



Informe
**La calidad
del aire
en la ciudad
de Madrid
durante 2018**

9 enero 2019





Informe La calidad del aire en la ciudad de Madrid durante 2018

Edita: Ecologistas en Acción,
Marqués de Leganés 12, 28004 Madrid
Tel. 915312739 Fax: 915312611
www.ecologistasenaccion.org
airelimpio@ecologistasenaccion.org

Hecho público el 9 de enero de 2019

Ecologistas en Acción agradece la reproducción y divulgación de los contenidos de este informe siempre que se cite la fuente.

- ▶ Principales conclusiones del informe, 3
- ▶ El marco legal para la calidad del aire, 5
- ▶ Qué pasa con el aire en la ciudad de Madrid, 6
- ▶ La red de medición de la contaminación de la ciudad de Madrid, 7
- ▶ Dióxido de nitrógeno (NO₂), 9
- ▶ Partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5}), 11
- ▶ Ozono troposférico (O₃), 13
- ▶ Contaminación por zonas, 15
- ▶ Contaminación atmosférica, un problema estructural en Madrid, 18
- ▶ Anexos (tablas resumen), 21

Principales conclusiones del informe

Los datos de este informe se basan en los registros oficiales de las 24 estaciones de medición de la contaminación del Ayuntamiento de Madrid durante 2018.

- En la actualidad los contaminantes más problemáticos en la ciudad de Madrid son el dióxido de nitrógeno (NO₂), las partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2,5}, partículas menores de 10 o 2,5 micras, respectivamente) y el ozono troposférico (O₃).

- En 2018, como ocurre año tras año en la capital, se han superado valores límite de protección a la salud humana fijados por la legislación europea, tanto para NO₂ como para O₃, así como valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), más estrictos, para las partículas en suspensión.

- **Sin embargo, en el año 2018 se ha producido un notable descenso de la contaminación en la capital, no solo en comparación con los valores registrados en 2017 (un año con condiciones meteorológicas particularmente adversas), sino teniendo en cuenta la serie histórica completa de la actual red de medición de la contaminación (desde el año 2010).** Así, en 2018 se han alcanzado los valores más bajos de la serie histórica para algunos parámetros relacionados con la contaminación por NO₂ (valor límite horario) o por PM₁₀ (valor límite anual). En cuanto a la contaminación por ozono troposférico, los valores registrados en 2018 han sido similares a los de los años anteriores.

- Los factores que han contribuido a la reducción de la contaminación registrada durante el año 2018 han sido: unas condiciones meteorológicas imperantes favorables a la dispersión de la contaminación durante buena parte del año; la puesta en marcha por parte del Ayuntamiento de medidas de limitación del tráfico como Madrid Central y el nuevo protocolo anticontaminación, que han contribuido a mitigar el efecto de las malas condiciones meteorológicas del último mes; una

tendencia a la reducción del tráfico en la capital, según apuntan los datos preliminares para 2018 del Ayuntamiento de Madrid.

- En Madrid, la causa principal de la contaminación atmosférica es, con mucho, el tráfico. Por lo tanto, las medidas para mejorar la calidad del aire deben orientarse a reducir el uso del coche en la ciudad.

Contaminación por dióxido de nitrógeno (NO₂):

- ▶ El valor límite anual de contaminación por NO₂ para la protección de la salud humana está fijado en 40 microgramos por metro cúbico (µg/m³) de concentración media anual. En 2018, 7 de las 24 estaciones de la red rebasaron dicho valor. En 2017 fueron 15 las estaciones que superaron el valor límite legal.
- ▶ La legislación europea establece también un valor límite horario de NO₂, para proteger a la población de la exposición a los altos niveles de este contaminante que se dan durante los episodios de pico de contaminación. El valor límite horario para el NO₂ está establecido en 200 µg/m³, límite que no debería rebasarse más de 18 horas al año en ninguna estación. En el año 2018, solo 2 estaciones de toda la red rebasaron el valor límite horario de NO₂, algo sin precedentes hasta la fecha. En 2017 fueron 7 las estaciones que vulneraron este límite.
- ▶ A pesar de la significativa mejora ocurrida durante 2018, **la ciudad de Madrid acumula un año más de vulneración de los valores límite legales para NO₂. Por lo tanto, la ciudad suma ya nueve años consecutivos (2010-2018) de incumplimiento de límites legales para NO₂ que según la directiva 2008/50/CE no debían sobrepasarse desde 2010.**

Partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5})

- ▶ En 2018, como en años anteriores, aunque ninguna de las estaciones superó el valor límite legal anual de PM₁₀ (40 µg/m³), 4 de las 13 estaciones que miden PM₁₀ superaron el valor límite anual recomendado por la OMS (20 µg/m³), si bien por un estrecho margen (una estación registró 23 µg/m³ y las otras tres 21 µg/m³).
- ▶ En cuanto a las partículas más finas, PM_{2.5} –las más perniciosas para la salud– 2 de las 7 estaciones que miden dichas partículas superaron el valor límite anual recomendado por la OMS (10 µg/m³) también por un estrecho margen (13 y 11 µg/m³, respectivamente).

Ozono troposférico (O₃).

- ▶ Durante el año 2018, 6 de las 14 estaciones que miden la contaminación por O₃ registraron más de 25 superaciones del valor límite legal octohorario (120 µg/m³). Atendiendo al criterio establecido por la OMS (100 µg/m³), 13 de las 14 estaciones rebasaron ampliamente las 25 superaciones del valor límite recomendado.
- ▶ Por otro lado, 3 de las 14 estaciones que miden la contaminación por O₃ registraron superaciones del umbral de información a la población (180 µg/m³ durante 1 hora).

- La contaminación atmosférica incide en la aparición y agravamiento de enfermedades respiratorias, así como enfermedades vasculares y cánceres. La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) calcula en su último informe que por esta causa fallecen prematuramente unas 400.000 personas al año en la UE-28, alrededor de 28.000 de ellas en España. En nuestro país fallecen 24 veces más personas a causa de la

contaminación atmosférica que por los accidentes de tráfico en carretera.

- Los datos registrados indican que, un año más, la calidad del aire de la ciudad de Madrid sigue sin cumplir los valores límite marcados por la legislación europea, y por tanto incumple también los valores recomendados por la OMS (más estrictos) para una adecuada protección de la salud.

- Para Ecologistas en Acción, dado que la principal fuente de contaminación atmosférica en la ciudad de Madrid es el tráfico rodado, cualquier intento serio de reducir los niveles de contaminación pasa por disminuir el uso del automóvil en la ciudad.

- El año 2018 marca un hito importante en la lucha contra la contaminación atmosférica en la ciudad de Madrid. Tras más de dos décadas de sucesivos gobiernos municipales del PP, caracterizados por una persistente inacción frente al problema, la actual corporación municipal, surgida de las elecciones municipales de 2015, comenzó la legislatura exhibiendo un enfoque diferente. Por fin unas autoridades municipales, responsables de velar por la calidad del aire, reconociendo abiertamente que la contaminación atmosférica es ante todo un serio problema de salud pública, y que es necesario aplicar medidas de limitación del uso del coche en la ciudad para conseguir una calidad del aire saludable. La redacción y tramitación del plan de reducción de la contaminación atmosférica, conocido como Plan A, ha consumido buena parte de la legislatura (más de lo que hubiese sido deseable). Finalmente, el 30 de noviembre de 2018 se puso en marcha Madrid Central, una de las medidas más importantes del Plan A, tras sortear todos los obstáculos que pusieron tanto la oposición municipal como el Gobierno regional. Transcurrido su primer mes de vigencia, los datos sugieren que constituirá una medida muy eficaz para mejorar la calidad del aire de la ciudad.

El marco legal para la calidad del aire

A mediados de los años 90 la UE inició un desarrollo legislativo con el fin de mejorar la calidad del aire en las ciudades europeas. La Directiva 96/62/CE (llamada Directiva *madre*), establecía los contaminantes a medir, los sistemas para realizar estas medidas y la obligación de designar autoridades responsables de asegurar la calidad del aire y de informar al público. Más tarde se redactaron diversas Directivas *hijas* (entre ellas las directivas 1999/30/CE y 2000/69/CE), que fijaban los límites de los distintos contaminantes a considerar.

Con 15 meses de retraso, se aprobó el Real Decreto 1073/2002 (de 18 de octubre), en el que se incluían las obligaciones de las dos primeras Directivas hijas. Según el citado Real Decreto, son las Comunidades Autónomas las administraciones encargadas de velar por la calidad del aire en el conjunto del territorio, si bien hay excepciones, como es el caso de la ciudad de Madrid, donde la administración responsable es el Ayuntamiento de Madrid, puesto que ya disponía de una red de medición de la calidad del aire con anterioridad a la aprobación de la legislación europea. Posteriormente se incorporó a nuestra legislación la Ley 34/2007, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.

En mayo de 2008 entró en vigor una nueva Directiva europea, la 2008/50/CE, que “por motivos de claridad, simplificación y eficacia administrativa”, revisó, refundió y fusionó las cinco directivas anteriores relativas a la calidad del aire. La aprobación de dicha directiva supuso un grave retroceso en los estándares de calidad del aire y protección a la salud en la UE, puesto que establecía valores límite muy laxos para algunos de los contaminantes más problemáticos. Así, en el caso de las partículas en suspensión (PM₁₀), la directiva fija valores límite notablemente superiores, no solo a los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para una adecuada protección de la salud humana,

sino incluso a los que la propia legislación europea anterior tenía previsto aplicar a partir de 2005. Por otro lado, la directiva abría la posibilidad de solicitar prórrogas de hasta cinco años a los Estados miembro que incumplían sistemáticamente valores límite, como era el caso de España.

Este retroceso legislativo resultaba injustificable desde un punto de vista social y ambiental, pues en definitiva ha permitido que permanezcan dentro de los límites legales numerosas zonas o regiones que no cumplen con unos estándares adecuados de protección a la salud (es decir, que exceden los valores recomendados por la OMS). De este modo, se evita la necesidad de acometer medidas estructurales de calado para mejorar la calidad del aire, mediante el maquillaje legal de hacer pasar como saludables niveles de contaminación que se sabe que son nocivos para la salud.

La directiva fue traspuesta a la legislación española (considerablemente fuera de plazo), con la aprobación, el 28 de enero de 2011, del R.D. 102/2011 relativo a la mejora de la calidad del aire.

De modo que en la actualidad, **los textos legales más relevantes para la calidad del aire en el Estado español son: la Directiva europea 2008/50; la Ley 34/2007, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera; y el R.D. 102/2011 relativo a la mejora de la calidad del aire.**

Qué pasa con el aire en la ciudad de Madrid

Los contaminantes más problemáticos en la ciudad de Madrid actualmente son: el **dióxido de nitrógeno (NO₂)**, las **partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5}**, partículas menores de 10 o 2,5 micras, respectivamente), y el **ozono troposférico (O₃)**, que ha irrumpido con fuerza en la capital desde el año 2013. En los últimos años se vienen superando los valores límite de protección a la salud humana fijados por la legislación europea –o bien los valores recomendados por la OMS (más estrictos)– para dichos contaminantes.

Los datos no dejan lugar a dudas: **en Madrid el factor más importante en el deterioro de la calidad del aire es el automóvil**. Tanto el “Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Ciudad de Madrid” (Plan A; Ayuntamiento de Madrid), como la “Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020” (Plan azul +, Comunidad de Madrid), coinciden en señalar al sector del “transporte por carretera” como el principal causante de las emisiones contaminantes en general, y especialmente destacado en lo que se refiere a las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x). Así, las modelizaciones realizadas para evaluar las medidas contempladas en el Plan A, indican que el tráfico de la capital es responsable del 75% de los niveles de NO_x que se registran por término medio en el conjunto de la ciudad (en muchos puntos concretos la contribución de las emisiones de los vehículos rebasa ampliamente el 80%).

Los actuales niveles de contaminación atmosférica de la ciudad de Madrid representan un problema de salud pública de gran calado. La contaminación atmosférica incide en la aparición y agravamiento de enfermedades respiratorias, así como enfermedades vasculares y cánceres. El último informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, octubre de 2018), con datos de 2015, estima que anualmente fallecen prematuramente unas 400.000 personas al año en la UE-28. Para España, el número de muertes prematuras

anuales atribuible a los distintos contaminantes se distribuye del siguiente modo: 27.900 a causa de las partículas PM_{2.5}, 8.900 imputables al NO₂ y 1.800 debidas al O₃. En nuestro país fallecen 24 veces más personas a causa de la contaminación atmosférica que por los accidentes de tráfico en carretera (1.180 muertos en 2018).

Entre los años 2007 y 2014 se produjo una tendencia a la baja del tráfico motorizado en la capital, influida en buena medida por la situación de crisis económica. La tendencia cambió en los años 2015 y 2016, observándose una situación de estabilidad e incluso un cierto repunte del tráfico, al menos en algunas zonas de la ciudad. Finalmente en los últimos dos años parece que se ha recuperado la tendencia a la disminución del tráfico. Así por ejemplo, según los datos sobre intensidades medias de tráfico del Ayuntamiento de Madrid para la M-30, en el período 2007-2014 el tráfico por esta vía se redujo un 4,5%. A continuación entre 2014-2016 se incrementó un 3,3% y finalmente entre 2016-2018 se ha reducido de nuevo un 2,3%.

Junto con el tráfico motorizado, un factor determinante de los niveles de contaminación atmosférica que finalmente se registran en Madrid son las condiciones meteorológicas imperantes cada año, que pueden contribuir bien a aliviar la situación, si favorecen la dispersión de los contaminantes, o por el contrario a agravarla, si su efecto es la concentración de los mismos en el aire urbano. Así, mientras que en el año 2017 predominaron condiciones meteorológicas adversas, con situación de sequía y elevado número de episodios de anticiclón con fenómenos de inversión térmica, en 2018 la meteorología fue en términos generales favorable a la dispersión, si bien la situación empeoró sensiblemente durante el mes de diciembre y los primeros días del año 2019.

La red de medición de la contaminación de la ciudad de Madrid

Resumimos a continuación los rasgos generales de la red. Cuenta con 24 estaciones que pueden clasificarse en tres categorías en cuanto al tipo de ambiente en el que se ubican: **9 estaciones de tráfico** (situadas próximas al viario), **12 estaciones de fondo urbano** (más alejadas del tráfico, generalmente en parques o calles y plazas con tráfico reducido) y **3 estaciones suburbanas** (situadas fuera del núcleo urbano consolidado).

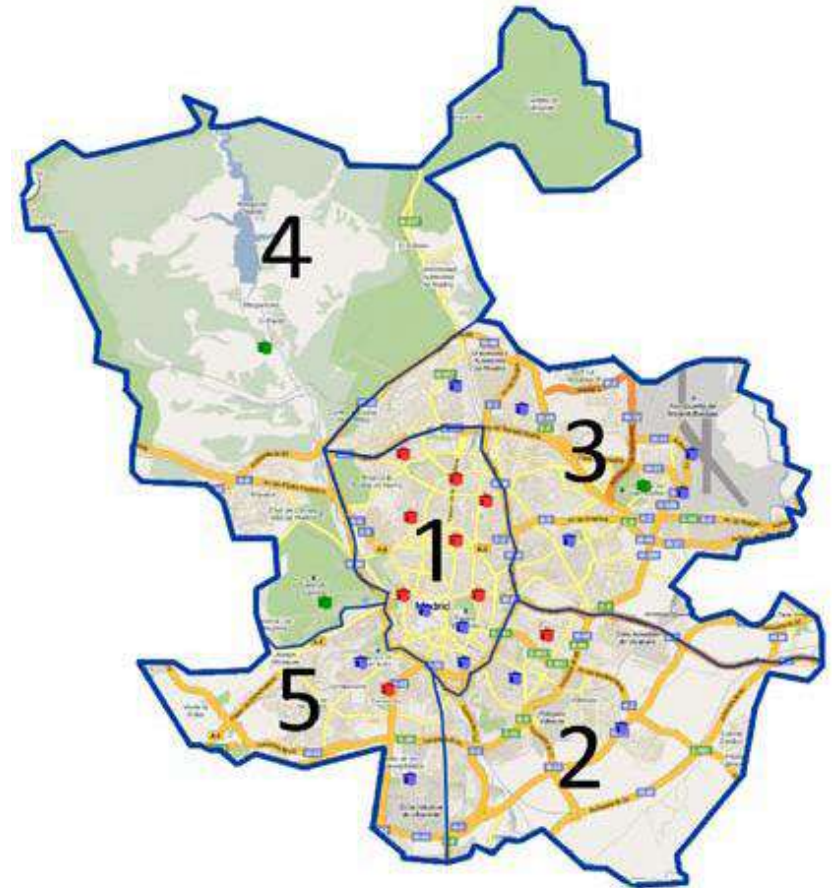
Es importante destacar que en cada estación de la red no se miden las concentraciones de todos los contaminantes indicados por la legislación, sino que cada contaminante se evalúa solo en un subconjunto de las estaciones. Así, para el caso de los contaminantes que se analizan en este informe, tenemos que el NO₂ se mide en las 24 estaciones, las partículas PM₁₀ en 13 de ellas, las partículas PM_{2,5} en 7 (de entre las 13 que evalúan PM₁₀) y el O₃ se registra en 14 estaciones (véase la distribución en la Tabla 1). Por otro lado, el Ayuntamiento ha establecido una zonificación de la ciudad de Madrid (que se muestra en la Figura 1) orientada a la gestión de situaciones de altos niveles de contaminación, como los picos de contaminación por NO₂, que ponen en marcha la aplicación del protocolo de actuación aprobado por el Ayuntamiento de Madrid a tal fin.

Tabla 1. Red de estaciones de medición de la calidad del aire de la ciudad de Madrid.

| Zona | Estación | Tipo | Distrito | NO ₂ | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ |
|---------------|------------------|---------|----------------|-----------------|------------------|-------------------|----------------|
| 1 | Pza. de España | Tráfico | Moncloa | Si | | | |
| | Esc. Aguirre | Tráfico | Salamanca | Si | Si | Si | Si |
| | Ramón y Cajal | Tráfico | Chamartín | Si | | | |
| | Cuatro Caminos | Tráfico | Chamberí | Si | Si | Si | |
| | Barrio del Pilar | Tráfico | Fuencarral | Si | | | Si |
| | Castellana | Tráfico | Chamartín | Si | Si | Si | |
| | Pza. Castilla | Tráfico | Tetuán | Si | Si | Si | |
| | Pza. del Carmen | FU | Centro | Si | | | Si |
| | Méndez Álvaro | FU | Arganzuela | Si | Si | Si | |
| | Retiro | FU | Retiro | Si | | | Si |
| 2 | Mortalaz | Tráfico | Mortalaz | Si | Si | | |
| | Vallecas | FU | Pte. Vallecas | Si | Si | | |
| | Ens. Vallecas | FU | Villa Vallecas | Si | | | Si |
| 3 | Arturo Soria | FU | Ciudad Lineal | Si | | | Si |
| | Barajas Pueblo | FU | Barajas | Si | | | Si |
| | Urb. Embajada | FU | Barajas | Si | Si | | |
| | Sanchinarro | FU | Hortaleza | Si | Si | | |
| | Tres Olivos | FU | Fuencarral | Si | Si | | Si |
| Juan Carlos I | Sub | Barajas | Si | | | Si | |
| 4 | Casa Campo | Sub | Moncloa | Si | Si | Si | Si |
| | El Pardo | Sub | Fuencarral | Si | | | Si |
| 5 | Fdez. Ladreda | Tráfico | Usera | Si | Si | Si | Si |
| | Villaverde | FU | Villaverde | Si | | | Si |
| | Farolillo | FU | Carabanchel | Si | Si | | Si |

FU: estaciones de fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas.

Figura 1. Zonificación del municipio de Madrid para la determinación de alertas de dióxido de nitrógeno (NO₂). En el mapa se muestran en rojo las estaciones de tráfico, en azul las estaciones de fondo urbano y en verde las estaciones suburbanas.



Dióxido de nitrógeno (NO₂)

El NO₂ presente en el aire de las ciudades proviene en su mayor parte de la oxidación del NO, cuya fuente principal son las emisiones originadas en los motores de combustión de los automóviles, sobre todo los diésel. El NO₂ constituye un buen indicador de la contaminación debida al tráfico rodado. Por otro lado, el NO₂ interviene en diversas reacciones químicas en la atmósfera, dando lugar tanto a la producción de ozono troposférico como de partículas en suspensión secundarias menores de 2,5 micras (PM_{2.5}). De modo que a la hora de considerar los efectos del NO₂ sobre la salud se deben tener en cuenta no solo los efectos directos que provoca, sino también su condición de marcador de la contaminación debida al tráfico (que genera muchos otros contaminantes nocivos para la salud) y su condición de precursor de otros contaminantes importantes.

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) son en general muy reactivos y al inhalarse afectan al tracto respiratorio. El NO₂ afecta a los tramos más profundos de los pulmones, inhibiendo algunas funciones de los mismos, como la respuesta inmunológica, disminuyendo la resistencia a las infecciones. Los niños y asmáticos son los más afectados por exposición a concentraciones agudas de NO₂. Asimismo, la exposición a largo plazo a concentraciones moderadas de NO₂ se ha asociado con incrementos en enfermedades respiratorias crónicas y la disminución de la capacidad funcional pulmonar.

La legislación europea sobre calidad del aire establece dos tipos de valores límite para la contaminación por NO₂: un valor límite anual y un valor límite horario.

El valor límite anual de contaminación por NO₂ para la protección de la salud humana está fijado en 40 microgramos por metro cúbico (µg/m³) de concentración media anual. Según los datos recopilados por la red de medición de

la contaminación atmosférica de Madrid, en 2018, **7 de las 24 estaciones que miden este contaminante rebasaron el valor límite anual** (Tabla 2). Los valores más altos se alcanzaron en estaciones de tráfico (Escuelas Aguirre 55 µg/m³ y Fernández Ladreda 53 µg/m³), dejando claro donde se sitúa el origen del problema, y los más bajos se registraron en los grandes parques y áreas naturales adyacentes a la ciudad (El Pardo 15 µg/m³, Casa de Campo 20 µg/m³ y parque Juan Carlos I 25 µg/m³). El valor medio de la red de medición (37 µg/m³) se situó por debajo del valor límite anual.

A pesar de que se mantiene la vulneración del valor límite anual de NO₂, los datos registrados en 2018 suponen una evidente mejora de la situación respecto a lo ocurrido en años anteriores (Tabla 10 Anexos, datos del período 2010-2018). Así, el número de estaciones que vulneraron el valor límite en 2018 (7), es inferior a la mitad de las que lo hicieron en 2017 (15), y es el segundo registro más bajo desde el año 2010 (en 2014 fueron 6). Por otro lado en 2018, 6 estaciones alcanzaron los registros más bajos de todo el período, y el valor medio de la red (37 µg/m³) se situó también en uno de sus niveles más bajos.

Existe también un valor límite horario de NO₂, con el fin de proteger a la población de la exposición a los altos niveles de este contaminante que se dan durante los episodios de pico de contaminación. **El valor límite horario para el NO₂ está establecido en 200 µg/m³, límite que no debería rebasarse más de 18 horas al año en ninguna estación.** Como se muestra en la Tabla 2, **en el año 2018 hubo 2 estaciones que vulneraron el valor límite horario de NO₂:** Fernández Ladreda (33 superaciones) y Ramón y Cajal (24). De nuevo, aunque un año más se ha continuado vulnerando el valor límite horario de NO₂, **los datos registrados en 2018 pueden considerarse históricamente bajos** (Tabla 11 Anexos).

Tabla 2. Superaciones de valores límite para NO₂ (Madrid, 2018).

| ESTACIÓN | TIPO | Media Anual (µg/m ³) | Nº de superaciones del valor límite horario (200 µg/m ³) |
|------------------|---------|----------------------------------|--|
| Esc. Aguirre | Tráfico | 55 | 5 |
| Fdez. Ladreda | Tráfico | 53 | 33 |
| Pza. del Carmen | FU | 45 | 0 |
| Pza. de España | Tráfico | 43 | 2 |
| Ramón y Cajal | Tráfico | 43 | 24 |
| Cuatro Caminos | Tráfico | 42 | 11 |
| Urb. Embajada | FU | 41 | 1 |
| Pza. Castilla | Tráfico | 40 | 2 |
| Castellana | Tráfico | 39 | 1 |
| Moratalaz | Tráfico | 39 | 0 |
| Barrio del Pilar | Tráfico | 39 | 13 |
| Ens. Vallecas | FU | 37 | 4 |
| Vallecas | FU | 37 | 0 |
| Villaverde | FU | 37 | 0 |
| Arturo Soria | FU | 37 | 1 |
| Barajas Pueblo | FU | 36 | 1 |
| Méndez Álvaro | FU | 35 | 0 |
| Farolillo | FU | 34 | 0 |
| Sanchinarro | FU | 31 | 3 |
| Retiro | FU | 29 | 0 |
| Tres Olivos | FU | 28 | 0 |
| Juan Carlos I | Sub | 25 | 1 |
| Casa Campo | Sub | 20 | 0 |
| El Pardo | Sub | 15 | 0 |
| Media RED | | 37 | 0 |

FU: fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas. Se indican con fondo negro los registros que superan valores límite legales.

Así, nunca antes el valor límite horario de NO₂ se había rebasado solo en 2 estaciones de la red (en años anteriores se había vulnerado en entre 3 y 9 estaciones). Por primera vez la estación de Barrio del Pilar se ha mantenido por debajo del límite de 18 superaciones. Y un dato destacable: el número total de superaciones del valor límite horario ocurridas en el conjunto de la red, 102, es muy inferior a las registradas en los años anteriores, que oscilaron entre las 158 de 2013 y las 554 de 2015 (entre 1,5 y 5 veces más que en 2018).

Sin duda, la meteorología favorable durante la mayor parte del año 2018 ha tenido una influencia decisiva sobre los buenos datos relativos de NO₂ de este año, pero no es descartable que la puesta en marcha por parte del Ayuntamiento de medidas de limitación del tráfico, como Madrid Central y el nuevo protocolo anticontaminación, hayan jugado también un papel, contribuyendo a mitigar el efecto de las malas condiciones meteorológicas del último mes del año. Así, durante el mes de diciembre de 2018 se registraron cuatro picos de contaminación por NO₂ que dieron lugar a la activación del protocolo de actuación en cuatro ocasiones. En total hubo 8 días con registros horarios superiores al valor límite de 200 µg/m³. Estas condiciones dieron lugar a 47 superaciones del valor límite horario de NO₂ en toda la red, un número elevado (casi la mitad de las superaciones que se registraron en todo el año 2018), pero sensiblemente inferior a las ocurridas en los meses de diciembre de los años anteriores (dic 2013: 84 sup; dic 2014: 96 sup; dic 2015: 183 sup; dic 2016: 106 sup; dic 2017: 59 sup, esta última influenciada por la medida “operación Gran Vía”).

Finalmente, se constata que **la ciudad de Madrid ha vulnerado por noveno año consecutivo (2010-2018) los valores límite legales para NO₂ (ambos, el anual y el horario) que según la directiva 2008/50/CE no debían sobrepasarse desde 2010.**

Partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5})

El término “partículas en suspensión” abarca un amplio espectro de sustancias orgánicas o inorgánicas, dispersas en el aire, procedentes de fuentes naturales y artificiales. La combustión de carburantes fósiles generada por el tráfico (la principal fuente de contaminación por partículas en la ciudad de Madrid) puede producir diversos tipos de partículas: partículas grandes, por la liberación de materiales quemados (cenizas volátiles), partículas finas, formadas por condensación de materiales vaporizados durante la combustión, y partículas secundarias, generadas mediante reacciones químicas entre los contaminantes desprendidos como gases en la atmósfera. En relación con sus efectos sobre la salud se suelen distinguir: las PM₁₀ (partículas “torácicas” menores de 10 micras (µm), que pueden penetrar hasta las vías respiratorias bajas), las PM_{2.5} (partículas “respirables” menores de 2,5 µm, que pueden penetrar hasta las zonas de intercambio de gases del pulmón), y las partículas ultrafinas, menores de 100 nm (nanómetros), que pueden llegar a pasar al torrente sanguíneo.

Multitud de estudios epidemiológicos evidencian los graves efectos sobre la salud de la exposición a la contaminación por partículas. Dichos estudios muestran que la contaminación por partículas está relacionada con: incrementos en la mortalidad total, mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, mortalidad por cáncer de pulmón e ingresos hospitalarios por afecciones respiratorias y cardiovasculares. Estudios sobre efectos a largo plazo han estimado que la exposición a partículas en suspensión puede reducir la esperanza de vida entre varios meses y dos años. La OMS estima que la esperanza de vida de los europeos se reduce por término medio en 8,6 meses por la exposición a las PM_{2.5}. Los estudios toxicológicos indican que las partículas finas de origen antropogénico, especialmente las generadas por la combustión de carburantes fósiles, provocan mayores

daños sobre la salud que las partículas de origen geológico, como el polvo sahariano, al que anteriores gobiernos municipales solían culpar de la contaminación.

El valor límite anual de contaminación por PM₁₀ está fijado en 40 µg/m³ de concentración media anual, que no se deben superar desde el año 2005. Sin embargo, la OMS recomienda no superar los 20 µg/m³ de valor medio anual, para una adecuada protección de la salud humana. La Directiva 1999/30/CE sobre calidad del aire preveía en 1999 una fase 2, que comenzaría a partir de 2005, en la que se iría reduciendo progresivamente el valor límite anual hasta alcanzar los 20 µg/m³ recomendados por la OMS en 2010. Sin embargo, tras la revisión de la Directiva realizada en 2008, se acordó no reducir este límite legal por presiones de los Estados con dificultades para cumplirlo, como España. De este modo la UE dio un importante paso atrás en la protección de la salud de los ciudadanos, premiando a los Estados más incumplidores de la legislación ambiental, como el nuestro.

Una novedad del año 2018 en relación al seguimiento de la contaminación por partículas en la ciudad de Madrid ha sido la incorporación de analizadores de partículas PM₁₀ y PM_{2.5} en la estación de Fernández Ladreda, la estación de tráfico más problemática (junto con la de Escuelas Aguirre) de toda la red, que hasta el momento carecía de medidores de partículas, de manera un tanto inexplicable. Este hecho ya fue señalado en nuestro informe sobre calidad del aire en Madrid correspondiente al año 2010 (primer año de funcionamiento de la actual red, tras la reubicación de estaciones llevada a cabo en 2009). Consideramos acertada esta decisión que ayudará a conocer mejor la problemática de la contaminación por partículas en Madrid. Como era previsible, la estación de Fernández Ladreda se ha colocado automáticamente la primera del *ranking* de contaminación

Tabla 3. Superaciones de valores recomendados por la OMS para PM₁₀ y PM_{2.5} (Madrid, 2018).

| Estación | Tipo | PM ₁₀ | PM _{2.5} |
|----------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Media anual (µg/m ³) | Media anual (µg/m ³) |
| Fdez. Ladreda | Tráfico | 23 | 13 |
| Esc. Aguirre | Tráfico | 21 | 11 |
| Moratalaz | Tráfico | 21 | |
| Urb. Embajada | FU | 21 | |
| Cuatro Caminos | Tráfico | 19 | 10 |
| Vallecas | FU | 18 | |
| Farolillo | FU | 18 | |
| Tres Olivos | FU | 18 | |
| Pza. Castilla | Tráfico | 17 | 10 |
| Sanchinarro | FU | 17 | |
| Méndez Álvaro | FU | 16 | 10 |
| Castellana | Tráfico | 16 | 10 |
| Casa Campo | Sub | 15 | 8 |
| Media RED | | 18 | 10 |

FU: estaciones de fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas.
Se indican con fondo gris los registros que igualan o superan los valores recomendados por la OMS.

por partículas tanto PM₁₀ como PM_{2.5}.

Los datos recogidos en el año 2018 (Tabla 3) indican que, aunque ninguna de las estaciones supera el valor límite legal anual de PM₁₀, 4 de las 13 estaciones que miden PM₁₀ superaron el valor límite anual recomendado por la OMS (20 µg/m³). El valor más alto corresponde al nuevo punto de medición de partículas en Fernández Ladreda, 23 µg/m³. Las otras tres estaciones que exceden el valor recomendado por la OMS (20 µg/m³) lo hacen por muy estrecho margen (21 µg/m³) y el valor medio de la red en 2018 (18 µg/m³), queda también por debajo del valor recomendado por la OMS. En cuanto a la evolución de la contaminación por partículas PM₁₀ (Tabla 12 Anexos, período 2010-2018), los datos de 2018 suponen el mejor registro de los últimos años, con el valor medio de la red más bajo (18 µg/m³) y el valor máximo de la red más bajo también (21 µg/m³, en años anteriores no había mediciones en Fernández Ladreda).

La legislación europea establece **un valor límite anual para las partículas PM_{2.5}, las más dañinas para la salud, fijado en 25 µg/m³, muy superior al recomendado por la OMS, 10 µg/m³, para una adecuada protección de la salud humana.**

Como se ve en la Tabla 3, en 2018 ninguna de las 7 estaciones que miden PM_{2.5} superó el valor límite legal fijado por la UE, **sin embargo, 2 estaciones superaron el valor recomendado por la OMS (Fernández Ladreda 18 µg/m³ y Escuelas Aguirre 11 µg/m³) y 4 estaciones más, así como el valor medio de la red, lo igualaron.** En cuanto a la evolución de la contaminación por partículas PM_{2.5} (Tabla 13 Anexos), los datos de 2018 reflejan una tendencia a la baja de este contaminante en los últimos años.

Ozono troposférico (O₃)

El ozono es un potente agente oxidante que se forma en la atmósfera mediante una compleja serie de reacciones fotoquímicas en las que participan otros contaminantes como el NO₂ y compuestos orgánicos volátiles, y la radiación solar. Es pues un contaminante secundario que se forma en el aire cuando se dan las condiciones meteorológicas adecuadas, (abundante radiación solar), por lo que los episodios más agudos se dan en las tardes de verano. Los precursores del O₃ se emiten en las zonas con más tráfico (como la capital y su área metropolitana), pero los niveles más altos se registran habitualmente en zonas periurbanas y rurales más alejadas, es decir, en zonas donde a menudo la población cree que respira “aire puro”. Esto se debe entre otras razones a que el ozono se ve con frecuencia implicado en fenómenos de transporte atmosférico a grandes distancias, de manera que los niveles de contaminación por O₃ de las distintas zonas se ven influenciados por el régimen de vientos dominante cada año.

Los efectos adversos del O₃ sobre la salud tienen que ver con su potente carácter oxidante. La respuesta a la exposición al ozono puede variar mucho entre individuos por razones genéticas, edad (afecta más a las personas mayores, cuyos mecanismos reparativos antioxidantes son menos activos), y por la presencia de afecciones respiratorias como alergias y asma, cuyos síntomas son exacerbados por el ozono. Un importante factor que condiciona los efectos de la exposición al ozono sobre los pulmones es la tasa de ventilación. Al aumentar el ritmo de la respiración aumenta el ozono que entra en los pulmones, por lo que sus efectos nocivos se incrementan con el ejercicio físico. Diversos estudios relacionan el ozono con inflamaciones de pulmón, síntomas respiratorios e incrementos de la morbilidad y mortalidad.

La legislación vigente establece un **valor límite de O₃ para la protección de la salud humana de 120 µg/m³, que no debe superarse en períodos de ocho horas** (valor máximo diario de las medias móviles octohorarias), **más de 25 días al año de promedio en un período de tres años** (se establece un período trianual porque se considera que los niveles de ozono pueden fluctuar mucho de un año a otro debido a las condiciones meteorológicas). Como ocurre para otros contaminantes, **la OMS establece un valor de referencia más estricto que el fijado por la legislación europea**, atendiendo a los conocimientos científicos sobre los daños que este contaminante causa a la salud. Así, para la contaminación por O₃, **la OMS recomienda no sobrepasar los 100 µg/m³ en períodos de ocho horas**.

Como se ve en la Tabla 4, durante el año 2018, **6 de las 14 estaciones que miden la contaminación por O₃ registraron más de 25 superaciones del valor límite legal octohorario (120 µg/m³)**. Atendiendo al criterio establecido por la OMS (100 µg/m³), se ve que **13 de las 14 estaciones rebasaron ampliamente las 25 superaciones del valor límite recomendado**.

Por otro lado, la legislación establece un **umbral de información a la población (180 µg/m³ durante una hora)**, así como un **umbral de alerta (240 µg/m³ durante una hora)**. En caso de superación de dichos umbrales, la administración competente está obligada a informar a la población afectada sobre el episodio, facilitar datos de previsión para las próximas horas y ofrecer recomendaciones sobre medidas de protección a tomar, especialmente a los colectivos más vulnerables. Tal como se indica en la tabla 4, **3 de las 14 estaciones que miden la contaminación por O₃ registraron superaciones del umbral de información a la población**.

Tabla 4. Superaciones de valores límite legales y valores recomendados por la OMS para Ozono troposférico (Madrid, 2018).

| ESTACIÓN | TIPO | Nº superac. valor recom. OMS octohorario (100 µg/m³) | Nº superac valor límite legal octohorario (120 µg/m³) | Nº superac Umbral de información horario (180 µg/m³) |
|------------------|---------|--|---|--|
| El Pardo | Sub | 123 | 63 | 5 |
| Casa Campo | Sub | 136 | 63 | 0 |
| Tres Olivos | FU | 134 | 60 | 1 |
| Juan Carlos I | Sub | 111 | 50 | 1 |
| Barajas Pueblo | FU | 95 | 31 | 0 |
| Barrio del Pilar | Tráfico | 93 | 29 | 0 |
| Farolillo | FU | 90 | 25 | 0 |
| Villaverde | FU | 81 | 25 | 0 |
| Arturo Soria | FU | 69 | 21 | 0 |
| Ens. Vallecas | FU | 88 | 20 | 0 |
| Esc. Aguirre | Tráfico | 70 | 13 | 0 |
| Retiro | FU | 81 | 11 | 0 |
| Fdez. Ladreda | Tráfico | 41 | 4 | 0 |
| Pza. del Carmen | FU | 22 | 3 | 0 |
| Media RED | | 90 | 21 | 0 |

FU: estaciones de fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas.

Se indican con fondo negro los registros que igualan o superan valores límite legales y con fondo gris los registros que superan valores recomendados por la OMS.

Los valores más elevados de contaminación por O₃ se dieron en estaciones suburbanas y de fondo urbano, tal como cabe esperar por el comportamiento de este contaminante descrito más arriba.

Los niveles de contaminación por O₃ registrados en 2018 resultaron similares a los alcanzados en años anteriores (Tabla 14 Anexos). Así pues, los datos indican que se **consolida la tendencia iniciada el año 2013, en el que este contaminante irrumpió con fuerza en la ciudad de Madrid**. Por comparación, en el año 2012 no se produjo ni una sola superación del umbral de información a la población (180 µg/m³), y ninguna estación rebasó las 25 superaciones permitidas del valor límite legal (120 µg/m³) octohorario (el registro más alto lo ofreció la estación de Barajas con 9 superaciones).

Por lo tanto el O₃ ha venido para quedarse en la capital. Este hecho se inscribe en la tendencia general al alza que, con altibajos, se viene observando en los niveles de contaminación por ozono en la Comunidad de Madrid y otras regiones de España y de Europa en los últimos años, un fenómeno que entre otras causas puede estar relacionado con el proceso de cambio climático (veranos cada vez más calurosos y secos).

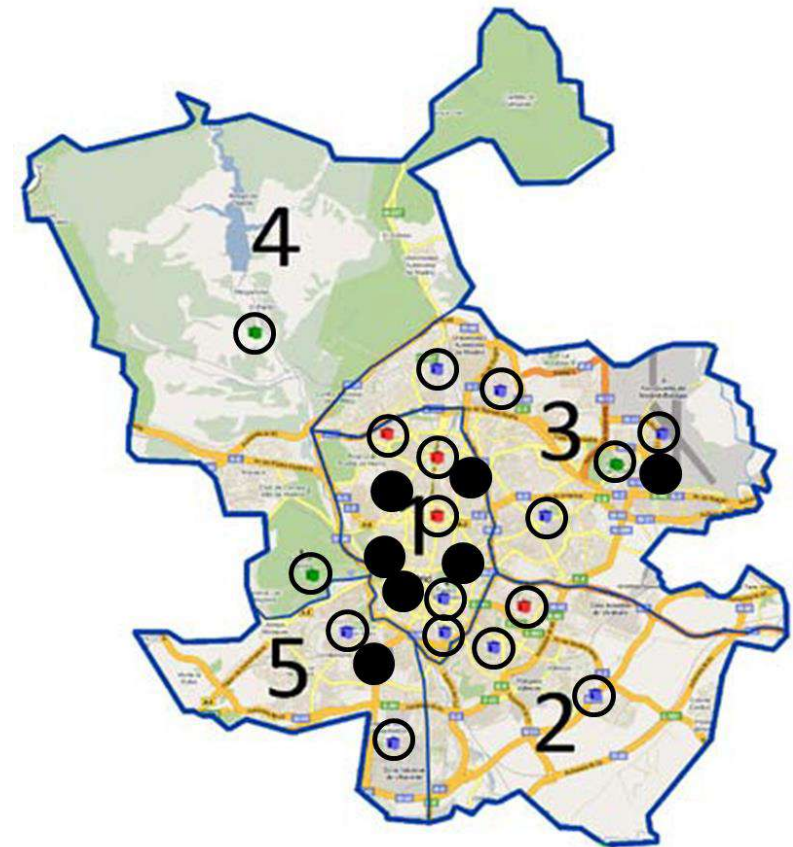
Contaminación por zonas

A continuación se muestran los datos registrados de acuerdo a la zonificación de la ciudad de Madrid efectuada por el Ayuntamiento.

Tabla 5. Valores medios anuales de NO₂ por zonas (Madrid, 2018)

| Zona | Estación | Tipo | Media anual (µg/m ³) | Nº de Superac. valor límite horario |
|------|------------------|---------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Pza. de España | Tráfico | 43 | 2 |
| | Esc. Aguirre | Tráfico | 55 | 5 |
| | Ramón y Cajal | Tráfico | 43 | 24 |
| | Cuatro Caminos | Tráfico | 42 | 11 |
| | Barrio del Pilar | Tráfico | 39 | 13 |
| | Castellana | Tráfico | 39 | 1 |
| | Pza. Castilla | Tráfico | 40 | 2 |
| | Pza. del Carmen | FU | 45 | 0 |
| | Méndez Álvaro | FU | 35 | 0 |
| | Retiro | FU | 29 | 0 |
| 2 | Moratalaz | Tráfico | 39 | 0 |
| | Vallecas | FU | 37 | 0 |
| | Ens. Vallecas | FU | 37 | 4 |
| 3 | Arturo Soria | FU | 37 | 1 |
| | Barajas Pueblo | FU | 36 | 1 |
| | Urb. Embajada | FU | 41 | 1 |
| | Sanchinarro | FU | 31 | 3 |
| | Tres Olivos | FU | 28 | 0 |
| | Juan Carlos I | Sub | 25 | 1 |
| 4 | Casa Campo | Sub | 20 | 0 |
| | El Pardo | Sub | 15 | 0 |
| 5 | Fdez. Ladreda | Tráfico | 53 | 33 |
| | Villaverde | FU | 37 | 0 |
| | Farolillo | FU | 34 | 0 |

FU: fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas. Se indican con fondo negro los registros que superan valores límite legales.

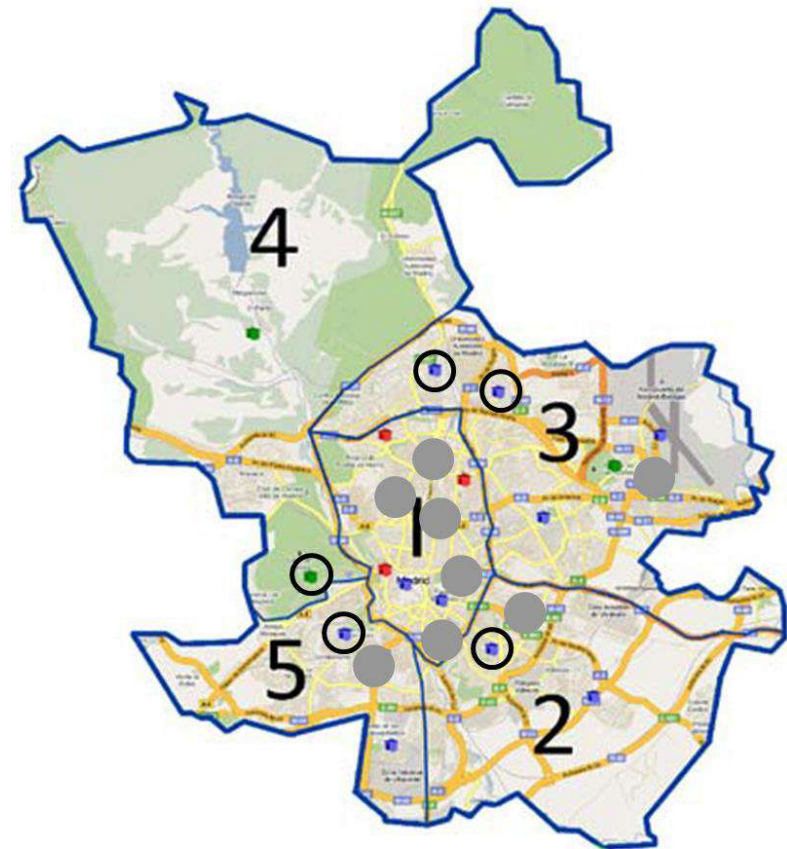


- Estación que mide este contaminante y supera el límite legal.
- Estación que mide este contaminante y no supera el límite legal.

Tabla 6. Valores medios anuales de PM₁₀ y PM_{2.5} por zonas (Madrid, 2018).

| Zona | ESTACION | TIPO | PM ₁₀ Media anual (µg/m ³) | PM _{2.5} Media anual (µg/m ³) |
|------|----------------|---------|---|--|
| 1 | Esc. Aguirre | Tráfico | 21 | 11 |
| | Cuatro Caminos | Tráfico | 19 | 10 |
| | Castellana | Tráfico | 16 | 10 |
| | Pza. Castilla | Tráfico | 17 | 10 |
| | Mendez Alvaro | FU | 16 | 10 |
| 2 | Moratalaz | Tráfico | 21 | |
| | Vallecas | FU | 18 | |
| 3 | Urb. Embajada | FU | 21 | |
| | Sanchinarro | FU | 17 | |
| | Tres Olivos | FU | 18 | |
| 4 | Casa Campo | Sub | 15 | 8 |
| 5 | Fdez. Ladreda | Tráfico | 23 | 13 |
| | Farolillo | FU | 18 | |

FU: estaciones de fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas. Se indican con fondo gris los registros que igualan o superan los valores recomendados por la OMS.



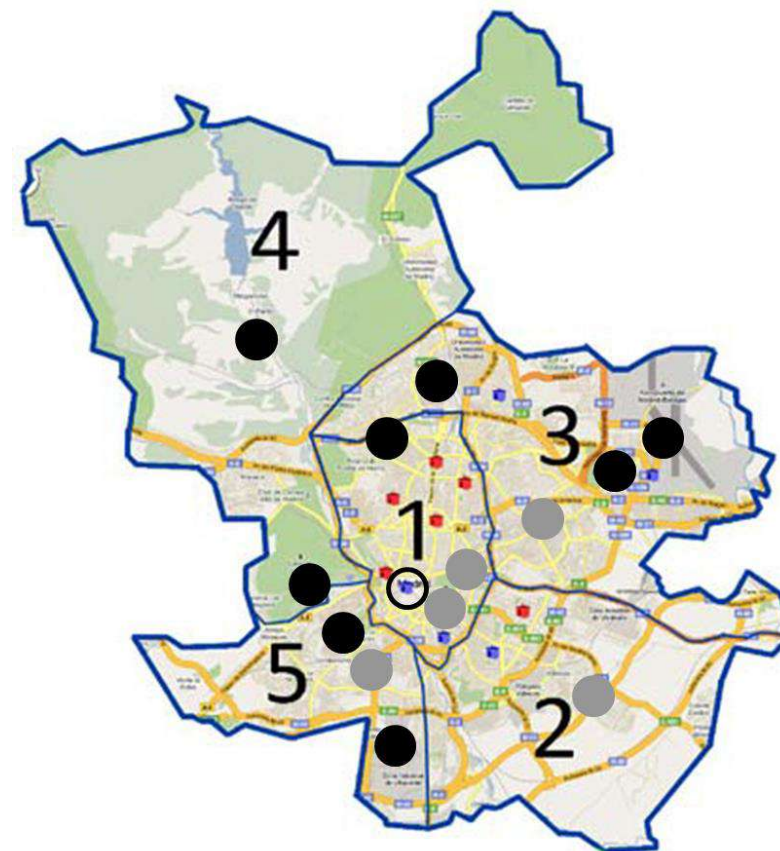
- Estación que mide este contaminante e iguala o supera el valor recomendado por la OMS.
- Estación que mide este contaminante y no supera el valor recomendado por la OMS.

Tabla 7. Superaciones de valores límite legales y valores recomendados por la OMS de O₃ por zonas (Madrid, 2018).

| Zona | ESTACION | TIPO | Nº superac. valor recom. OMS octohorario (100 µg/m ³) | Nº superac valor límite legal octohorario (120 µg/m ³) | Nº superac Umbral de información horario (180 µg/m ³) |
|------|------------------|---------|---|--|---|
| 1 | Esc. Aguirre | Tráfico | 70 | 13 | 0 |
| | Barrio del Pilar | Tráfico | 93 | 29 | 0 |
| | Pza. del Carmen | FU | 22 | 3 | 0 |
| | Retiro | FU | 81 | 11 | 0 |
| 2 | Ens. Vallecas | FU | 88 | 20 | 0 |
| 3 | Arturo Soria | FU | 69 | 21 | 0 |
| | Barajas Pueblo | FU | 95 | 31 | 0 |
| | Tres Olivos | FU | 134 | 60 | 1 |
| | Juan Carlos I | Sub | 111 | 50 | 1 |
| 4 | Casa Campo | Sub | 136 | 63 | 0 |
| | El Pardo | Sub | 123 | 63 | 5 |
| 5 | Fdez. Ladreda | Tráfico | 41 | 4 | 0 |
| | Villaverde | FU | 81 | 25 | 0 |
| | Farolillo | FU | 90 | 25 | 0 |

FU: estaciones de fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas.

Se indican con fondo negro los registros que igualan o superan valores límite legales y con fondo gris los registros que superan valores recomendados por la OMS.



- Estación que mide este contaminante y supera el límite legal.
- Estación que mide este contaminante e iguala o supera el valor recomendado por la OMS.
- Estación que mide este contaminante y no supera el valor recomendado por la OMS.

Contaminación atmosférica, un problema estructural en Madrid

Los datos ofrecidos en este informe para el año 2018 no constituyen un caso aislado. Desde que en el año 2000 Ecologistas en Acción comenzó a hacer el seguimiento de la calidad del aire en la ciudad de Madrid, todos los años se han rebasado diversos límites legales establecidos para los contaminantes analizados. Desde el año 2008 se venía apreciando, con altibajos, un moderado descenso en los niveles de contaminación atmosférica en Madrid, coincidiendo con una significativa reducción del tráfico y del consumo de combustibles de automoción, claramente achacable al contexto de crisis económica.

Pero a pesar de esto, la reducción de la contaminación observada en los últimos años no ha sido suficiente para alcanzar una adecuada calidad del aire en términos legales (se siguen vulnerando los valores límite para NO₂), y tampoco para garantizar una adecuada protección de la salud de los ciudadanos atendiendo a los valores recomendados por la OMS.

Además, como pusieron en evidencia los registros alcanzados en los años 2015 o 2017, basta que se produzca una cierta confluencia de factores meteorológicos (episodios de anticiclones en otoño-invierno o veranos calurosos), que lamentablemente cabe esperar que sean cada vez más frecuentes en el futuro, a causa del cambio climático, para que se disparen los niveles de contaminación por NO₂ o por O₃. Afortunadamente, en el año 2018 hemos disfrutado de una tregua meteorológica.

Se puede decir por tanto que en estos momentos la calidad del aire que respiramos depende en buena medida, tanto de la evolución de la situación económica como de las condiciones meteorológicas. Si no se modifican las cosas, un cambio hacia el crecimiento en el ciclo económico supondrá

una mala noticia para nuestros pulmones, lo mismo que cualquier situación anticiclónica.

También es reseñable que la renovación del parque automovilístico no ha resultado todo lo eficaz que se prometía para reducir la concentración ambiental de algunos contaminantes, como claramente ocurre con el NO₂. Seguro que a esta situación no es ajeno el fraude de la mayor parte de los fabricantes de automóviles con respecto a los niveles máximos de emisiones de NOx de los motores diésel (ver <https://www.ecologistasenaccion.org/article34961.html>).

Para Ecologistas en Acción, dado que la principal fuente de contaminación atmosférica en la ciudad de Madrid es el tráfico rodado, cualquier intento serio de reducir los niveles de contaminación pasa por disminuir el uso del automóvil en la ciudad. Esta es la opción que desde hace cerca de dos décadas han tomado numerosas ciudades europeas y españolas. Las medidas aplicadas son muy diversas. Son conocidos los peajes de entrada al centro de la ciudad en Londres y Estocolmo, la generalización de zonas de 30 km/h y zonas de bajas emisiones en varias ciudades alemanas, la política sistemática de reducción del tráfico en París, regulación restrictiva del aparcamiento en muchas ciudades, etc. Asimismo, numerosas ciudades europeas, como Atenas, Milán o París, llevan años aplicando protocolos de actuación frente a picos de contaminación que incluyen la circulación en días alternos de coches con matrículas pares e impares o la gratuidad del transporte público. En España se suelen citar los casos de Vitoria y Pontevedra como ejemplos de buenas prácticas en movilidad sostenible.

Desde que en el año 2000 Ecologistas en Acción comenzó a hacer el seguimiento de la contaminación atmosférica en la ciudad de Madrid, asistimos a una estéril polémica con los

sucesivos gobiernos municipales del PP. El problema de fondo siempre fue el mismo: la persistente inacción de las autoridades municipales encargadas de velar por una adecuada calidad del aire. Unos gobiernos municipales que sistemáticamente se negaban a reconocer el problema (“Madrid tiene la mejor calidad del aire que ha tenido nunca en la historia”) y mucho más a aplicar medidas decididas encaminadas a reducir el tráfico (“Hay que dejar que los madrileños elijan el tipo de transporte, creemos en la libertad”).

El actual Gobierno municipal, surgido tras las elecciones de mayo de 2015, comenzó su andadura exhibiendo un enfoque diferente sobre el problema de la calidad del aire en la ciudad. Así, las actuales autoridades municipales reconocen abiertamente el serio problema que supone la contaminación atmosférica para la salud pública, que la principal causa de la contaminación en la ciudad es el tráfico, y entienden que es su responsabilidad mejorar dicha situación poniendo en marcha medidas orientadas a reducir el uso del coche en la ciudad. En definitiva, Madrid se ha incorporado, con alguna década de retraso, a la senda hacia una movilidad sostenible y una ciudad más vivible en la que ya se encuentran numerosas ciudades europeas.

En enero de 2016 el consistorio aprobó su primera versión de protocolo de actuación frente a picos de contaminación. El mero hecho de la aplicación del protocolo ante los repetidos episodios de picos de contaminación ocurridos durante 2016 y 2017 tuvo diversos efectos positivos. Por primera vez en la historia de la ciudad las autoridades adoptaron medidas de reducción del tráfico ante situaciones de altos niveles de contaminación, lo que permitió visibilizar un problema que en realidad existía desde muchos años antes, aunque nunca se hubiera hecho nada por tratar evitarlo, o al menos mitigar sus efectos. Un aspecto relevante fue la buena acogida que en

términos generales tuvo la aplicación del protocolo por parte de la ciudadanía. Se demostró así que no está justificado el pavor que tradicionalmente muestran las autoridades públicas a la hora de implantar medidas de limitación del uso del automóvil. Por el contrario, la actitud positiva exhibida por la ciudadanía indica que hay una cierta predisposición favorable para asumir cambios orientados a mejorar la calidad del aire que respiramos, que debe ser aprovechada por las autoridades responsables, en beneficio de nuestra salud. Un aspecto colateral interesante fue “el efecto llamada” que tuvo la aplicación del protocolo en la ciudad de Madrid, que favoreció la aprobación de protocolos similares por parte de otras ciudades, como Valladolid, en octubre de 2016, y posteriormente otras ciudades más como Avilés, Barcelona, Gijón, Valencia y Valladolid. El propio Gobierno regional de la Comunidad de Madrid acabó por aprobar un protocolo regional (noviembre de 2017), pese a que inicialmente se mostró muy crítico con el de la ciudad de Madrid. En cuanto a la eficacia de esta primera versión del protocolo, se ha constatado una mitigación de los niveles de NO₂ durante los episodios. Desde 2016, en Madrid no se han registrado niveles disparatados, superiores a 400 µg/m³ (valor que la legislación europea establece como umbral de alerta), que desgraciadamente sí se daban casi todos los años anteriores en Madrid. Algo sin duda beneficioso para la salud pública y que habrán agradecido nuestros pulmones. Sin embargo, los datos registrados en el año 2017 evidenciaron que aquella versión del protocolo resultaba claramente insuficiente para lograr su objetivo principal: evitar que Madrid incumpla año tras año el valor límite horario de NO₂ marcado por la legislación europea. Por esta razón en 2018 el consistorio aprobó una nueva versión del protocolo que suponía una revisión del anterior para hacerlo más restrictivo, conteniendo por primera vez medidas de limi-

tación del tráfico que abarcan toda la ciudad, algo necesario y una reclamación creciente en diversos distritos.

Con ser importante que la ciudad de Madrid disponga de una buena herramienta para encarar las situaciones de pico de contaminación, el verdadero reto para conseguir una calidad del aire saludable en la ciudad es afrontar de manera decidida el problema de la contaminación estructural, causada por el excesivo tráfico que sufre la capital en el día a día. Para esto se requiere un ambicioso plan de mejora de la calidad del aire orientado a conseguir una importante reducción del uso del coche en la ciudad, con medidas de limitación del tráfico permanentes. Esto es lo que pretende ser el Plan A adoptado por el Ayuntamiento de Madrid. Ecologistas en Acción hace una valoración globalmente positiva del mismo, a pesar de no compartir algunas de sus medidas (<https://www.ecologistasenaccion.org/?p=34304>). Se trata de un plan realista y ambicioso que, de llevarse a la práctica con decisión, podría contribuir a mejorar sustancialmente la calidad del aire de la ciudad.

Es importante recalcar que la adopción de un plan de estas características no es algo optativo. Además de una obligación moral, derivada del grave impacto sobre la salud pública que supone la contaminación atmosférica, existe un imperativo legal: **Madrid acumula ya nueve años consecutivos (2010-2018) de vulneración de los valores límite legales para NO₂ y por este motivo la Comisión Europea mantiene abierto un expediente de infracción contra España.** En febrero de 2017 la Comisión Europea envió a varios países, entre ellos España (por Madrid y Barcelona), un Dictamen Motivado (ultimátum), instando a *“adoptar y ejecutar planes de calidad del aire con medidas adecuadas para poner fin a esa situación lo antes posible”*. A continuación, la Comisión Europea realizó una evaluación de los planes previstos en los países infractores. Madrid aportó

el Plan A y el protocolo anticontaminación. El resultado final del proceso fue que en mayo de 2018 **la Comisión Europea decidió llevar ante el Tribunal de Justicia de la UE a seis países: Francia, Alemania, Reino Unido, Italia, Hungría y Rumanía, por no haber presentado planes de actuación convincentes, de acuerdo con la gravedad del problema. Sin embargo, la Comisión Europea eximió a España** porque consideró que tanto en Madrid como Barcelona: *“las medidas que se están adoptando o que están previstas (...) parecen ser las adecuadas para hacer frente a las carencias detectadas, siempre y cuando se ejecuten correctamente”*. **Es decir, la Comisión Europea mostró con esta decisión un importante respaldo al Plan A,** Pero al mismo tiempo lanzó una advertencia: *“Por ello, la Comisión continuará supervisando de cerca la ejecución de dichas medidas, así como su eficacia para mejorar la situación lo antes posible”*.

El año 2018 marca un hito importante en la lucha contra la contaminación atmosférica en Madrid. La redacción y tramitación del Plan A ha consumido buena parte de la legislatura (más de lo que hubiese sido deseable), pero finalmente, el 30 de noviembre de 2018 se puso en marcha Madrid Central, una de las medidas más importantes del Plan A, tras sortear todos los obstáculos que pusieron tanto la oposición municipal como el Gobierno de la Comunidad de Madrid. Transcurrido su primer mes de vigencia, los datos sugieren que constituirá una medida muy eficaz para mejorar la calidad del aire de la ciudad, aunque lógicamente deberá complementarse (sin demoras) con la aplicación decidida del resto de las medidas contempladas en el Plan A.

En definitiva, Ecologistas en Acción recuerda que la efectividad de todo plan radica en la voluntad política que impulsa su puesta en marcha, lo dota de presupuesto y se preocupa por llevar a cabo un correcto proceso de evaluación y seguimiento a medida que el plan se va ejecutando.

Anexos

Tabla 8. Resumen de los datos de contaminación. Las estaciones están ordenadas respecto al valor medio anual de NO₂ (Madrid, 2018).

| ESTACION | TIPO | NO ₂ | | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | | |
|------------------|---------|----------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|---|---|--|
| | | Media anual (µg/m ³) | Nº de superac. valor límite horario (200 µg/m ³) | Media anual (µg/m ³) | Media anual (µg/m ³) | Nº superac. valor recom. OMS octohorario (100 µg/m ³) | Nº superac. valor límite legal octohorario (120 µg/m ³) | Nº superac. Umbral de información horario (180 µg/m ³) |
| Esc. Aguirre | Tráfico | 55 | 5 | 21 | 11 | 70 | 13 | 0 |
| Fdez. Ladreda | Tráfico | 53 | 33 | 23 | 13 | 41 | 4 | 0 |
| Pza. del Carmen | FU | 45 | 0 | | | 22 | 3 | 0 |
| Pza. de España | Tráfico | 43 | 2 | | | | | |
| Ramón y Cajal | Tráfico | 43 | 24 | | | | | |
| Cuatro Caminos | Tráfico | 42 | 11 | 19 | 10 | | | |
| Urb. Embajada | FU | 41 | 1 | 21 | | | | |
| Pza. Castilla | Tráfico | 40 | 2 | 17 | 10 | | | |
| Castellana | Tráfico | 39 | 1 | 16 | 10 | | | |
| Moratalaz | Tráfico | 39 | 0 | 21 | | | | |
| Barrio del Pilar | Tráfico | 39 | 13 | | | 93 | 29 | 0 |
| Ens. Vallecas | FU | 37 | 4 | | | 88 | 20 | 0 |
| Vallecas | FU | 37 | 0 | 18 | | | | |
| Villaverde | FU | 37 | 0 | | | 81 | 25 | 0 |
| Arturo Soria | FU | 37 | 1 | | | 69 | 21 | 0 |
| Barajas Pueblo | FU | 36 | 1 | | | 95 | 31 | 0 |
| Méndez Álvaro | FU | 35 | 0 | 16 | 10 | | | |
| Farolillo | FU | 34 | 0 | 18 | | 90 | 25 | 0 |
| Sanchinarro | FU | 31 | 3 | 17 | | | | |
| Retiro | FU | 29 | 0 | | | 81 | 11 | 0 |
| Tres Olivos | FU | 28 | 0 | 18 | | 134 | 60 | 1 |
| Juan Carlos I | Sub | 25 | 1 | | | 111 | 50 | 1 |
| Casa Campo | Sub | 20 | 0 | 15 | 8 | 136 | 63 | 0 |
| El Pardo | Sub | 15 | 0 | | | 123 | 63 | 5 |
| Media RED | | 37 | 0 | 18 | 10 | 90 | 21 | 0 |

FU: estaciones de fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas.

Se indican con fondo negro los registros que superan valores límite legales y con fondo gris los que igualan o superan valores recomendados por la OMS.

Tabla 9. Resumen de los datos de contaminación. Las estaciones están ordenadas de acuerdo a la zonificación de Madrid (Madrid, 2018).

| ZONA | ESTACION | TIPO | NO ₂ | | PM ₁₀ | PM _{2.5} | O ₃ | | |
|------|------------------|---------|----------------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|---|---|--|
| | | | Media anual (µg/m ³) | Nº de superac. valor límite horario (200 µg/m ³) | Media anual (µg/m ³) | Media anual (µg/m ³) | Nº superac. valor recom. OMS octohorario (100 µg/m ³) | Nº superac. valor límite legal octohorario (120 µg/m ³) | Nº superac. Umbral de información horario (180 µg/m ³) |
| 1 | Pza. de España | Tráfico | 43 | 2 | | | | | |
| | Esc. Aguirre | Tráfico | 55 | 5 | 21 | 11 | 70 | 13 | 0 |
| | Ramón y Cajal | Tráfico | 43 | 24 | | | | | |
| | Cuatro Caminos | Tráfico | 42 | 11 | 19 | 10 | | | |
| | Barrio del Pilar | Tráfico | 39 | 13 | | | 93 | 29 | 0 |
| | Castellana | Tráfico | 39 | 1 | 16 | 10 | | | |
| | Pza. Castilla | Tráfico | 40 | 2 | 17 | 10 | | | |
| | Pza. del Carmen | FU | 45 | 0 | | | 22 | 3 | 0 |
| | Méndez Álvaro | FU | 35 | 0 | 16 | 10 | | | |
| | Retiro | FU | 29 | 0 | | | 81 | 11 | 0 |
| 2 | Moratalaz | Tráfico | 39 | 0 | 21 | | | | |
| | Vallecas | FU | 37 | 0 | 18 | | | | |
| | Ens. Vallecas | FU | 37 | 4 | | | 88 | 20 | 0 |
| 3 | Arturo Soria | FU | 37 | 1 | | | 69 | 21 | 0 |
| | Barajas Pueblo | FU | 36 | 1 | | | 95 | 31 | 0 |
| | Urb. Embajada | FU | 41 | 1 | 21 | | | | |
| | Sanchinarro | FU | 31 | 3 | 17 | | | | |
| | Tres Olivos | FU | 28 | 0 | 18 | | 134 | 60 | 1 |
| | Juan Carlos I | Sub | 25 | 1 | | | 111 | 50 | 1 |
| 4 | Casa Campo | Sub | 20 | 0 | 15 | 8 | 136 | 63 | 0 |
| | El Pardo | Sub | 15 | 0 | | | 123 | 63 | 5 |
| 5 | Fdez. Ladreda | Tráfico | 53 | 33 | 23 | 13 | 41 | 4 | 0 |
| | Villaverde | FU | 37 | 0 | | | 81 | 25 | 0 |
| | Farolillo | FU | 34 | 0 | 18 | | 90 | 25 | 0 |

FU: estaciones de fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas.

Se indican con fondo negro los registros que superan valores límite legales y con fondo gris los que igualan o superan valores recomendados por la OMS.

Tabla 10. Evolución del valor medio anual (VLA) de NO₂ entre 2010-2018.

| ESTACIÓN | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Plaza de España | 49 | 51 | 46 | 46 | 38 | 51 | 46 | 49 | 43 |
| Escuelas Aguirre | 54 | 60 | 51 | 43 | 51 | 58 | 57 | 62 | 55 |
| Ramón y Cajal | 55 | 54 | 46 | 41 | 38 | 46 | 44 | 46 | 43 |
| Arturo Soria | 44 | 44 | 39 | 34 | 36 | 43 | 38 | 42 | 37 |
| Villaverde | 37 | 46 | 40 | 37 | 37 | 46 | 43 | 49 | 37 |
| Farolillo | 42 | 40 | 35 | 33 | 33 | 40 | 39 | 42 | 34 |
| Casa Campo | 30 | 29 | 23 | 20 | 20 | 24 | 21 | 25 | 20 |
| Barajas Pueblo | 47 | 40 | 35 | 31 | 31 | 34 | 37 | 40 | 36 |
| Plaza del Carmen | 52 | 51 | 44 | 41 | 40 | 50 | 46 | 49 | 45 |
| Moratalaz | 49 | 48 | 41 | 32 | 35 | 41 | 38 | 43 | 39 |
| Cuatro Caminos | 54 | 55 | 44 | 43 | 42 | 45 | 43 | 46 | 42 |
| Barrio del Pilar | 43 | 49 | 45 | 41 | 41 | 45 | 40 | 43 | 39 |
| Vallecas | 42 | 45 | 38 | 35 | 42 | 40 | 40 | 42 | 37 |
| Méndez Álvaro | 47 | 48 | 39 | 32 | 33 | 39 | 38 | 43 | 35 |
| Castellana | 49 | 48 | 39 | 36 | 40 | 39 | 38 | 40 | 39 |
| Retiro | 35 | 37 | 32 | 28 | 24 | 34 | 32 | 32 | 29 |
| Pza Castilla | 53 | 52 | 47 | 42 | 44 | 47 | 43 | 41 | 40 |
| Ensanche de Vallecas | 41 | 40 | 31 | 26 | 32 | 44 | 36 | 40 | 37 |
| Urb Embajada | 44 | 49 | 42 | 37 | 37 | 46 | 42 | 47 | 41 |
| Fdez. Ladreda | 68 | 63 | 57 | 54 | 53 | 58 | 56 | 59 | 53 |
| Sanchinarro | 38 | 40 | 37 | 32 | 32 | 35 | 34 | 35 | 31 |
| El Pardo | 22 | 23 | 19 | 18 | 13 | 18 | 18 | 18 | 15 |
| Juan Carlos I | 27 | 28 | 22 | 19 | 20 | 23 | 21 | 29 | 25 |
| Tres Olivos | 41 | 39 | 32 | 29 | 29 | 38 | 36 | 36 | 28 |
| Media Red | 44 | 45 | 39 | 35 | 35 | 41 | 39 | 42 | 37 |
| Nº de estaciones > VLA | 18 | 15 | 10 | 8 | 6 | 13 | 9 | 15 | 7 |

Se indican con fondo negro los registros que superan el Valor Límite Anual (VLA) de NO₂.

Tabla 11. Superaciones del valor límite horario (VLH) de NO₂ entre 2010-2018.

| ESTACIÓN | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Plaza de España | 4 | 5 | 2 | 7 | 0 | 12 | 6 | 7 | 2 |
| Escuelas Aguirre | 33 | 34 | 11 | 4 | 36 | 39 | 36 | 41 | 5 |
| Ramón y Cajal | 68 | 86 | 22 | 29 | 29 | 65 | 39 | 49 | 24 |
| Arturo Soria | 17 | 20 | 3 | 4 | 2 | 18 | 0 | 12 | 1 |
| Villaverde | 4 | 17 | 3 | 13 | 6 | 64 | 13 | 19 | 0 |
| Farolillo | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 1 | 0 |
| Casa Campo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Barajas Pueblo | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 |
| Plaza del Carmen | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Moratalaz | 0 | 0 | 5 | 3 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Cuatro Caminos | 22 | 22 | 0 | 3 | 9 | 29 | 15 | 20 | 11 |
| Barrio del Pilar | 32 | 98 | 52 | 36 | 45 | 95 | 29 | 23 | 13 |
| Puente de Vallecas | 3 | 3 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Méndez Álvaro | 12 | 20 | 2 | 2 | 0 | 10 | 3 | 11 | 0 |
| Castellana | 10 | 9 | 1 | 3 | 5 | 4 | 2 | 5 | 1 |
| Retiro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Pza Castilla | 6 | 15 | 0 | 0 | 2 | 6 | 4 | 2 | 2 |
| Ensanche Vallecas | 25 | 29 | 5 | 0 | 24 | 71 | 13 | 22 | 4 |
| Urb Embajada | 2 | 8 | 6 | 5 | 2 | 6 | 0 | 8 | 1 |
| Fdez. Ladreda | 76 | 103 | 48 | 37 | 27 | 65 | 46 | 88 | 33 |
| Sanchinarro | 17 | 40 | 11 | 8 | 18 | 48 | 15 | 15 | 3 |
| El Pardo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Juan Carlos I | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Tres Olivos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nº Total Sup VLH (200µg/m ³) | 336 | 513 | 171 | 158 | 215 | 554 | 222 | 326 | 102 |
| Nº Estaciones con > 18 Sup | 6 | 9 | 3 | 3 | 5 | 8 | 4 | 7 | 2 |

Se indican con fondo negro los registros que superan el Valor Límite Anual (VLH) de NO₂.

Tabla 12. Evolución del valor medio anual de PM₁₀ entre 2010-2018.

| ESTACIÓN | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Esc. Aguirre | 27 | 30 | 23 | 22 | 24 | 25 | 22 | 19 | 21 |
| Farolillo | 21 | 24 | 23 | 19 | 19 | 22 | 18 | 24 | 18 |
| Casa Campo | 17 | 20 | 18 | 15 | 16 | 19 | 17 | 20 | 15 |
| Moratalaz | 22 | 23 | 22 | 19 | 23 | 23 | 20 | 24 | 21 |
| Cuatro Caminos | 26 | 28 | 23 | 20 | 18 | 21 | 20 | 18 | 19 |
| Vallecas | 21 | 24 | 21 | 18 | 19 | 21 | 20 | 23 | 18 |
| Méndez Álvaro | 23 | 25 | 22 | 19 | 19 | 21 | 19 | 19 | 16 |
| Castellana | 24 | 23 | 24 | 19 | 21 | 19 | 18 | 16 | 16 |
| Pza. Castilla | 23 | 24 | 22 | 20 | 20 | 20 | 18 | 14 | 17 |
| Urb. Embajada | 20 | 21 | 20 | 18 | 19 | 21 | 21 | 24 | 21 |
| Fdez. Ladreda | | | | | | | | | 23 |
| Sanchinarro | 19 | 19 | 23 | 17 | 18 | 20 | 19 | 20 | 17 |
| Tres Olivos | 19 | 20 | 18 | 18 | 18 | 19 | 18 | 20 | 18 |
| Media RED | 22 | 23 | 22 | 19 | 19 | 21 | 19 | 20 | 18 |

Se indican con fondo gris los registros que igualan o superan los valores recomendados por la OMS.

Tabla 13. Evolución del valor medio anual de PM_{2.5} entre 2010-2018.

| ESTACIÓN | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Escuelas Aguirre | 13 | 15 | 14 | 12 | 12 | 13 | 11 | 11 | 11 |
| Casa Campo | 9 | 10 | 10 | 8 | 9 | 10 | 9 | 10 | 8 |
| Cuatro Caminos | 14 | 15 | 13 | 11 | 12 | 12 | 11 | 10 | 10 |
| Méndez Álvaro | 12 | 13 | 13 | 10 | 11 | 12 | 11 | 12 | 10 |
| Castellana | 9 | 10 | 12 | 9 | 10 | 11 | 10 | 9 | 10 |
| Pza Castilla | 13 | 11 | 10 | 11 | 11 | 11 | 10 | 9 | 10 |
| Fdez. Ladreda | | | | | | | | | 13 |
| Media RED | 12 | 12 | 12 | 10 | 11 | 12 | 10 | 10 | 10 |

Se indican con fondo gris los registros que igualan o superan los valores recomendados por la OMS.

Tabla 14. Superaciones del Valor Límite Octohorario (VLO) de O₃ entre 2010-2018.

| ESTACIÓN | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Esc. Aguirre | 7 | 1 | 0 | 8 | 5 | 13 | 5 | 2 | 13 |
| Arturo Soria | 18 | 6 | 0 | 20 | 27 | 30 | 9 | 41 | 21 |
| Villaverde | 0 | | 1 | 14 | 4 | 27 | 14 | 10 | 25 |
| Farolillo | 17 | 6 | 0 | 31 | 33 | 34 | 40 | 25 | 25 |
| Casa Campo | 44 | 7 | 6 | 66 | 45 | 48 | 44 | 64 | 63 |
| Barajas Pueblo | 25 | 28 | 9 | 60 | 43 | 42 | 27 | 29 | 31 |
| Pza. del Carmen | 6 | 5 | 0 | 17 | 25 | 34 | 10 | 3 | 3 |
| Barrio del Pilar | 4 | 7 | 1 | 20 | 16 | 34 | 22 | 12 | 29 |
| Retiro | 5 | 5 | 1 | 34 | 15 | 32 | 16 | 3 | 11 |
| Ens. Vallecas | 17 | 30 | 2 | 37 | 27 | 52 | 34 | 22 | 20 |
| Fdez. Ladreda | 2 | 1 | 0 | 14 | 5 | 12 | 3 | 5 | 4 |
| El Pardo | 45 | 29 | 5 | 56 | 41 | 68 | 65 | 40 | 63 |
| Juan Carlos I | 53 | 42 | 6 | 40 | 12 | 33 | 64 | 42 | 50 |
| Tres Olivos | 9 | 35 | 3 | 46 | 43 | 41 | 61 | 41 | 60 |
| Nº Total Superaciones VLO (120µg/m ³) | 252 | 202 | 34 | 463 | 341 | 500 | 414 | 339 | 418 |
| Nº Estaciones con > 25 Sup | 3 | 5 | 0 | 8 | 7 | 12 | 7 | 6 | 6 |

Se indican con fondo negro los registros que superan el Valor Límite Octohorario (VLO) de O₃.