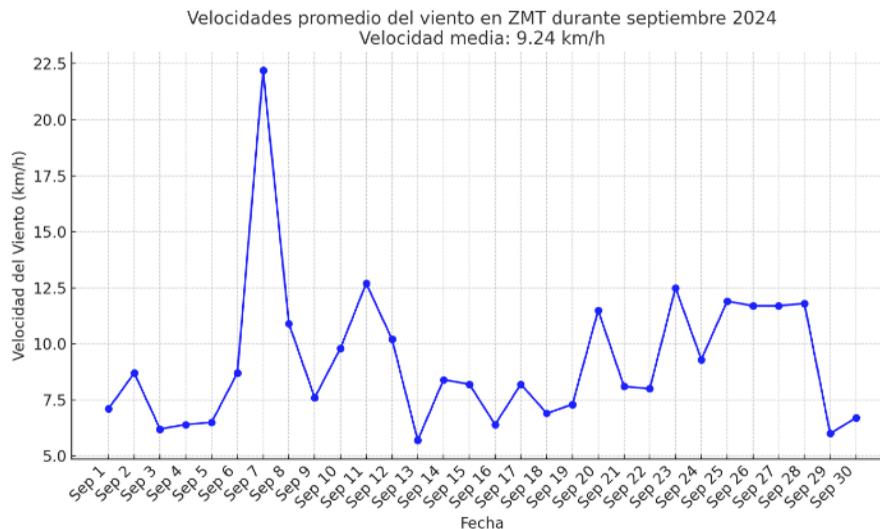
- Velocidades bajas (alrededor de 5.7 km/h): ocurrieron en días específicos, lo que pudo haber favorecido una ligera acumulación de contaminantes en algunas áreas, especialmente en zonas urbanas densamente pobladas.
- Velocidades moderadas (alrededor de 9.24 km/h): predominaron la mayor parte del mes, contribuyendo a una dispersión eficiente de contaminantes como las partículas PM2.5 y PM10, lo que resulta en una mejora general en la calidad del aire.
- Velocidades altas (hasta 22.2 km/h): aunque estos picos de viento contribuyen a dispersar contaminantes, también pueden generar resuspensión de partículas de polvo y afectar temporalmente la calidad del aire en áreas cercanas a fuentes de contaminación terrestre.

En la Zona Metropolitana de Toluca, donde la geografía del Valle puede limitar el movimiento del aire, las velocidades moderadas del viento en el mes de septiembre ayudaron a prevenir la acumulación de contaminantes. Esto es especialmente relevante en áreas urbanas con alta densidad de tráfico y actividad industrial, donde las partículas suspendidas (PM10 y PM2.5) pueden acumularse en días con bajas velocidades de viento.

Durante días con velocidades más bajas, el riesgo de episodios de mala calidad del aire aumenta, especialmente si coinciden con fenómenos de inversión térmica que atrapan contaminantes cerca del suelo. Sin embargo, en general, la velocidad del viento en septiembre fue suficiente para mantener la calidad del aire en niveles aceptables.

La velocidad media del viento en la Zona Metropolitana de Toluca durante septiembre de 2024 fue de 9.24 km/h, un valor que favoreció la dispersión de contaminantes y contribuye a una calidad del aire aceptable en la región. Sin embargo, es crucial seguir monitoreando no solo la velocidad del viento, sino también otros factores meteorológicos, como la temperatura y la presión, que también influyen en la calidad del aire.

A continuación, se presenta una gráfica con los valores diarios de velocidad del viento en la ZMVT durante septiembre de 2024.



<https://www.meteored.mx/toluca/historico>

La gráfica muestra las velocidades promedio del viento durante septiembre de 2024 en la Zona Metropolitana de Toluca. La velocidad media del viento en este mes fue de 9.24 km/h, lo que indica una dispersión moderada de contaminantes, contribuyendo a una calidad del aire generalmente favorable.

Fuente:

- Meteored. Histórico del clima. Septiembre 2024. <https://www.meteored.mx/toluca/historico>

# Precipitación mensual media

La lluvia puede ayudar a diluir las altas concentraciones de contaminantes atmosféricos. Dado que las partículas gruesas (PM10), como el polvo, la suciedad y el polen, son más grandes y pesadas que otras partículas, la lluvia puede ayudar a que las PM10 se depositen en el suelo más rápidamente que las partículas finas más pequeñas (PM2,5). Por ello, la lluvia puede ayudar a sedimentar los contaminantes visibles, diluyendo las altas concentraciones de contaminantes transportados por el aire. No obstante, es menos eficaz para diluir las PM2,5.

Investigadores de Langhou, China, midieron el impacto de la lluvia en las concentraciones de PM10, PM2,5 y PM1 en el aire entre 2005 y 2007, encontrando que las lluvias extremadamente intensas podían reducir en una pequeña cantidad las partículas contaminantes de mayor tamaño, pero no tenían casi ningún efecto en las partículas de menos de 2,5 micras. Al caer, las gotas de lluvia también pueden atraer partículas contaminantes aerosolizadas en un proceso denominado coagulación.

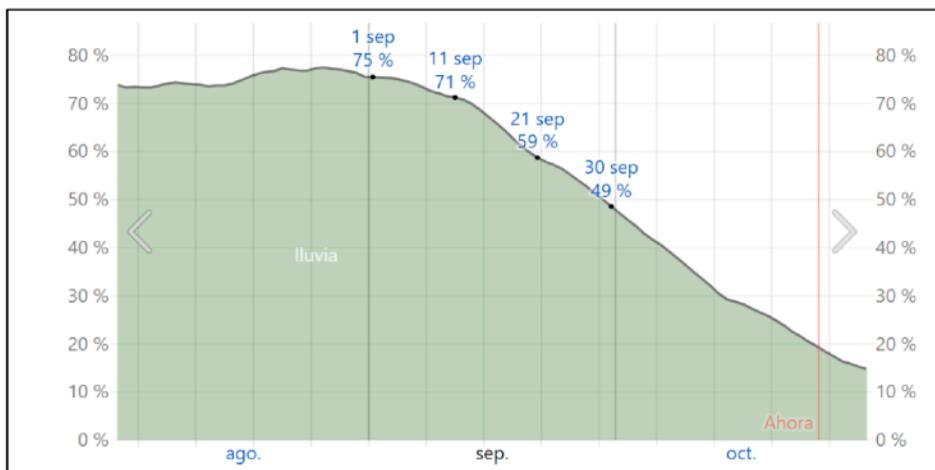
Otro artículo publicado en la Revista Científica Atmospheric Chemistry and Physics en 2015, difundió los hallazgos de investigaciones, respecto a que, cuanto más pequeña era una gota, más fácil era que el agua atrajera a los aerosoles; la baja humedad relativa también ayudaba en el proceso. Y, si la fuente de contaminación atmosférica es un incendio forestal, una lluvia intensa también puede ayudar a apagar el fuego y acabar con las emisiones de humo.

Otra investigación sobre las partículas de aerosol atmosférico, en las cuales los compuestos organosulfurados (OS) contribuyen hasta el 30 % del total de partículas orgánicas de aerosol en masa, se centró en comprender las interacciones de los OS con el vapor de agua en función de la humedad relativa (HR), a fin de evaluar su efecto climático; encontrando que, cuando está en equilibrio con la HR circundante, el grado de absorción de agua (es decir, higroscopicidad) afecta en gran medida los estados de fase de los aerosoles, las propiedades ópticas, la reactividad química y el potencial de formación de nubes. Los estudios de laboratorio han investigado la higroscopicidad de los compuestos de OS disponibles comercialmente y sintetizados en condiciones subsaturadas (HR < 100 %). Este tipo de estudios son importantes para determinar el grado de afectación al clima global directamente al dispersar la radiación solar o indirectamente al sembrar nubes. Recordando que los Óxidos de azufre (SOX) se forman por la combustión del azufre presente en el carbón y el petróleo; y con la humedad ambiente, los SOX forman aerosoles, incrementando el poder corrosivo de la atmósfera, disminuyendo la visibilidad y provocando la lluvia ácida.

Un contaminante del aire ambiente, es el carbono negro que se produce en los valles y ciudades como consecuencia de incendios de bosques, quema de pastigales, como resultado de la contaminación de los vehículos, quema de residuos agrícolas, uso de biomasa o la utilización de combustibles fósiles, y que puede alterar las propiedades y la distribución de las nubes. También puede modificar su comportamiento, lo que repercute directamente en la presencia de lluvias, ya que las nubes, con una elevada cantidad de carbono negro, ascienden a distintos niveles atmosféricos y alteran los ciclos de la lluvia y su localización. Del mismo modo, el carbono negro, junto con otros gases, producen las llamadas nubes marrones que poseen un gran impacto en determinadas regiones como el Ártico y Asia modificando los patrones de lluvia y de temperatura que eran característicos de los monzones. Este carbono negro también participa en la llamada lluvia ácida, producto de la acumulación de vapores y gases tóxicos, en un proceso en el que las nubes recogen la contaminación emitida por el ser humano y la devuelven en forma de agua contaminada durante las lluvias.

Según datos del sitio web sobre clima Weather spark, que utiliza datos climatológicos, incluida la nubosidad, precipitación, velocidad y dirección del viento y flujo solar provenientes de MERRA-2 Modern-Era Retrospective Analysis de la NASA, para combinar una variedad de medidas de área amplia en un moderno modelo meteorológico mundial que permite reconstruir la historia del clima, hora por hora de todo el mundo; para la Ciudad de Toluca, Méx. el promedio de lluvia durante el periodo de 30 días en una escala móvil disminuyó muy rápidamente, comenzando el mes con 127 milímetros, cuando rara vez excede 188 milímetros o es menos de 71 milímetros, y terminando el mes con 75 milímetros, cuando rara vez excede 126 milímetros o es menos de 35 milímetros.

GRAFICA 1 Probabilidad de precipitación en septiembre en Toluca de Lerdo

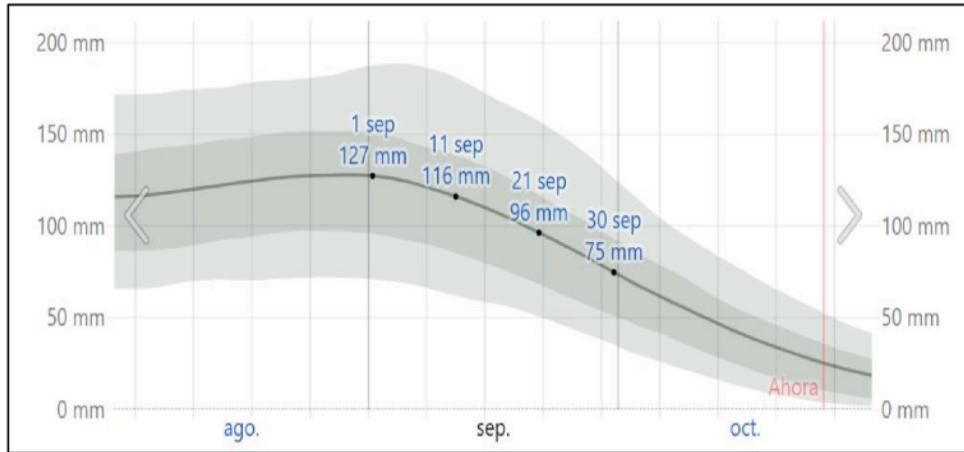


Fuente: Weather spark. <https://es.weatherspark.com/m/5577/9/Tiempo-promedio-en-septiembre-en-Toluca-de-Lerdo-M%C3%A9xico#Figures-PrecipitationProbability>

# Precipitación mensual media

Se considera que un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. En Toluca de Lerdo, la probabilidad de un día mojado durante septiembre disminuye muy rápido: comienza el mes en 75 % y termina en 49 %. Como referencia, la probabilidad más alta del año de tener un día mojado es el 79 % el 2 de julio, y la probabilidad más baja es el 1 % el 7 de diciembre.

**GRÁFICA 2.- Promedio mensual de lluvia en septiembre en Toluca de Lerdo**



Fuente: Weathe spark. <https://es.weatherspark.com/m/5577/9/Tiempo-promedio-en-septiembre-en-Toluca-de-Lerdo-M%C3%A9xico#Figures-PrecipitationProbability>

Con datos de la Red de Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), del Gobierno del Estado de México, para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; se puede observar que para el mes de septiembre 2024, solamente ocho días se superó el valor límite normado para PM10 y PM2.5; siendo principalmente los días del 14 al 18 de septiembre, justamente cuando la gráfica de precipitaciones va disminuyendo su intensidad, lo que abona a la percepción de que la lluvia precipita este tipo de contaminantes, especialmente los de mayor dimensión PM10 que solamente excedieron el valor normado, los días 5, 9, 10 y 18 del mes.

#### Fuentes consultadas:

- IQ AIR. Cómo afectan el viento y el tiempo a la contaminación atmosférica. <https://www.iqair.com/mx/newsroom/wind-weather-airpollution?srsId=AfmBOoobKteAhDvS3c3y0NTQ5YTE33pgC5phX47HyRe2FalnJOMmkax>
- Unión Europea de Geociencias. Zi Jun Li, Ángela Buchholz y Noora Hyttinen. Predicción del crecimiento higroscópico de partículas de aerosol de organosulfurados utilizando COSMOtherm. <https://acp.copernicus.org/articles/24/11717/2024/>
- SEMARNAT. Calidad del aire: una práctica de vida. Primera edición 2013. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>
- FUNDACION AQUAE. El agua, afectada por la contaminación del aire. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/como-afecta-la-contaminacion-del-aire-al-agua/>
- RAMA. Reporte horario <https://rama.edomex.gob.mx/calidaddelaira>

# Zona Metropolitana del Valle de Toluca

## Flora

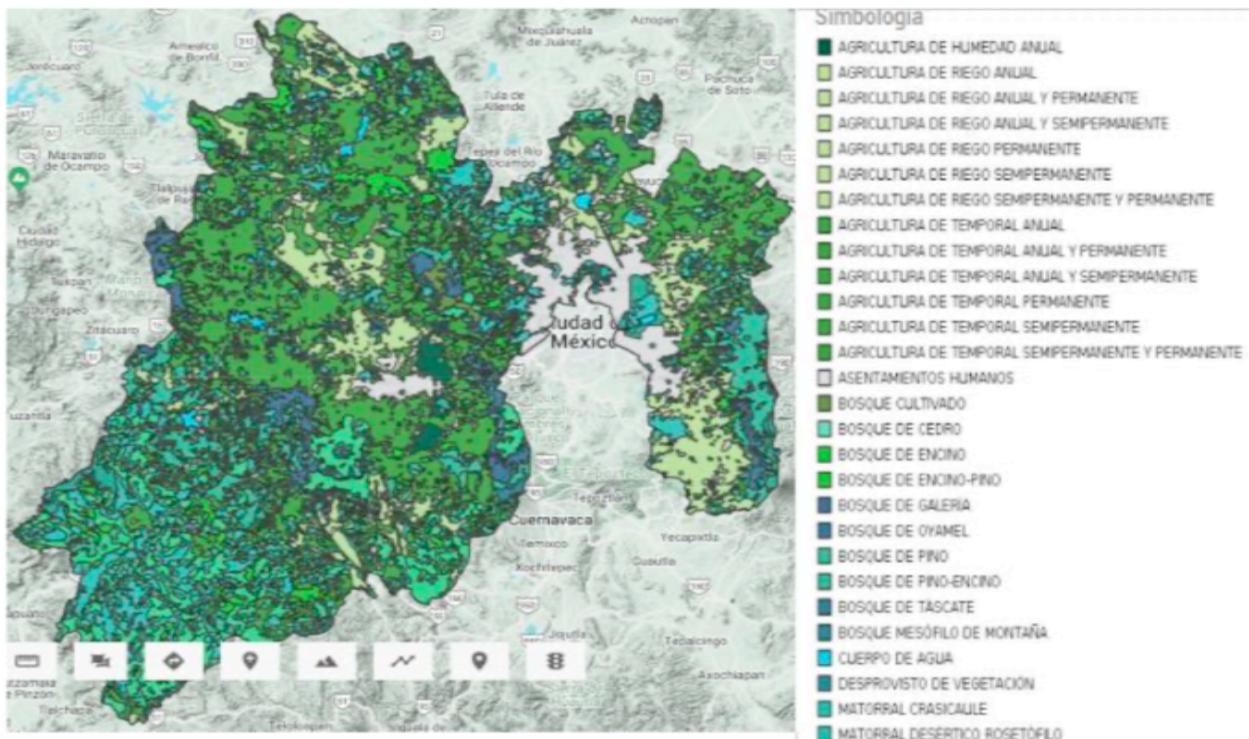
### La flora y su influencia en la calidad del aire

El término polinosis fue introducido por Bostock en 1819 para describir la alergia al polen, también denominada “fiebre del heno”. Actualmente la definición más aceptada para esta entidad es la inflamación de la mucosa nasal y/o conjuntival y/o bronquial, causada por alérgenos contenidos en los granos de polen a través de un mecanismo inmunológico mediado por la Inmunoglobulina E (IgE). La alergenidad del polen no solo se encuentra relacionada con su concentración ambiental, la cual está dada básicamente por los parámetros meteorológicos regulares, el transporte del mismo a grandes distancias y la propagación de especies vegetales, sino también se debe al efecto que produce en los mismos la contaminación ambiental y el cambio climático.

La época de mayor abundancia anual de pólenes (mayor riqueza y cantidad de granos) es el tiempo de sequía (noviembre a abril), debido a que en esta temporada muchos árboles polinizan, además de que los elementos meteorológicos presentes en este periodo — humedad relativa baja, poca precipitación pluvial y la alta velocidad del viento— ayudan a la suspensión y transportación de los pólenes en el ambiente. Por el contrario, en la temporada de lluvias (mayo a octubre) hay menor riqueza y bajas concentraciones de polen, por la elevada precipitación y la alta humedad relativa.

Con relación a los diferentes tipos polínicos se encontró que los árboles constituyen el grupo más rico y denso durante ambas temporadas, pero el número de taxa y la densidad fueron mayores en la época de sequías respecto a lo que se colecta en la época de lluvias. Los pólenes de árboles que sobresalen en general por ser encontrados de manera muy numerosa en estos trabajos son Pinus, Fraxinus, Cupressaceae, Alnus, Liquidambar, Callistemon y Casuarina. Por otra parte, el polen de malezas y de pastos puede detectarse a lo largo de todo el año, pero el pico máximo de productividad de este tipo de granos se da durante la temporada de lluvias. Las malezas que más han sido reseñadas debido a su abundancia son miembros de la familia Compositae, Chenopodiaceae y el género Ambrosia, y para pastos son los miembros de la familia Gramineae.(2)

### Mapa: Flora en el Estado de México (1)



# Zona Metropolitana del Valle de Toluca

## Flora

No.	Municipio	Flora
5	Almoloya de Juárez	El municipio forma parte de un grupo en el cual se encuentra un parque estatal decretado en 1980 llamado "Otomí-Mexica, parque ecológico turístico y recreativo La Bula" que tiene una superficie de 105,875 hectáreas de lo cual 57.57 pertenecen al Centro Ceremonial Otomí. En el municipio de acuerdo a datos oficiales del INEGI 2010, se registró una superficie reforestada de 21.98 hectáreas las cuales comprenden 13,150 pinos, 500 de oyamel, 300 de cedro y 8,030 de otras especies.
6	Almoloya del Río	Vegetación pastizal (2.09%), arboles: de hoja caduca, de hoja perenne y arbustos: para controlar ángulos solares bajos.
12	Atlixpán	La vegetación la constituyen pastizales y matorrales, en cuanto al suelo para el uso de parque, lo comprende una zona ubicada al sur de la cabecera municipal, en el cerro del Tepetzoco, con una superficie de 7.66 has, que representan el 1.29% de la superficie no urbanizable.
18	Calimaya	Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca. En esta porción existe bosque de pino, constituido por comunidades de alta montaña, entre los 3 000 y 4 000 msnm, frecuentemente la única especie, aunque en algunas áreas está asociado con <i>Alnus firmifolia</i> , principalmente sobre laderas con pendientes poco pronunciadas. El estrato herbáceo es más denso y se encuentra representado principalmente por especies de gramíneas amacolladas. Entre los 2 500 y 2 900 msnm se localizan las siguientes especies de gramíneas: <i>Calamagrostis toluensis</i> , <i>Festuca toluensis</i> , <i>Muhlenbergia quadridentata</i> , <i>M. montana</i> , <i>M. mucrona</i> y <i>Piptochaetium</i> , las cuales son útiles para el pastoreo de animales domésticos. En algunos sitios de pastizal, donde la humedad del suelo es mayor o cerca de los arroyos, está presente <i>Potentilla candicans</i> . "Las bajas temperaturas registradas en los terrenos planos durante la época invernal impiden que pueda prosperar otro tipo de vegetación distinta a la que crece en forma Natural".
19	Capulhuac	El uso forestal comprende 183.49 Ha, que representan el 8.53% de la superficie total, principalmente bosque de encino, cuyo aprovechamiento es orientado a la comercialización industrial y para leña, también se ubica el bosque de encino-pino y bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y cuya finalidad es la comercialización industrial. El uso del suelo con pastizal inducido cuyo propósito es la comercialización de forraje y leña abarca una superficie de 46.55 Ha, y representa el 2.16% del territorio municipal.
27	Chapultepec	Cuenta con un parque para la recreación y el sano esparcimiento ubicado en el cerro del Chapulín, con una extensión de 11.15 hectáreas (0.93%). La última reforestación de la que se tiene registro fue de 545 árboles. La actividad agrícola se centra en la siembra en la avena forrajera y el maíz grano. Pues de las 725 has, 710 en el 2012 fueron de maíz grano y las restantes 15 has es la superficie sembrada de avena forrajera.
43	Juatlaco	El uso de suelo forestal, es el que abarca la mayor parte del territorio municipal. Aquí habitan especies de pino, oyamel, ocote y cedro. Mientras que en la porción del pie de monte se observan algunas comunidades latifoliadas (encinos) formando islas. El uso de bosque en la zona fuera del parque comprende 33.6 has., que representan el 0.36% del territorio.
51	Lerma	Cabe destacar que el uso de suelo que predomina es el forestal, con una superficie de 13,465.88 ha. Las áreas naturales protegidas y sitios de valor histórico en el municipio de Lerma son el Parque "Otomí-Mexica", el Parque "Miguel Hidalgo" mejor conocido como "La Marquesa" y "Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria del Río San Lorenzo". Aquí habitan especies de pino, oyamel, ocote y cedro.
54	Metepec	La vegetación en el territorio se conforma por pastizales, matorrales y arbustos.
56	Mexicalzingo	En el municipio no cuenta con áreas naturales protegidas a su interior. La vegetación en el territorio se conforma por pastizales, matorrales y arbustos.
62	Ocoyoacac	El uso forestal se localiza al norte, este, suroeste y sureste del municipio, está formado por bosques de coníferas ( <i>Abies religiosa</i> , <i>Pinus</i> sp y <i>Quercus</i> ), dividido en zonas protegidas y zonas no protegidas. La zona forestal no protegida corresponde al área comprendida por los derrames lávicos pertenecientes a la Cordillera del Pedregal que conforman un bosque conservado de encinos.
67	Otzolotepec	La vegetación en el territorio se conforma por bosque y pastizal con el 30.34% y el 7.39% respectivamente.
72	Rayón	Debido a las características geológicas y edafológicas del suelo, la mayor parte de este es utilizado para la agricultura con un total del 87.30% de la superficie total municipal. La vegetación en el territorio se conforma por pastizales, matorrales y arbustos.
73	San Antonio la Isla	La distribución espacial de los usos del suelo: 2,065.00 (85.5%), para el uso agrícola. La vegetación en el territorio se conforma por pastizales, matorrales y arbustos.
76	San Mateo Atenco	El territorio municipal es plano, en términos generales, ya que presenta pendientes máximas del 2%, por lo que es apto para el desarrollo urbano. La vegetación en el territorio se conforma por pastizales, matorrales y arbustos.
87	Tenocaya	Aquí habitan especies de pino, oyamel, ocote y cedro.
90	Tenango del Valle	El uso forestal es una actividad importante en el municipio en virtud de que los bosques de diferentes especies ocupan una superficie significativa. El tipo de bosque que más predomina es el de pino-encino con una superficie de 17,576 km <sup>2</sup> ; bosque de pino con 11,551 km <sup>2</sup> ; bosque de encino con 8,683 km <sup>2</sup> ; bosque de encino-pino con 3,937 km <sup>2</sup> ; bosque de oyamel con 2,378 km <sup>2</sup> y una pequeña superficie de 0.618 km <sup>2</sup> de bosque mesófilo de montaña, teniendo así, un bosque total de 44,746 km <sup>2</sup> .
98	Texcalyacac	Uso forestal, con una superficie de 406 has., que representan el 22.56 %, ubicadas al sur del territorio del municipio ocupadas por los parques "Tecula" y "Nahuatlaca-Matlazinca", mismas que son áreas protegidas de control Municipal y Estatal respectivamente.
101	Tlaxianguenco	Parque: 5,551.54 hectáreas, lo que representa el 42.1% de la superficie municipal; Bosque: 492.48 hectáreas, lo que representa el 3.7% de la superficie municipal y Área de Protección de Flora y Fauna: 695.43 hectáreas lo que representa el 5.3% de la superficie municipal.
106	Toluca	Dentro de su territorio se encuentran ubicadas 6 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de las 73 existentes en la entidad. Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (2013) 31,416 hectáreas, Bosque de Pino, Bosque Mixto y Pastizal de Alta Montaña, Parque Estatal Sierra Morelos (1976) 1,255 hectáreas, Bosque Inducido y Pastizal, Parque Estatal Alameda 2000 San José de Pile (1993) 176 hectáreas, Bosque Inducido, Parque Matlazinca Calvario de Toluca, (1986) 10 hectáreas, Bosque Inducido; Presa José Antonio Alzate (2006) 11,529 hectáreas, Pastizales, matorrales, Ocotes, Oyamel, encino, Parque Estatal "Parque Ecológico Zacangó" (2016) 159.22 hectáreas, Eucaliptos, pinos, encinos, cedros, yuca, plantitas de ornato y pastizales inducidos.
115	Xonacatlán	Bosque 882.67 hectáreas, representando el 26.85% de la superficie del municipio. Para efectos del desarrollo de la descripción del Uso Actual del Suelo, se ha dividido la superficie municipal en 2 zonas: Zona que se ubica fuera del parque Otomí-Mexica, ocupa el 80.35% del territorio municipal, predominando el uso agrícola con el 44.51%, seguido por el área urbana con el 19.28%, y el bosque con el 15.04%. Zona del Parque Otomí-Mexica, ocupa el 19.65% del territorio municipal, este porcentaje se integra por la mayor parte del área urbana de las localidades de Mimiapan y Tajoocillos con un 4.44%, un 3.40% destinado a actividades agrícolas y un 11.81% de bosque protegido.
118	Zinacantan	El Bosque de Oyamel, también se encuentra en un gran porcentaje del territorio, abarcando 14.4% del total del territorio, es decir, un total de 45.05 km <sup>2</sup> . Este tipo de vegetación se localiza en la parte suroeste de Zinacantan en las laderas del cerro el Calvario y La Cañera a una altitud de 3,600 a 3,700 msnm, respectivamente. El bosque de oyamel presenta una altura promedio de 30 m. Bosque cultivado 126.64 hectáreas, representando el 40.3% de la superficie municipal. Bosque de oyamel 45.05 hectáreas, representando el 14.4% de la superficie municipal. Bosque de pino 10.89 hectáreas, representando el 3.5% de la superficie municipal. Bosque de pino-encino 0.24 hectáreas, representando el 0.1% de la superficie municipal. Pastizal inducido 19.74 hectáreas, representando el 6.3% de la superficie municipal. Vegetación secundaria arborea bosque de oyamel 0.05 hectáreas, representando el 0.0% de la superficie municipal. Vegetación secundaria arborea bosque de pino 53.08 hectáreas, representando el 16.9% de la superficie municipal. Vegetación secundaria arbustiva bosque de oyamel 0.93 hectáreas, representando el 0.3% de la superficie municipal. Vegetación secundaria arbustiva bosque de pino 4.79 hectáreas, representando el 1.5% de la superficie municipal.

Fuente:

- IGCEM (2024). Ecosistema de datos geoestadísticos del Estado de México y sus municipios. Consultado el 06 de octubre de 2024. Disponible en <https://ecogem.edomex.gob.mx/EcosistemaGeoestadisticoEdomex/portal/visorECOGEM.do>
- Terán, Luis Manuel (2009). Alergia, pólenes y medio ambiente. Consultado el 02 de octubre de 2024. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2009/gm093f.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Urbano e Infraestructura (2024). Planes municipales de desarrollo urbano. Consultado el 08 de octubre de 2024. Disponible en [https://sedui.edomex.gob.mx/planes\\_municipales\\_de\\_desarrollo\\_urbano](https://sedui.edomex.gob.mx/planes_municipales_de_desarrollo_urbano)