

# La calidad del aire en la ciudad de Madrid durante 2023

ecologistas  
en acción  
Madrid



**Título:** La calidad del aire en la ciudad de Madrid durante 2023  
**Autores:** Juan Bárcena del Riego  
y Comisión de Movilidad Sostenible de Ecologistas en Acción de Madrid  
**Portada:** Andrés Espinosa  
**Edita:** Ecologistas en Acción  
C/ Peñuelas 12, 28005 Madrid, Tel: 915312739  
www.ecologistasenaccion.org

**Hecho público:** Enero 2024

Este informe se puede consultar y descargar en <https://www.ecologistasenaccion.org/307159>

Esta actividad recibe financiación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico



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



Esta publicación está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>

# Índice

El marco legal para la calidad del aire,	4
Qué pasa con el aire en la ciudad de Madrid,	7
La red de medición de la contaminación de la ciudad de Madrid,	9
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ),	11
Partículas en suspensión (PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> ),	15
Ozono troposférico (O <sub>3</sub> ),	18
Contaminación atmosférica, un problema estructural en Madrid,	21
Anexos,	25

# 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, en lugar de revisar valores límite muy laxos para algunos de los contaminantes más problemáticos (como ya estaba previsto hacer en el texto de la directiva anterior a partir de 2005), se mantuvieron inalterados. Así, en el caso de las partículas en suspensión ( $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$ ), la nueva directiva consolidó valores límite muy superiores a los que ya entonces recomendaba la Organización Mundial de la Salud (OMS), para una adecuada protección de la salud humana. 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.

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 este momento, **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.**

Sin embargo, es importante señalar que desde el año 2021 el panorama de los valores de referencia en materia de contaminación atmosférica ha cambiado sustancialmente. En septiembre de 2021 **la OMS acometió una profunda revisión de sus Guías de Calidad del Aire** (que databan del año 2005), **adoptando unos nuevos valores recomendados para diversos contaminantes considerablemente más estrictos que los anteriores**, en base a la abundante evidencia científica disponible de los últimos 15 años, sobre el

impacto en la salud humana de niveles de contaminación inferiores a los valores que se tenían de referencia.

A continuación, la UE puso en marcha un proceso de revisión de su propia legislación sobre calidad del aire, partiendo de la premisa de corregir errores anteriores, y apuntando a unos nuevos valores límite legales que confluyeran con los valores recomendados por la OMS (Tabla 1). Así, el 26 de octubre de 2022, la Comisión Europea hizo pública su propuesta de revisión de la directiva, que en efecto suponía una notable reducción de los valores límite legales para diversos contaminantes (exigibles a partir 2030), si bien no llegaban a igualar los valores guía de la OMS actuales. Por su parte, el 13 de septiembre de 2023, el Parlamento Europeo aprobó una propuesta que planteaba dos fases: la primera, coincidente en líneas generales con los nuevos valores límite propuestos por la Comisión Europea, exigibles en 2030, y una segunda fase asumiendo ya como valores límite legales los valores guía de la OMS, exigibles a partir de 2035. Finalmente, el 9 de noviembre de 2023, el Consejo Europeo hizo pública su decisión, ratificando los nuevos valores límite legales propuestos por la Comisión Europea para 2030.

La Tabla 1 ofrece una comparación entre los valores límite legales vigentes, los propuestos en el actual proceso de revisión de la directiva y los valores recomendados por la OMS para los contaminantes más relevantes en el medio ambiente urbano.

■ Tabla 1. Comparativa de valores límite legales UE y valores recomendados OMS

	Periodo	Directiva Actual (exigible 2010)	Propuesta Directiva 1* (exigible 2030)	Propuesta Directiva 2** (exigible 2035)	Valores Guía OMS (2021)
NO <sub>2</sub>	Anual	40	20	10	10
	Diario	-	50 (18)	25 (18)	25 (3)
	Horario	200 (18)	200 (3)	200 (1)	200
PM <sub>10</sub>	Anual	40	20	15	15
	Diario	50 (35)	45 (18)	45 (18)	45 (3)
PM <sub>2,5</sub>	Anual	25	10	5	5
	Diario	-	25 (18)	15 (18)	15 (3)
Ozono	Octohorario	120 (25)	120 (18)	110 (18)	100 (3)

\* Propuesta de la Comisión Europea (26/10/2022), ratificada por el Consejo Europeo (9/11/2023), límites exigibles en 2030.

\*\*Propuesta del Parlamento Europeo (13/09/2023), límites exigibles en 2035. Los valores se indican en microgramos/metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>). Entre paréntesis se indica el número de superaciones anuales permitidas de cada valor límite.

Como se puede ver, la reducción de los valores límite legales prevista es considerable, llegando en algunos casos a reducir a la mitad, para 2030, y a una cuarta parte, para 2035, los valores límite actuales. Así, por ejemplo, considerando los valores límite anuales, el valor límite para el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) pasaría de los 40 microgramos/metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>) actuales, a los 20 µg/m<sup>3</sup> a cumplir en 2030, y a los 10 µg/m<sup>3</sup> que recomienda la OMS, en 2035. El valor límite anual para las partículas PM<sub>10</sub> pasaría de

40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2030 y 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2035, y las partículas  $\text{PM}_{2,5}$  de los 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  actuales a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y a continuación a 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

El proceso de revisión de la directiva no ha concluido todavía. Está en marcha la última ronda de negociaciones, aunque dado que los tres ámbitos decisorios (Comisión Europea, Parlamento Europeo y Consejo Europeo), coinciden en el escenario previsto para 2030, es previsible que la directiva revisada al menos recoja dichos valores límite, aunque sería deseable que finalmente la directiva recogiera también la confluencia con los valores recomendados por la OMS. Se espera que la nueva directiva quede finalmente aprobada en los primeros meses de 2024, de forma que **a partir de este año contaremos con nuevos valores límite legales de contaminación atmosférica, considerablemente más estrictos que los actualmente vigentes.**

Por lo tanto, en este informe, los valores registrados por la red de medición de la contaminación en Madrid para los contaminantes analizados se comparan, tanto con los valores límite legales vigentes, como con los nuevos valores límite propuestos en la directiva revisada y los valores recomendados por la OMS.

# 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 (NO<sub>2</sub>)**, **las partículas en suspensión (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>**, partículas menores de 10 o 2,5 micras, respectivamente), y el **ozono troposférico (O<sub>3</sub>)**. Año tras año se superan los valores límite de protección a la salud humana fijados por la legislación europea –o bien los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (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 2017), 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<sub>x</sub>). 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<sub>x</sub> 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 niveles habituales 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, noviembre de 2023)**, con datos de 2021 (año fuertemente influido por la pandemia de COVID-19), **estima que si se redujera la contaminación atmosférica a los niveles recomendados por la OMS en la UE-27, se podrían evitar anualmente 253.000 muertes por exposición a las PM<sub>2,5</sub>, 52.000 por exposición al NO<sub>2</sub> y 22.000 a causa del O<sub>3</sub>**. Para España, el número de muertes prematuras anuales atribuible a los distintos contaminantes sería: 14.100 a causa de las partículas PM<sub>2,5</sub>, 4.600 imputables al NO<sub>2</sub> y 2.300 debidas al O<sub>3</sub>. En nuestro país fallecen 12 veces más personas a causa de la contaminación atmosférica que por los accidentes de tráfico en carretera (1.145 muertos en 2023).

Para la ciudad de Madrid, el Instituto de Salud Global estima que podrían evitarse 2.010 muertes anuales provocadas por el NO<sub>2</sub> y 1.693 por las partículas PM<sub>2,5</sub>, si se redujera la contaminación hasta igualar los valores más bajos alcanzados en ciudades europeas (<https://isglobalranking.org/>).

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 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 los años 2015 y 2017 predominaron condiciones meteorológicas adversas, con situaciones de sequía y elevado número de episodios de inversión térmica, en 2018 y 2011 la meteorología fue

en general favorable a la dispersión, siendo los años más lluviosos de los últimos 10 años. La meteorología del año 2023, fue desfavorable al comienzo del año (enero y febrero), pero resultó favorable (con un elevado número de días de lluvia y ausencia de episodios de anticiclón e inversión térmica) en el último cuatrimestre (especialmente en los meses de septiembre y octubre, con precipitaciones récord), que generalmente es la peor época del año para la contaminación por NO<sub>2</sub>.

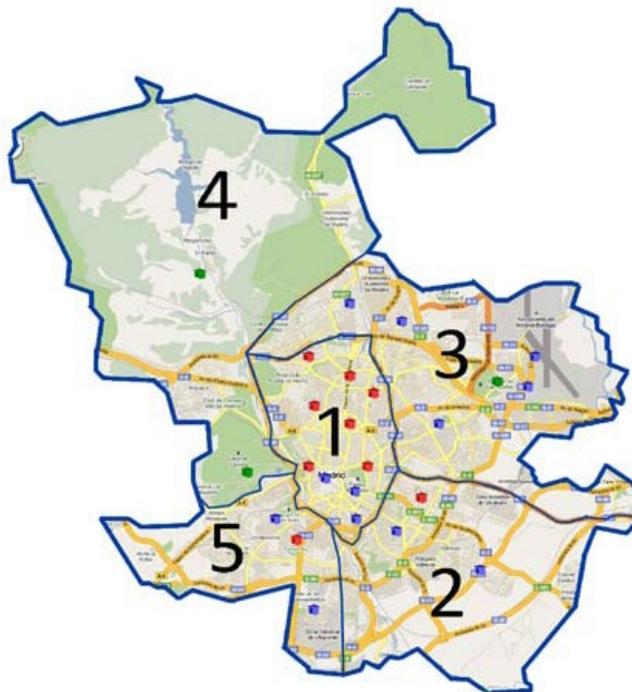


# La red de medición de la contaminación de la ciudad de Madrid

La red de medición de la contaminación de la ciudad de Madrid 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  $\text{NO}_2$  se mide en las 24 estaciones, las partículas  $\text{PM}_{10}$  en 13 de ellas, las partículas  $\text{PM}_{2.5}$  en 8 (de entre las 13 que evalúan  $\text{PM}_{10}$ ) y el  $\text{O}_3$  se registra en 13 estaciones (véase la distribución en la [Tabla 2](#)). 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  $\text{NO}_2$ , que ponen en marcha la aplicación del protocolo de actuación aprobado por el Ayuntamiento de Madrid a tal fin.

■ **Figura 1. Zonificación del municipio de Madrid para la determinación de alertas de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ).**



En el mapa se muestran en rojo las estaciones de tráfico, en azul las estaciones de fondo urbano y en verde las estaciones suburbanas.

■ **Tabla 2. Red de estaciones de medición de la calidad del aire de la ciudad de Madrid**

Zona	Estación	Tipo	Distrito	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>
1	Pza. de España	Tráfico	Moncloa	Sí			
	Esc. Aguirre	Tráfico	Salamanca	Sí	Sí	Sí	Sí
	Ramón y Cajal	Tráfico	Chamartín	Sí			
	Cuatro Caminos	Tráfico	Chamberí	Sí	Sí	Sí	
	Barrio del Pilar	Tráfico	Fuencarral	Sí			Sí
	Castellana	Tráfico	Chamartín	Sí	Sí	Sí	
	Pza. Castilla	Tráfico	Tetuán	Sí	Sí	Sí	
	Pza. del Carmen	FU	Centro	Sí			Sí
	Méndez Álvaro	FU	Arganzuela	Sí	Sí	Sí	
	Retiro	FU	Retiro	Sí			Sí
2	Moratalaz	Tráfico	Moratalaz	Sí	Sí		
	Vallecas	FU	Pte. Vallecas	Sí	Sí		
	Ens. Vallecas	FU	Villa Vallecas	Sí			Sí
3	Arturo Soria	FU	Ciudad Lineal	Sí			Sí
	Barajas Pueblo	FU	Barajas	Sí			Sí
	Urb. Embajada	FU	Barajas	Sí	Sí		
	Sanchinarro	FU	Hortaleza	Sí	Sí	Sí	
	Tres Olivos	FU	Fuencarral	Sí	Sí		Sí
	Juan Carlos I	Sub	Barajas	Sí			Sí
4	Casa Campo	Sub	Moncloa	Sí	Sí	Sí	Sí
	El Pardo	Sub	Fuencarral	Sí			Sí
5	Plaza Elíptica	Tráfico	Usera	Sí	Sí	Sí	
	Villaverde	FU	Villaverde	Sí			Sí
	Farolillo	FU	Carabanchel	Sí	Sí		Sí

FU: estaciones de fondo urbano; Sub: estaciones suburbanas

## Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

El NO<sub>2</sub> 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, especialmente los diésel. El NO<sub>2</sub> constituye pues un buen indicador de la contaminación debida al tráfico rodado. Por otro lado, el NO<sub>2</sub> 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<sub>2,5</sub>). De modo que a la hora de considerar los efectos del NO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>) son en general muy reactivos y al inhalarse afectan al tracto respiratorio. El NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub>. Asimismo, la exposición a largo plazo a concentraciones moderadas de NO<sub>2</sub> se ha asociado con incrementos en enfermedades respiratorias crónicas y la disminución de la capacidad funcional pulmonar.

La directiva europea vigente sobre calidad del aire establece **un valor límite anual para la contaminación por NO<sub>2</sub>, que actualmente está fijado en 40 microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>) de concentración media anual**. Según los datos recopilados por la red de medición de la contaminación atmosférica de Madrid, **en 2023 ninguna de las 24 estaciones que miden este contaminante rebasó el valor límite anual** (Figura 2). El valor más alto alcanzado en toda la red, 36 µg/m<sup>3</sup>, se registró en las estaciones de Villaverde y Plaza Elíptica, el más bajo, 13 µg/m<sup>3</sup>, en El Pardo y el valor medio de la red de medición se situó en 28 µg/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, en 2023, la red de medición de la contaminación de Madrid cumplió con el valor límite anual de NO<sub>2</sub> vigente por segundo año consecutivo, y lo hizo de una manera más clara que en 2022, cuando el valor máximo registrado alcanzó justo los 40 µg/m<sup>3</sup> (igualando pero no superando el límite establecido).

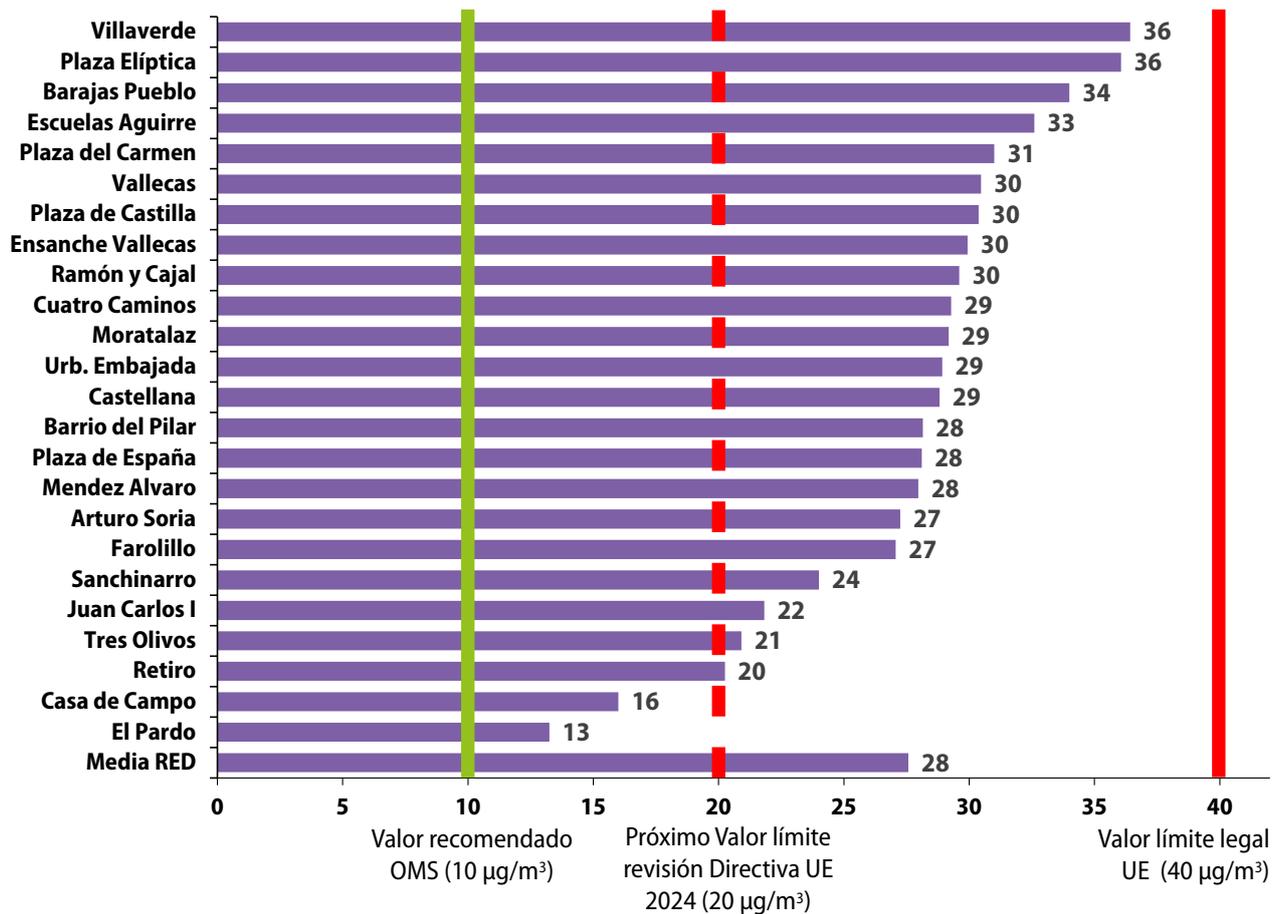
La directiva actual también establece un valor límite horario: ninguna estación debe superar el valor de 200 µg/m<sup>3</sup> más de 18 horas al año. La ciudad de Madrid incumplía sistemáticamente dicho valor límite, hasta el año 2020 (año de la pandemia de COVID-19). A partir de entonces ya no se ha vuelto a incumplir. En 2022 únicamente hubo una superación del valor límite horario de 200 µg/m<sup>3</sup> en toda la red (en la estación Ramón y Cajal). **En 2023 ninguna de las 24 estaciones de la red tuvo superaciones del valor límite horario de NO<sub>2</sub>.**

En comparación con los datos correspondientes a años anteriores (Anexo, Tabla 5), los registros alcanzados en 2023 fueron similares a los de 2020-2022, los años postpandémicos, y notablemente inferiores a los valores habituales de los últimos diez años prepandémicos.

**Así pues, los niveles actuales de contaminación por NO<sub>2</sub> en Madrid cumplen por segundo año consecutivo con unos valores límite que son exigibles desde 2010 (con 12 años de años de retraso), y que fueron legislados en una directiva aprobada 1999**

(23 años después). Cabe mencionar que este dilatado retraso dio lugar a la condena al Reino de España por parte del Tribunal de Justicia de la Unión Europea en 2022, por el incumplimiento sistemático y continuado desde el año 2010 al 2021 del valor límite anual del NO<sub>2</sub> en Madrid y Barcelona.

Figura 2. Valores medios anuales de NO<sub>2</sub> registrados en la red de medición de la contaminación de Madrid en 2023.



La línea roja continua señala el vigente valor límite legal marcado por la UE (40 µg/m³). La línea roja discontinua indica el valor límite legal propuesto en el proceso de revisión de la directiva europea de calidad del aire en curso (20 µg/m³). La línea verde señala el valor que la OMS recomienda no superar para una adecuada protección de la salud humana (10 µg/m³).

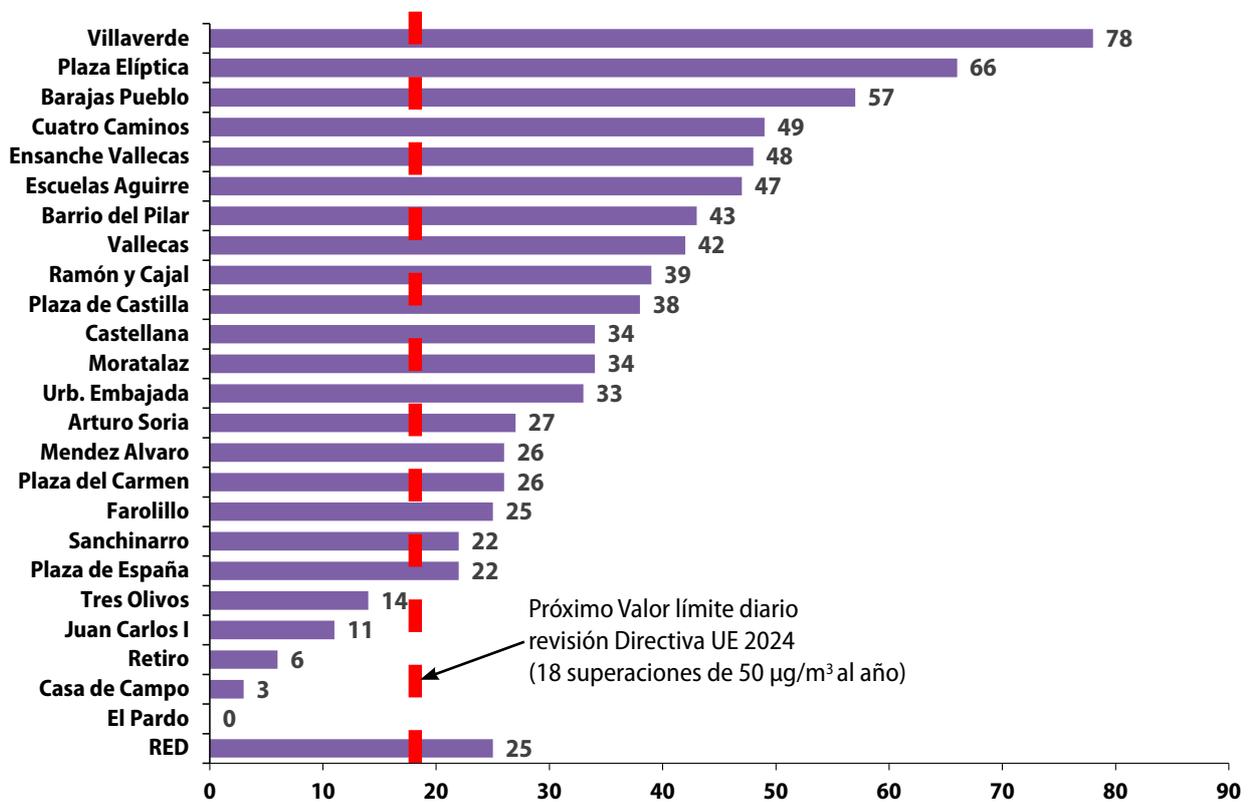
Es una buena noticia que Madrid cumpla actualmente con los valores límite para NO<sub>2</sub> establecidos en la directiva pionera de 1999, pero debido al gran retraso en cumplir con el objetivo marcado, esto no garantiza ya que la ciudad haya alcanzado unos niveles de calidad del aire en relación con este contaminante, que se consideren saludables de acuerdo con los estándares actuales. Así, si los valores anuales de NO<sub>2</sub> registrados en la capital en 2023 se comparan, no con el valor límite legal actual (40 µg/m³), considerado obsoleto tanto por la UE como por la OMS, si no con los valores de referencia actualizados, se hace palpable lo lejos que se encuentra todavía el aire que se respira en la ciudad de Madrid de niveles de calidad saludables (Figura 2).

21 de las 24 estaciones de la red registraron valores de NO<sub>2</sub> superiores al valor límite legal anual previsto en la directiva revisada (20 µg/m³), quedando por debajo únicamente

tres estaciones ubicadas en grandes zonas verdes: Retiro, Casa de Campo y El Pardo. Por otro lado, ninguna de las 24 estaciones de la red cumpliría con el valor recomendado por la OMS (10 µg/m³) para una adecuada protección de la salud humana.

Por otro lado, los valores de referencia actualizados contemplan un nuevo límite para la contaminación por NO<sub>2</sub> que hasta ahora no existía: un valor límite diario. **El valor límite diario propuesto para la próxima directiva de calidad del aire se sitúa en 50 µg/m³, que no deberá superarse más de 18 veces al año en ninguna estación.** Como puede verse en la **Figura 3**, 19 de las 24 estaciones de la red excedieron holgadamente el límite legal diario propuesto, quedando por debajo del límite la estación de Tres Olivos, así como las cuatro estaciones ubicadas en grandes zonas verdes: Juan Carlos I, Retiro, Casa de Campo y El Pardo.

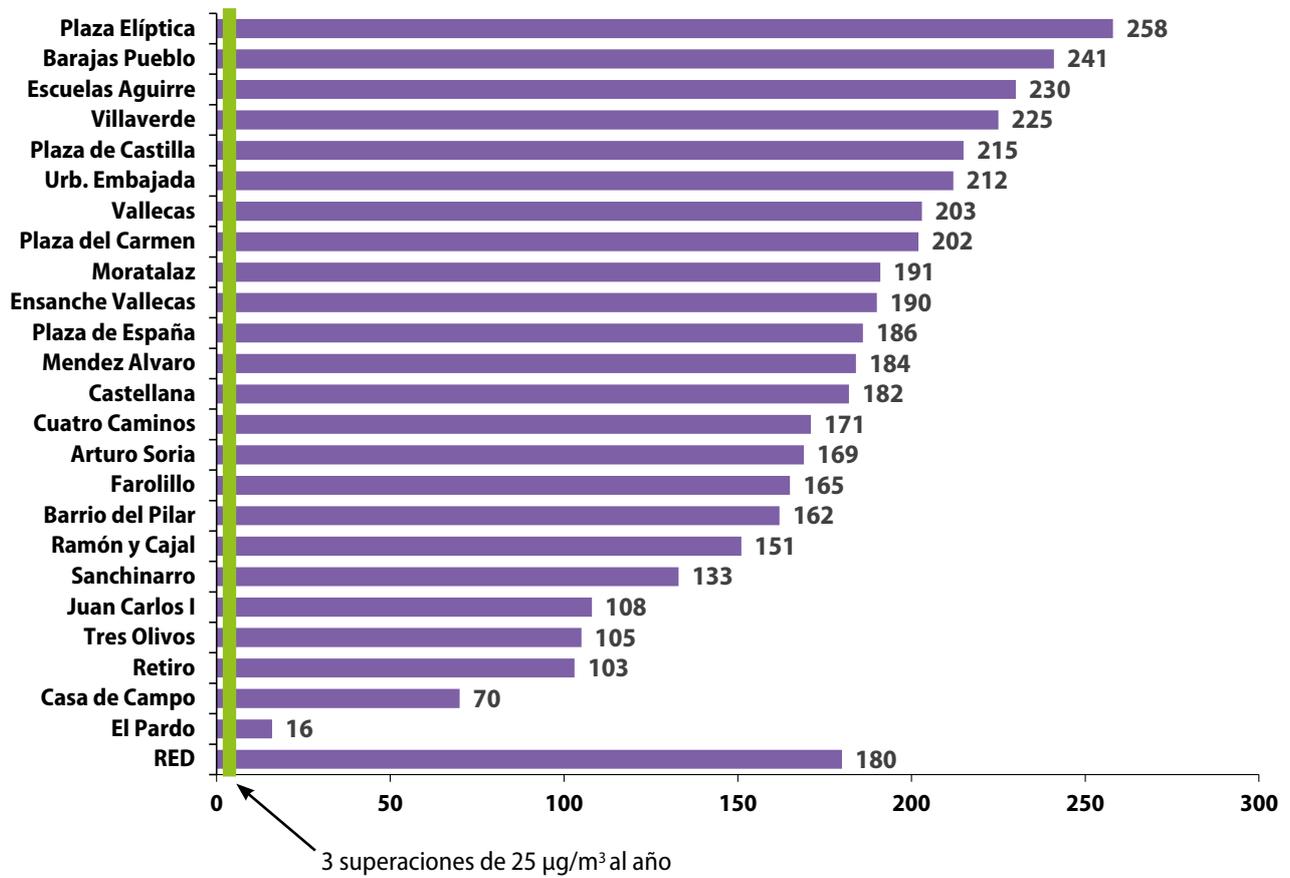
**Figura 3. Número de superaciones del nuevo valor límite diario de NO<sub>2</sub> propuesto en el proceso de revisión de la directiva europea de calidad del aire.**



Dicho valor límite diario se sitúa en 50 µg/m³ que no deberá de superarse en más de 18 ocasiones al año en ninguna estación de la red.

Por su parte la OMS, con criterios más estrictos, basados únicamente en una adecuada protección de la salud humana, sitúa su valor diario recomendado en 25 µg/m³, que no debería superarse más de 3 veces al año en ninguna estación. Como se muestra en la **Figura 4**, Dicho valor diario se rebasó 258 días de 2023 en la estación de Plaza Elíptica (71% de los días del año) y 180 (casi la mitad de los días del año), por el valor medio de la red.

Figura 4. Número de superaciones del valor diario recomendado por la OMS para el NO<sub>2</sub> (25 µg/m<sup>3</sup>).



Para la OMS, el número de superaciones del valor diario recomendado (25 µg/m<sup>3</sup>) para una adecuada protección de la salud humana no debería de superarse en más de 3 ocasiones al año.

# Partículas en suspensión (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>)

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 PM<sub>10</sub> (partículas “torácicas” menores de 10 micras (µm), que pueden penetrar hasta las vías respiratorias bajas), las PM<sub>2.5</sub> (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.

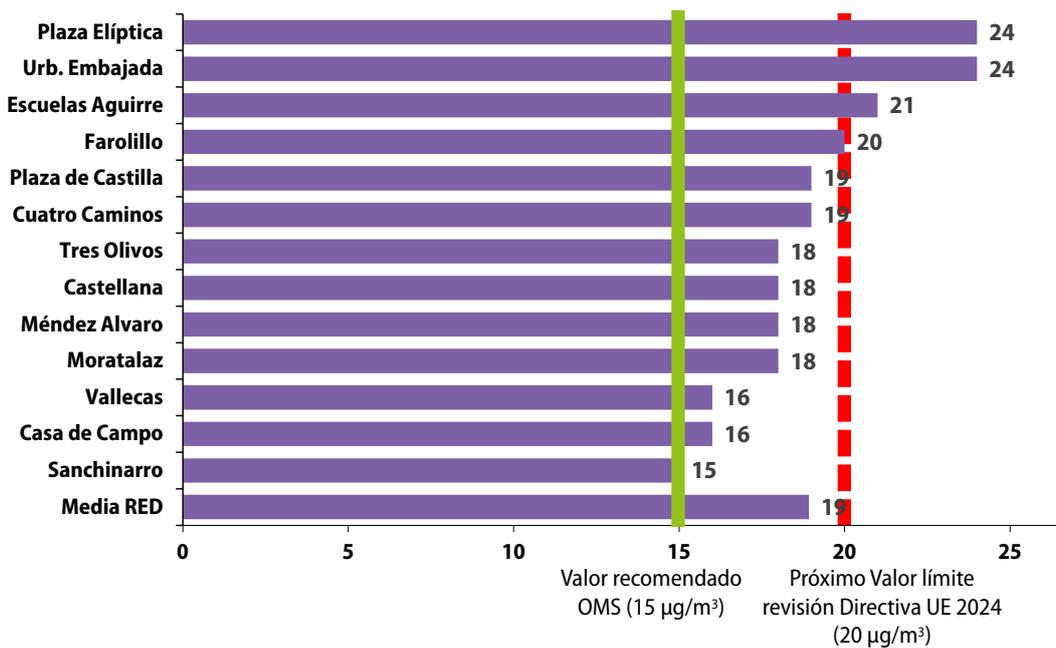
Multitud de estudios epidemiológicos evidencian los graves efectos sobre la salud de la exposición a la contaminación por partículas. Dichos estudios muestran que la contaminación por partículas está relacionada con: incrementos en la mortalidad total, mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, 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<sub>2.5</sub>. 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.

El vigente valor límite legal europeo de contaminación por PM<sub>10</sub> está fijado en 40 µg/m<sup>3</sup> de concentración media anual. Sin embargo, este límite es considerado desproporcionadamente laxo por la comunidad científica. La OMS en sus anteriores Guías de calidad del aire, datadas en 2005, recomendaba ya entonces no superar los 20 µg/m<sup>3</sup> de valor medio anual (la mitad que el límite legal), para una adecuada protección de la salud humana, y este es el valor que la propia Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) lleva muchos años tomando como referencia en sus informes anuales, en lugar del obsoleto límite legal de la UE. Como se indicó en la [Tabla 1](#), **el valor anual de PM<sub>10</sub> recomendado por la OMS (revisado en 2021), está fijado actualmente en 15 µg/m<sup>3</sup>, en tanto que la revisión de la directiva de calidad del aire en marcha contempla fijar el valor límite legal europeo en 20 µg/m<sup>3</sup>.**

En cuanto a las partículas PM<sub>2.5</sub> hay una situación similar. Existe un valor límite legal, claramente obsoleto, fijado en 25 µg/m<sup>3</sup>. Las Guías de calidad del aire de la OMS de 2005 establecían su valor recomendado en 10 µg/m<sup>3</sup> y tras la actualización de la Guías en 2021, **el valor anual de PM<sub>2.5</sub> que la OMS recomienda no superar para preservar la salud se ha establecido en 5 µg/m<sup>3</sup>. La revisión de la directiva europea contempla fijar el valor límite anual de PM<sub>2.5</sub> en 10 µg/m<sup>3</sup>.**

Los datos recogidos en 2023 (Figura 5) indican que 3 de las 13 estaciones que miden PM<sub>10</sub> superaron el valor límite legal anual propuesto para la legislación europea (20 µg/m<sup>3</sup>): Plaza Elíptica, Urbanización Embajada y Escuelas Aguirre, mientras que otra estación, Farolillo, lo igualó. Todas las estaciones rebasaron el valor recomendado por la OMS (15 µg/m<sup>3</sup>), salvo la estación de Sanchinarro, que lo igualó. En comparación con años anteriores, los valores de PM<sub>10</sub> registrados en 2023 fueron muy similares a los 2021 y algo inferiores a los de 2022 (Anexo, Tabla 6).

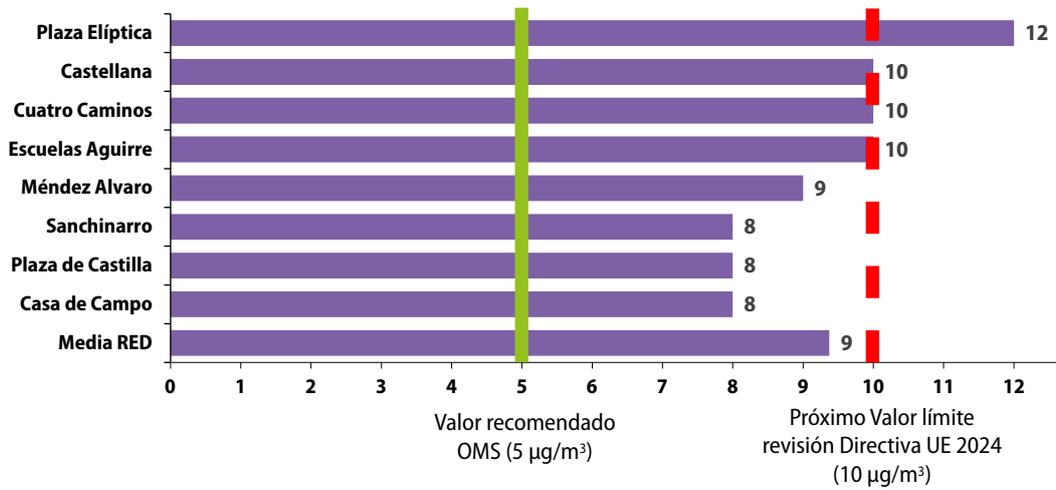
Figura 5. Valores medios anuales de PM<sub>10</sub> registrados en la red de medición de la contaminación de Madrid en 2023.



La línea roja discontinua indica el valor límite legal contemplado en el proceso de revisión de la directiva de calidad del aire (20 µg/m<sup>3</sup>). La línea verde señala el actual valor recomendado por la OMS (15 µg/m<sup>3</sup>).

En cuanto a las partículas PM<sub>2,5</sub> (Figura 6), 1 de las 8 estaciones de la red que miden este contaminante, Plaza Elíptica, superó el valor límite legal anual propuesto para la legislación europea (10 µg/m<sup>3</sup>) y tres más lo igualaron (Castellana, Cuatro Caminos y Escuelas Aguirre). Todas las estaciones superaron ampliamente el actual valor recomendado por la OMS (5 µg/m<sup>3</sup>). Los datos de PM<sub>2,5</sub> de 2023 fueron similares a los de los dos años anteriores (Anexo, Tabla 7)

Figura 6. Valores medios anuales de PM<sub>2,5</sub> registrados en la red de medición de la contaminación de Madrid en 2023.



La línea roja discontinua indica el valor límite legal contemplado en el proceso de revisión de la directiva de calidad del aire (10 µg/m³). La línea verde señala el actual valor recomendado por la OMS (5 µg/m³).

## Ozono troposférico (O<sub>3</sub>)

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 NO<sub>2</sub> 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 O<sub>3</sub> 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 implicado con frecuencia en fenómenos de transporte atmosférico a grandes distancias, de manera que los niveles de contaminación por O<sub>3</sub> de las distintas zonas se ven influenciados por el régimen de vientos dominante cada año.

Los efectos adversos del O<sub>3</sub> 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 y son mayores en los niños. 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 O<sub>3</sub> para la protección de la salud humana de 120 µg/m<sup>3</sup>, 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 (Tabla 2)**, atendiendo a los conocimientos científicos sobre los daños que este contaminante causa a la salud. Así, para la contaminación por O<sub>3</sub>, la OMS **recomienda no sobrepasar los 100 µg/m<sup>3</sup> en períodos de ocho horas**. En el caso del O<sub>3</sub>, el proceso de revisión de la directiva europea no contempla una actualización del valor límite para confluir con el valor recomendado por la OMS, algo que ha sido criticado por organizaciones ecologistas y de defensa del derecho a la salud europeas. En su lugar, lo que se propone es reducir el número de superaciones permitidas al año del valor límite octohorario, de las 25 actuales a 18.

■ **Tabla 3. Superaciones de valores límite legales y valores recomendados por la OMS para Ozono troposférico (Madrid, 2023).**

ESTACIÓN	TIPO	O <sub>3</sub>		
		Superaciones octhorarias 100 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	Superaciones octhorarias 120 µg/m <sup>3</sup> (Directiva)	Superaciones umbral de información (180 µg/m <sup>3</sup> )
Juan Carlos I	Sub	129	57	15
El Pardo	Sub	134	51	10
Barajas Pueblo	FU	94	40	5
Arturo Soria	FU	91	37	4
Plaza del Carmen	FU	84	32	3
Barrio del Pilar	Tráfico	85	31	3
Farolillo	FU	77	31	4
Tres Olivos	FU	77	31	3
Ensanche Vallecas	FU	73	27	4
Casa de Campo	Sub	91	23	2
Retiro	FU	78	21	4
Villaverde	FU	79	19	0
Escuelas Aguirre	Tráfico	49	17	2

Se indican en rojo los registros que superan valores límite legales y en naranja los registros que superan el valor límite legal contemplado en el proceso de revisión de la directiva de calidad del aire.

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

Los datos registrados en 2023 representan un claro agravamiento de la contaminación por O<sub>3</sub> respecto a años anteriores, constituyendo en conjunto los peores valores desde el año 2015. Como se observa en la [Tabla 3](#), durante el año 2023, 9 de las 13 estaciones que midieron la contaminación por O<sub>3</sub> registraron más de 25 superaciones del valor objetivo octohorario (120 µg/m<sup>3</sup>), mientras que 3 de las estaciones restantes registraron más de 18 superaciones. En comparación, en 2021 y 2022 hubo 3 estaciones con más de 25 superaciones del valor objetivo octohorario, y en 2020 fueron 5. En el periodo 2010-2023, solo el año 2015 presentó peores registros (Anexo, [Tabla 8](#)).

Atendiendo al criterio establecido por la OMS (100 µg/m<sup>3</sup>), se ve que en 2023, las 13 estaciones rebasaron muy holgadamente las 25 superaciones del valor límite recomendado por dicho organismo.

Por otro lado, la legislación establece un umbral de información a la población (180 µg/m<sup>3</sup> durante una hora). En caso de superación de dicho umbral, 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 3](#), en 2023, 12 de las 13 estaciones que midieron la contaminación por O<sub>3</sub> registraron superaciones del umbral de información a la población, destacando: Juan Carlos I (15 superaciones), El Pardo (10) y Barajas Pueblo (5). En total se registraron 59 superaciones del umbral de aviso a la población por contaminación por O<sub>3</sub> durante 2023. Por comparación, en 2022 hubo 10 superaciones, mientras que en 2020 y 2021 no

se registró ninguna superación. De nuevo, el registro correspondiente a 2023 es el peor desde el año 2015 (Anexo, [Tabla 9](#)).

El incremento de los niveles de contaminación por ozono estuvo sin duda relacionado con las intensas y continuadas olas de calor ocurridas durante el verano de 2023, confirmando al cambio climático como un factor determinante en el agravamiento de los episodios de mala calidad del aire por ozono.

Cabe recordar que actualmente ni el Ayuntamiento de Madrid ni la Comunidad de Madrid cuentan con planes o protocolos orientados a reducir los niveles de dicho contaminante, que vulnera sistemáticamente el valor objetivo anual año tras año en la región (al igual que ocurre en la mayoría de las comunidades autónomas). Las administraciones alegan que se trata de un contaminante secundario con una dinámica compleja, y que deben llevarse a cabo estudios para comprenderla. Por supuesto, aunque los estudios son importantes y deben realizarse, se acumulan ya muchos años arrastrando el problema de la contaminación por ozono, y los datos registrados en 2020 y 2021 (condicionados por la pandemia de COVID-19), indican que si se reducen los contaminantes precursores (de nuevo el tráfico), se acaba por reducir los niveles de ozono.

# Contaminación atmosférica, un problema estructural en Madrid

Desde que en el año 2000 Ecologistas en Acción comenzó a hacer el seguimiento de la calidad del aire en Madrid, la ciudad ha venido rebasando sistemáticamente límites establecidos por la legislación europea o valores recomendados por la OMS para una adecuada protección de la salud humana. Madrid tiene un problema estructural con su calidad del aire. **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 más 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.

Mientras tanto en Madrid sufrimos muchos años de persistente inacción de los sucesivos gobiernos municipales del PP, 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”). Cuando se produjo un relevo en el gobierno municipal, tras las elecciones de mayo de 2015, las nuevas autoridades municipales adoptaron un enfoque diferente sobre el problema de la calidad del aire en la ciudad. Por fin se reconocía 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 se entendía que era responsabilidad de las autoridades públicas mejorar la situación poniendo en marcha medidas orientadas a reducir el uso del coche en la ciudad. En definitiva, Madrid se incorporó, con alguna década de retraso, a la senda hacia una movilidad sostenible y una ciudad más vivible en la que ya se encontraban numerosas ciudades europeas.

En 2017 se aprobó el Plan A, que a día de hoy sigue siendo plenamente vigente (puesto que no se ha derogado), si bien es completamente ignorado por el consistorio actual. Ecologistas en Acción hizo una valoración globalmente positiva del mismo, a pesar de no compartir algunas de sus medidas (<https://www.ecologistasenaccion.org/34304/>). Dijimos en su momento que se trataba 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. Efectivamente, 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. Durante el año 2019 Ecologistas en Acción realizó un seguimiento detallado del funcionamiento de Madrid Central y su efecto sobre los niveles de contaminación por NO<sub>2</sub> en la ciudad de Madrid, mediante la publicación de informes mensuales y un balance anual que se pueden consultar aquí: <https://www.ecologistasenaccion.org/114930/>. Dichos informes dan cuenta de la evolución de los niveles de contaminación por NO<sub>2</sub> dentro y fuera del perímetro delimitado por Madrid Central. En síntesis, en 2019 se registró una reducción sin precedentes del 22% de los niveles de NO<sub>2</sub> dentro del perímetro delimitado y de un 10% en el conjunto de la ciudad. Esto a pesar de las sucesivas trabas que el gobierno municipal de Madrid, apoyado por PP, Ciudadanos y Vox, fue poniendo al funcionamiento de Madrid Central desde junio de 2019, que se tradujeron en una merma de la eficacia de esta medida de reducción de la contaminación.

**La irrupción a principios de 2020 de la emergencia sanitaria debida a la COVID-19 conllevó restricciones sin precedentes en la movilidad** y la generalización de medidas como el teletrabajo. Posteriormente, para hacer frente a la crisis energética derivada de la guerra en Ucrania, **desde finales de 2022 se adoptaron medidas de apoyo al transporte público, como la gratuidad total de los trenes de Cercanías y Media Distancia** (a la que RENFE imputó un aumento del 21,4% de los viajeros entre enero y noviembre de 2023), **y la reducción de entre el 50% y el 60% de las tarifas del transporte público de la ciudad**. También en estos últimos años se han implantado progresivamente limitaciones a la circulación de vehículos sin etiqueta DGT, que estaban ya previstas en el Plan A. Todo ello ha conllevado una sensible reducción del consumo de combustibles de automoción en la Comunidad de Madrid. Así, en comparación con el año 2019, el consumo de diésel descendió un 20% en 2020 (el año del confinamiento) y entorno a un 15% en los años 2021 y 2022. El dato final 2023 no está disponible aún, pero considerando el periodo entre enero y octubre, el consumo de 2023 es un 17% inferior al de 2019.

**Como consecuencia de la reducción de emisiones de los últimos años, los datos de contaminación atmosférica por NO<sub>2</sub> registrados a partir de 2020 han marcado mínimos históricos** desde que existen mediciones de la calidad del aire en la capital (reducciones del valor medio de la red de entre el 26 y el 31% respecto al promedio de los diez años anteriores). Aun así, la ciudad de Madrid continuó incumpliendo la legislación



Europea de calidad del aire tanto en 2020 como en 2021, puesto que el valor máximo de  $\text{NO}_2$  alcanzado en la red en dichos años, en la estación de Plaza Elíptica, se situó en los  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de valor medio anual, superando el límite legal fijado en  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el año 2022 el valor máximo de  $\text{NO}_2$  volvió a corresponder a Plaza Elíptica, que en esta ocasión se quedó en  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , igualando, aunque no superando, el límite legal. Por fin, en el año 2023, el valor máximo de  $\text{NO}_2$  en la red de medición de la contaminación,  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ha quedado claramente por debajo del valor límite legal vigente.

Con los resultados de los dos últimos años, el Ayuntamiento de Madrid ha lanzado sendas campañas de promoción con los lemas: “Madrid por fin respira” y “Madrid tiene otro aire”, destacando el hecho de que la ciudad de Madrid ha dejado de incumplir los límites legales vigentes de  $\text{NO}_2$ , concluyendo que la ciudad ya ha alcanzado niveles de calidad del aire saludables, por lo que básicamente, no contemplan introducir medidas adicionales de reducción de la contaminación.

A este respecto, es importante señalar que los valores límite legales de  $\text{NO}_2$  que la ciudad empieza a cumplir ahora eran exigibles desde el año 2010 (se cumplen con 12 años de retraso), y fueron legislados por la Directiva 1999/30/CE, aprobada en 1999 (23 años después). Esto tiene implicaciones. Por un lado, **el Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) condenó a España en diciembre de 2022 por el “incumplimiento sistemático” de los valores límite legales de  $\text{NO}_2$  tanto en Madrid como Barcelona** (en el caso de Madrid, incumplimientos acumulados entre 2010-2021). Por otro lado, debe tenerse en cuenta que **los estándares de protección de la salud avanzan, a medida que se profundiza en el conocimiento sobre los efectos adversos que se pretende evitar y la sociedad toma conciencia del problema**. Un ejemplo claro es el de la legislación restrictiva sobre el tabaquismo. Aunque las primeras restricciones en este país se establecieron en 1988 (prohibición de fumar en colegios y hospitales), no fue hasta 2006 en que la restricción se generalizó en centros de trabajo, establecimientos públicos y medios de transporte, 2011 cuando las restricciones se extendieron a la hostelería, y actualmente se plantean nuevos avances. Aunque en algunos momentos pudo existir cierta controversia, ahora resultaría inimaginable dar pasos atrás en dichos avances civilizatorios. Del mismo modo, los valores de referencia en materia de contaminación atmosférica (las Guías de Calidad del Aire de la OMS), se han actualizado en diversas ocasiones desde su primera



edición en 1987. Como se indicó al principio de este informe, la última actualización tuvo lugar en 2021 (revisando valores que databan de 2005) y constituye la base sobre la que la UE está revisando los valores límite legales contemplados en la directiva que se aprobará a principios de 2024 (Tabla 1), que serán mucho más estrictos que los actuales. **En definitiva, para garantizar una calidad del aire saludable, no basta con cumplir con valores límite que ya se han quedado obsoletos, será necesaria la puesta en marcha de nuevas medidas ambiciosas, fundamentalmente relacionadas con la limitación del uso del automóvil en las ciudades.**

En este contexto, diversos países de nuestro entorno están poniendo en marcha medidas adicionales que suponen un incremento importante de las restricciones al tráfico respecto de sus normativas anteriores. Por ejemplo: La ULEZ o Zona de Emisiones Ultra Bajas de Londres, el Área B de Milán (que complementa al Área C), o las numerosas medidas encaminadas a la reducción del tráfico en París a la que se sumará la anunciada “Zone apaisée Paris Centre & Saint Germain” inspirada explícitamente en Madrid Central, tal como fue presentada por las autoridades municipales de París.

Por el contrario el Ayuntamiento de Madrid se encamina en la dirección opuesta. En 2021 realizó una reforma de la ordenanza de movilidad sostenible, con el objetivo principal de relajar las restricciones de tráfico imperantes en Madrid Central, recogiendo numerosas excepciones adicionales, para permitir acceder y circular por dicha zona a una cantidad importante de vehículos, que con la redacción anterior no podían hacerlo. En 2022 se aprobó una moratoria que autorizaba a seguir circulando por dicha zona un año más (hasta diciembre de 2023) a los vehículos industriales y de mercancías (furgonetas) con etiqueta B. Intentó hacer lo mismo en 2023, pero afortunadamente lo impidió una sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Madrid. Por otro lado, desde el consistorio se impulsan planes de grandes aparcamientos en el centro de la ciudad, como los dos proyectados en el entorno del estadio Santiago Bernabéu, con capacidad para cerca de 2.000 automóviles, y el del Hospital Niño Jesús con 800 plazas, en un momento en que diversas capitales europeas como Ámsterdam o París desarrollan estrategias para reducir significativamente las plazas de aparcamiento.

Por otro lado, el significativo incremento de los niveles de contaminación por ozono en Madrid en 2023 es un hecho preocupante. Se constata que la contaminación por ozono en la ciudad va en aumento, tras la tregua que supusieron las excepcionales medidas de restricción de la movilidad de los años 2020 y 2021 a consecuencia de la pandemia de COVID-19 (Anexo, Tablas 8 y 9). Es previsible que en los próximos años la situación tienda a agravarse, por el efecto de las intensas y continuas olas de calor en verano, debido al cambio climático. Por ello es urgente que tanto el Ayuntamiento de Madrid como la Comunidad de Madrid pongan en marcha protocolos de actuación ante los picos de contaminación por ozono, así como planes de reducción de la contaminación específicos frente a este contaminante.

Como ha quedado reflejado en este informe, Madrid se encuentra muy lejos de cumplir con los nuevos valores de referencia sobre contaminación atmosférica. Así pues, queda poco margen para la complacencia y mucho trabajo por delante para lograr una calidad del aire saludable en la ciudad.

# Anexos

Tabla 4. Resumen de los datos de contaminación en 2023.

ESTACION	TIPO	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>		
		Media Anual NO <sub>2</sub>	Media Anual PM <sub>10</sub>	Media Anual PM <sub>2.5</sub>	Superaciones octorarias 100 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	Superaciones octorarias 120 µg/m <sup>3</sup> (Directiva)	Superaciones umbral de información (180 µg/m <sup>3</sup> )
Villaverde	FU	36			79	19	0
Plaza Elíptica	Tráfico	36	24	12			
Barajas Pueblo	FU	34			94	40	5
Escuelas Aguirre	Tráfico	33	21	10	49	17	2
Plaza del Carmen	FU	31			84	32	3
Vallecas	FU	30	16				
Plaza de Castilla	Tráfico	30	19	8			
Ensanche Vallecas	FU	30			73	27	4
Ramón y Cajal	Tráfico	30					
Cuatro Caminos	Tráfico	29	19	10			
Mortalaz	Tráfico	29	18				
Urb. Embajada	FU	29	24				
Castellana	Tráfico	29	18	10			
Barrio del Pilar	Tráfico	28			85	31	3
Plaza de España	Tráfico	28					
Méndez Alvaro	FU	28	18	9			
Arturo Soria	FU	27			91	37	4
Farolillo	FU	27	20		77	31	4
Sanchinarro	FU	24	15	8			
Juan Carlos I	Sub	22			129	57	15
Tres Olivos	FU	21	18		77	31	3
Retiro	FU	20			78	21	4
Casa de Campo	Sub	16	16	8	91	23	2
El Pardo	Sub	13			134	51	10
<b>Media RED</b>		<b>28</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>88</b>	<b>32</b>	<b>59*</b>

Las estaciones están ordenadas respecto al valor medio anual de NO<sub>2</sub>.

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

Se indican en rojo los registros que superan valores límite legales vigentes y en naranja los valores que superan los nuevos límites legales contemplados en el proceso de revisión de la directiva europea de calidad del aire, actualmente en marcha.

\* Número total de superaciones del umbral de información en la Red

Tabla 5. Evolución del valor medio anual de NO<sub>2</sub> entre 2010-2023

ESTACION	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Plaza de España	49	51	46	46	38	51	46	49	43	40	31	28	25	28
Escuelas Aguirre	54	60	51	43	51	58	57	62	55	51	35	35	34	33
Ramón y Cajal	55	54	46	41	38	46	44	46	43	39	32	33	31	30
Arturo Soria	44	44	39	34	36	43	38	42	37	34	25	28	30	27
Villaverde	37	46	40	37	37	46	43	49	37	39	31	36	35	36
Farolillo	42	40	35	33	33	40	39	42	34	33	27	28	28	27
Casa de Campo	30	29	23	20	20	24	21	25	20	20	16	18	17	16
Barajas Pueblo	47	40	35	31	31	34	37	40	36	36	27	29	30	34
Plaza del Carmen	52	51	44	41	40	50	46	49	45	36	29	31	31	31
Moratalaz	49	48	41	32	35	41	38	43	39	36	29	31	29	29
Cuatro Caminos	54	55	44	43	42	45	43	46	42	38	30	33	30	29
Barrio del Pilar	43	49	45	41	41	45	40	43	39	36	27	29	28	28
Vallecas	42	45	38	35	42	40	40	42	37	36	29	30	31	30
Méndez Alvaro	47	48	39	32	33	39	38	43	35	34	27	29	29	28
Castellana	49	48	39	36	40	39	38	40	39	34	28	29	27	29
Retiro	35	37	32	28	24	34	32	32	29	25	21	23	22	20
Plaza de Castilla	53	52	47	42	44	47	43	41	40	37	28	33	33	30
Ensanche Vallecas	41	40	31	26	32	44	36	40	37	37	31	27	29	30
Urb. Embajada	44	49	42	37	37	46	42	47	41	38	27	32	31	29
Plaza Elíptica	68	63	57	54	53	58	56	59	53	53	41	41	40	36
Sanchinarro	38	40	37	32	32	35	34	35	31	31	24	26	26	24
El Pardo	22	23	19	18	13	18	18	18	15	16	13	15	14	13
Juan Carlos I	27	28	22	19	20	23	21	29	25	26	19	21	21	22
Tres Olivos	41	39	32	29	29	38	36	36	28	25	26	29	26	21
<b>Media RED</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>28</b>
Nº Estaciones > VLA	18	15	10	8	6	13	9	15	7	2	1	1	0	0

Se indican en rojo los registros que superan el Valor Límite Anual (VLA) de NO<sub>2</sub> vigente (40 µg/m<sup>3</sup>) y en naranja los registros que superan el nuevo VLA (20 µg/m<sup>3</sup>) contemplado en el proceso de revisión de la directiva europea de calidad del aire, actualmente en marcha. Las Guías de la OMS fijan el valor anual recomendado en 10 µg/m<sup>3</sup>.

■ **Tabla 6. Evolución del valor medio anual de PM<sub>10</sub> entre 2010-2023**

ESTACION	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Escuelas Aguirre	27	30	23	22	24	25	22	19	21	21	19	18	18	21
Farolillo	21	24	23	19	19	22	18	24	18	16	17	19	21	20
Casa de Campo	17	20	18	15	16	19	17	20	15	13	16	19	21	16
Moratalaz	22	23	22	19	23	23	20	24	21	20	19	20	22	18
Cuatro Caminos	26	28	23	20	18	21	20	18	19	19	17	16	21	19
Vallecas	21	24	21	18	19	21	20	23	18	17	17	21	23	16
Méndez Alvaro	23	25	22	19	19	21	19	19	16	17	15	18	21	18
Castellana	24	23	24	19	21	19	18	16	16	18	17	18	18	18
Plaza de Castilla	23	24	22	20	20	20	18	14	17	18	15	21	21	19
Urb. Embajada	20	21	20	18	19	21	21	24	21	21	22	24	26	24
Plaza Elíptica									23	20	15	17	22	24
Sanchinarro	19	19	23	17	18	20	19	20	17	14	15	17	17	15
Tres Olivos	19	20	18	18	18	19	18	20	18	13	13	14	19	18
Media RED	22	23	22	19	19	21	19	20	18	17	17	19	21	19

Se indican en naranja los valores que superan el nuevo valor límite legal anual para PM<sub>10</sub> (20 µg/m<sup>3</sup>) contemplado en el proceso de revisión de la directiva europea de calidad del aire, actualmente en marcha. Las Guías de la OMS fijan el valor anual recomendado en 15 µg/m<sup>3</sup>.

■ **Tabla 7. Evolución del valor medio anual de PM<sub>2,5</sub> entre 2010-2023**

ESTACION	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Escuelas Aguirre	13	15	14	12	12	13	11	11	11	10	10	9	10	10
Casa de Campo	9	10	10	8	9	10	9	10	8	9	9	10	9	8
Cuatro Caminos	14	15	13	11	12	12	11	10	10	10	9	9	10	10
Méndez Álvaro	12	13	13	10	11	12	11	12	10	10	8	10	9	9
Castellana	9	10	12	9	10	11	10	9	10	9	10	10	9	10
Plaza de Castilla	13	11	10	11	11	11	10	9	10	9	8	10	9	8
Plaza Elíptica									13	12	10	10	11	12
Sanchinarro										10	9	9	8	8
Media RED	12	12	12	10	11	12	10	10	10	10	9	10	9	9

Se indican en naranja los valores que superan el nuevo valor límite legal anual para PM<sub>2,5</sub> (10 µg/m<sup>3</sup>) contemplado en el proceso de revisión de la directiva europea de calidad del aire, actualmente en marcha. Las Guías de la OMS fijan el valor anual recomendado en 5 µg/m<sup>3</sup>.

■ **Tabla 8. Superaciones del Valor Límite Octohorario (VLO) de O<sub>3</sub> entre 2010-2023.**

ESTACION	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Escuelas Aguirre	7	1	0	8	5	13	5	2	13	10	9	7	20	17
Arturo Soria	18	6	0	20	27	30	9	41	21	0	25	23	-	37
Villaverde	0	0	1	14	4	27	14	10	25	12	11	11	21	19
Farolillo	17	6	0	31	33	34	40	25	25	41	31	10	15	31
Casa de Campo	44	7	6	66	45	48	44	64	63	38	19	14	27	23
Barajas Pueblo	25	28	9	60	43	42	27	29	31	35	32	23	16	40
Plaza del Carmen	6	5	0	17	25	34	10	3	3	0	29	25	23	32
Barrio del Pilar	4	7	1	20	16	34	22	12	29	24	17	26	29	31
Retiro	5	5	1	34	15	32	16	3	11	18	8	14	13	21
Ensanche Vallecas	17	30	2	37	27	52	34	22	20	25	15	0	5	27
Plaza Elíptica	2	1	0	14	5	12	3	5	4	0	1	-	-	-
El Pardo	45	29	5	56	41	68	65	40	63	48	34	33	38	51
Juan Carlos I	53	42	6	40	12	33	64	42	50	35	20	24	18	57
Tres Olivos	9	35	3	46	43	41	61	41	60	52	38	39	19	31
Media RED	18	14	2	33	24	36	30	24	30	24	21	19	20	32
Nº de Estaciones con > 25 superac.	3	5	0	8	7	12	7	6	6	6	5	3	3	9

Se muestra el número de días con superaciones octohorarias del valor de referencia legal (120 µg/m<sup>3</sup>) para cada año. Se indican en rojo los registros que superaron el Valor Límite Octohorario (VLO) de O<sub>3</sub> en más de 25 ocasiones y en naranja los registros que superaron dicho valor en más de 18 ocasiones.

■ **Tabla 9. Superaciones del Umbral de Información a la Población de O<sub>3</sub> entre 2010-2023.**

ESTACION	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Escuelas Aguirre	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	2
Arturo Soria	4	0	0	5	1	5	0	3	0	0	0	0	-	4
Villaverde	0	0	0	4	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0
Farolillo	0	0	0	8	0	11	7	0	0	0	0	0	0	4
Casa de Campo	2	0	0	7	2	16	1	3	0	0	0	0	0	2
Barajas Pueblo	0	1	0	7	5	18	1	0	0	2	0	0	1	5
Plaza del Carmen	0	0	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	3	3
Barrio del Pilar	0	0	0	7	1	13	0	0	0	0	0	0	0	3
Retiro	0	0	0	6	1	9	0	0	0	0	0	0	0	4
Ensanche Vallecas	0	0	0	7	0	9	1	0	0	0	0	0	0	4
Plaza Elíptica	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	-	-	-
El Pardo	0	0	0	7	0	23	7	1	5	0	0	0	4	10
Juan Carlos I	0	1	0	9	0	5	6	0	1	2	0	0	0	15
Tres Olivos	0	1	0	8	4	16	12	0	1	4	0	0	0	3
<b>Nº total superac. (180µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>78</b>	<b>17</b>	<b>142</b>	<b>35</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>59</b>

Se muestra el número de superaciones del Umbral de Información a la Población de O<sub>3</sub> (180 µg/m<sup>3</sup> durante 1 h).

*ecologistas  
en acción*  
Madrid

