



COMPARTIR

COMPARTIR ESTA PÁGINA

- En Facebook
- En Twitter
- En LinkedIn
- En Whatsapp
- Por Correo

En este momento



Madrid 2022

Calidad del Aire

Dirección General de Sostenibilidad
y Control Ambiental



MADRID

medio ambiente y
movilidad

Contenido

1. RESUMEN	2
2. LA RED DE VIGILANCIA	4
2.1 MAPA DE LA RED	6
2.2 Control y garantía de calidad.....	8
3. DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	9
3.1 Análisis de los datos	9
3.2 Legislación.....	10
3.3 Dióxido de azufre.....	11
3.4 Partículas en suspensión PM10	13
3.5 Partículas en suspensión PM2,5	19
3.6 Dióxido de nitrógeno	23
3.7 Monóxido de carbono.....	35
3.8 Benceno.....	38
3.9 Ozono.....	40
3.10 Metales pesados	51
3.11 Benzo(a)pireno	54
3.12 Amoníaco.....	56
3.13 Carbono negro.....	58
4. DATOS ABIERTOS	60
5. RED PALINOCAM	61
6. CAMPAÑAS	62
6.1 CAMPUS DE CANTOBLANCO (UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID).....	63
7. EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN.....	65
7.1 Partículas en suspensión PM10	65
7.2 Ozono.....	67
8. BALANCE METEOROLÓGICO	68

1. RESUMEN

La calidad del aire correspondiente al año 2022 en la ciudad de Madrid ha mejorado respecto a años anteriores, por primera vez se han cumplido los valores límite establecidos para el NO₂ en la legislación. Ninguna estación ha superado el valor límite anual de 40 µg/m³ y tampoco se ha superado el valor límite horario de 200 µg/m³ que no debe superarse más de 18 veces/año

En cuanto al ozono troposférico, se han producido superaciones del umbral de información a la población, el día 13 de julio, alcanzándose una concentración máxima de 200 µg/m³ en la estación de El Pardo.

Respecto al cumplimiento del valor objetivo de protección de la salud del ozono, tres estaciones de la red (1 de tipo suburbano y 2 de fondo) han excedido ese valor, dos menos que en 2021.

Los niveles del resto de contaminantes: partículas en suspensión -PM10 y PM2,5-, dióxido de azufre, monóxido de carbono, benceno, metales pesados y benzo(a)pireno, han sido inferiores a los valores límite u objetivo fijados para ellos por la legislación.

Se ha mantenido el servicio de información de la calidad del aire de Madrid en la red social Twitter ([@airedemadrid](#)) y de la App "Aire de Madrid". A través de estos canales se comunica la situación y previsiones en materia de calidad del aire en cada momento, recomendaciones a la ciudadanía para contribuir a mejorarla y contenidos de servicio en relación con la activación de protocolos por episodios de contaminación de dióxido de nitrógeno y ozono.

La temperatura media del año registrada por la red ha sido de 16.7 °C. Las medias de temperaturas máximas y mínimas han sido de 24.1 y 9.1 °C respectivamente. El año se ha caracterizado por considerarse extremadamente cálido respecto a la serie histórica que se inicia en 1961.

La precipitación media registrada ha sido de 358 mm. El año ha sido en general seco a excepción del mes de marzo, considerado como extremadamente húmedo, y el último trimestre del año que ha sido húmedo.

Los periodos de estabilidad atmosférica se han concentrado en el primer trimestre del año, sin embargo, en ningún caso han sido tan intensos como para comprometer la ventilación atmosférica.

La tendencia de los principales contaminantes desde el 2010 ha sido la siguiente:

SO ₂	PM10	PM2,5	NO ₂	CO	Benceno	Ozono
↘	→	↘	↘	↘	↘	↗

En el siguiente cuadro se pueden observar las superaciones de los valores límite y objetivo que se han producido en el año 2022 en las estaciones de la red:

		Año 2022 Superaciones de valor límite/valor objetivo		
		Suburbana	Fondo	Tráfico
Dióxido de nitrógeno	Media horaria	No	No	No
	Media anual	No	No	No
PM10	Media diaria	No	No	No
	Media anual	No	No	No
PM2,5	Media anual	No	No	No
Ozono	Media octohoraria máxima en un día *	Sí (1 de 3)	Sí (2 de 8)	No
	Umbral de información	Sí (1 de 3)	Sí (3 de 8)	Sí (1 de 3)
Benceno	Media anual	No	No	No
Dióxido de azufre	Media horaria / Media diaria	No	No	No
Monóxido de carbono	Media octohoraria máxima en un día	No	No	No
Plomo	Valor límite anual	-	-	No
Cadmio	Valor objetivo anual	-	-	No
Arsénico	Valor objetivo anual	-	-	No
Níquel	Valor objetivo anual	-	-	No
Benzo(a)Pireno	Valor objetivo anual	-	-	No

* Promedio 2020- 2022

2. LA RED DE VIGILANCIA

Durante el año 2022 el Ayuntamiento de Madrid ha contado con una red de vigilancia de la calidad del aire formada por 24 estaciones automáticas, dos puntos adicionales para partículas en suspensión PM_{2,5}, dos puntos de muestreo para metales pesados y uno para benzo(a)pireno, todos ellos integrados en el [Sistema Integral de Vigilancia, Predicción e Información](#).

La red de vigilancia de la calidad del aire cuenta con los medios materiales y humanos necesarios para la medición y registro en continuo, 24 horas durante los 365 días del año, de los parámetros de calidad del aire establecidos en la legislación, garantizando la calidad de los datos registrados. Tiene entre sus objetivos principales, la detección y evaluación de las situaciones de superación de los valores límite y objetivo, así como de los niveles de preaviso, aviso o de alerta previstos, de acuerdo con los protocolos establecidos por el Ayuntamiento de Madrid para estos casos.

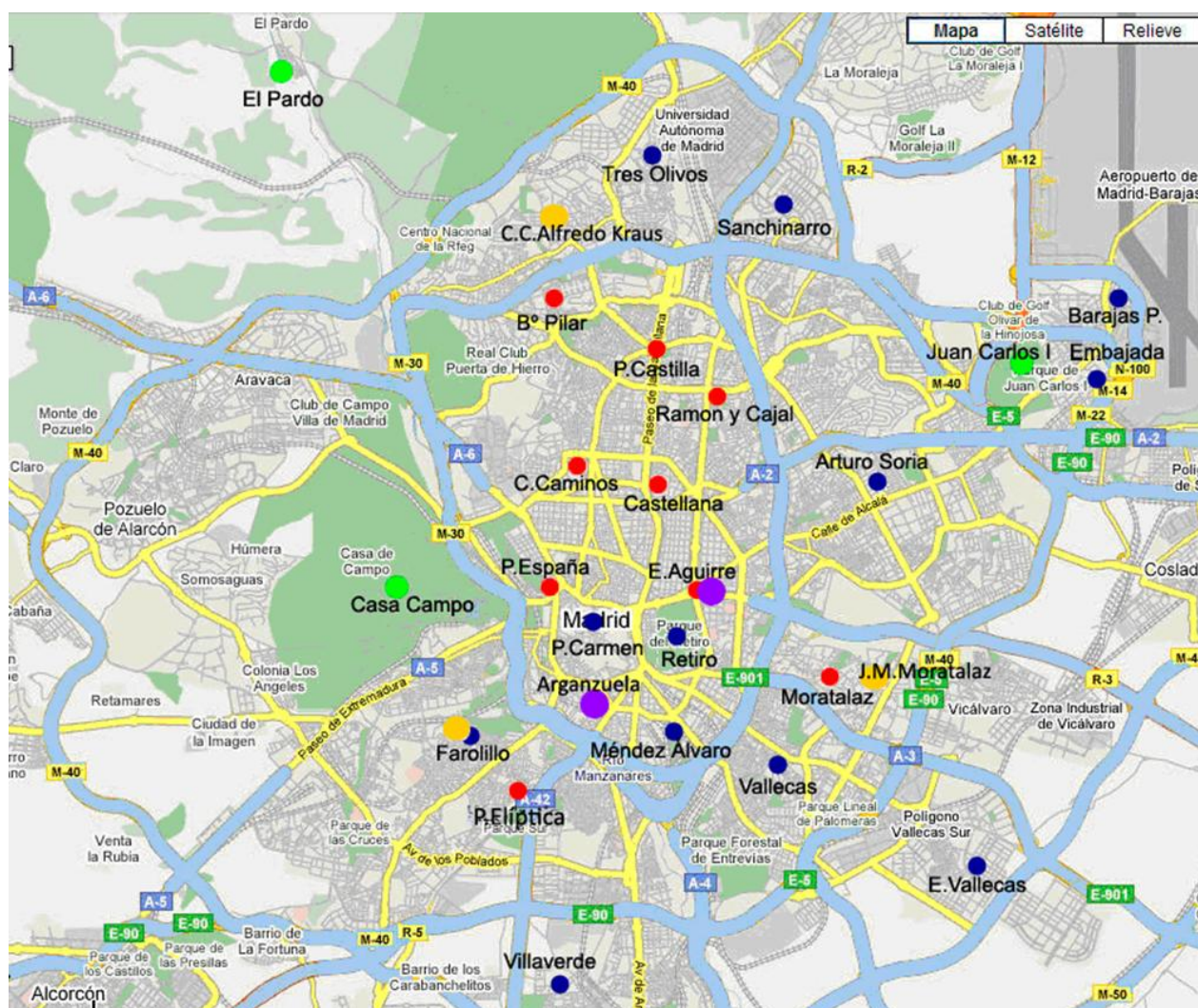
A su vez, se realizan campañas con unidades móviles para completar el conocimiento de los niveles de calidad del aire en lugares alejados de las estaciones fijas de la red.

En la siguiente tabla se muestra una relación de las estaciones y puntos de muestreo de la red:

UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES REMOTAS Y PUNTOS DE MUESTREO

NOMBRE	DIRECCIÓN	DISTRITO MUNICIPAL
PZA. ESPAÑA	Pza. España	MONCLOA-ARAVACA
ESCUELAS AGUIRRE	C/Alcalá - O'Donnell	SALAMANCA
RAMÓN Y CAJAL	Avda. Ramón y Cajal - Príncipe de Vergara	CHAMARTÍN
ARTURO SORIA	C/ Arturo Soria - Vizconde de los Asilos	CIUDAD LINEAL
VILLAVERDE	C/ Juan Peñalver	VILLAVERDE
FAROLILLO	C/ Farolillo - Ervigio	CARABANCHEL
CASA DE CAMPO	Casa de Campo (Terminal del Teleférico)	MONCLOA-ARAVACA
BARAJAS PUEBLO	C/ Júpiter, 21	BARAJAS
PZA. DEL CARMEN	Pza. del Carmen - Tres Cruces	CENTRO
MORATALAZ	Avda. Moratalaz - Camino Vinateros	MORATALAZ
CUATRO CAMINOS	Avda. Pablo Iglesias - Marqués de Lema	CHAMBERÍ
BARRIO DEL PILAR	Avda. Betanzos - Monforte de Lemos	FUENCARRAL
VALLECAS	C/ Arroyo del Olivar - Río Grande	PUENTE VALLECAS
MÉNDEZ ÁLVARO	Pza. Amanecer Méndez Álvaro	ARGANZUELA
CASTELLANA	C/ José Gutiérrez Abascal	CHAMARTÍN
RETIRO	Pº Venezuela - Casa de Vacas	RETIRO
PZA. CASTILLA	Pza. Castilla (Canal)	CHAMARTÍN
ENSANCHE DE VALLECAS	Avda. La Gavia - Avda. Las Suertes	VILLA DE VALLECAS
URB. EMBAJADA	C/ Riaño, s/n	BARAJAS
PZA. ELÍPTICA	Pza. Elíptica - Avda. Oporto	CARABANCHEL
SANCHINARRO	C/Princesa Éboli .- C/ María Tudor	HORTALEZA
EL PARDO	Avda. La Guardia	FUENCARRAL-ELPARDO
JUAN CARLOS I	Parque Juan Carlos I	BARAJAS
TRES OLIVOS	Pza. Tres Olivos	FUENCARRAL-ELPARDO
J.M. MORATALAZ	C/ Fuente Carrantona, 8	MORATALAZ
C.C. ALFREDO KRAUS	Gta. Pradera de Vaquerizas, 9	FUENCARRAL-ELPARDO
C.I. ARGANZUELA	C/ Canarias, 17	ARGANZUELA

2.1 MAPA DE LA RED



Tipos de estación:

- Suburbana
- Urbana de fondo
- Urbana de tráfico
- Punto muestreo metales pesados
- Punto de muestreo manual de PM_{2,5}

DISTRIBUCIÓN DE ANALIZADORES Y MUESTREADORES INSTALADOS EN LA RED

ESTACION - PUNTO DE MUESTREO	NO ₂	SO ₂	CO	PM10	PM2,5	O ₃	BTX	Metales	B(a)P
Pza. España	X	X	X						
Esc. Aguirre	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ramón y Cajal	X						X		
Arturo Soria	X					X			
Villaverde	X					X			
Farolillo*	X			X		X	X		
Casa de Campo	X			X	X	X	X		
Barajas Pueblo	X					X			
Pza. del Carmen	X	X	X			X			
Moratalaz	X	X		X					
Cuatro Caminos	X			X	X		X		
Barrio del Pilar	X					X			
Vallecas	X			X					
Méndez Álvaro	X			X	X				
Castellana	X			X	X				
Retiro	X					X			
Pza. Castilla	X			X	X				
Ensanche de Vallecas	X					X			
Urb. Embajada	X			X			X		
Pza. Elíptica	X		X	X	X				
Sanchinarro	X			X	X				
El Pardo	X					X			
Juan Carlos I	X					X			
Tres Olivos	X			X		X			
J.M. Moratalaz *					X				
C.C. Alfredo Kraus *					X				
C.I. Arganzuela								X	

*Punto de muestreo manual de PM2,5

Se ha reducido el número de analizadores de monóxido de carbono y de dióxido de azufre debido a las muy bajas concentraciones de este contaminante en toda la ciudad. Los niveles obtenidos son inferiores al umbral inferior de evaluación que establece la legislación y que se define como “nivel por debajo del cual es posible limitarse al empleo de técnicas de modelización para evaluar la calidad del aire ambiente”.

2.2 Control y garantía de calidad

Con el fin de asegurar la exactitud de las medidas y el cumplimiento de los objetivos de calidad de los datos que establece la legislación, además de las operaciones de mantenimiento, verificación y calibración habituales, durante el año 2022 se han realizado diversas actividades de garantía de calidad.

A continuación, se detalla el porcentaje de datos válidos por estación automática y analizador:

ESTACIÓN	Porcentaje de datos válidos año 2022						
	SO ₂	CO	NO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀	O ₃	BTX
Pza. España*	75%	73%	75%				
Esc. Aguirre	98%	98%	99%	85%	85%	97%	96%
Ramón y Cajal			99%				98%
Arturo Soria*			71%			71%	
Villaverde			99%			98%	
Farolillo			99%		85%	98%	98%
Casa Campo			98%	98%	98%	96%	97%
Barajas Pueblo			99%			98%	
Pza. del Carmen	95%	95%	98%			98%	
Moratalaz	93%		96%		96%		
Cuatro Caminos			99%	84%	83%		97%
Barrio del Pilar			98%			98%	
Vallecas			99%		99%		
Méndez Álvaro			98%	94%	94%		
Castellana			99%	98%	98%		
Retiro			98%			98%	
Pza. Castilla			98%	93%	93%		
Ensanche de Vallecas			99%			99%	
Urb. Embajada			97%		94%		85%
Pza. Elíptica		92%	99%	97%	97%		
Sanchinarro			99%	98%	98%		
El Pardo			99%			98%	
Juan Carlos I			99%			99%	
Tres Olivos			99%		97%	98%	

* Reducción del porcentaje de datos por obras de mejora en la estación.

3. DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

3.1 Análisis de los datos

Los analizadores de los contaminantes integrados en las estaciones de vigilancia automáticas funcionan en continuo y registran un valor medio cada 5 segundos.

Estos datos son procesados e integrados en el Centro de Control del Servicio de Calidad del Aire. Según el tipo de integración, se generan diferentes clases de datos, que se utilizarán en función del período de análisis de estudio, o de la forma en que están establecidos los valores límites.

Diezminutales: Valor medio de los registrados en un periodo de diez minutos (120 datos cada 10 minutos). En cada hora se registran, por lo tanto, 6 datos diezminutales.

Horarios: Valor medio de al menos cuatro datos diezminutales válidos y correspondientes a la misma hora. Cada día se pueden registrar, por lo tanto, 24 datos horarios válidos.

Octohorarios: Valor medio correspondiente a los 8 datos horarios precedentes. Se tiene dato octohorario si existen al menos 6 horarios válidos. Cada día se pueden registrar 24 datos octohorarios válidos.

Diarios: Calculados como promedio de, al menos, las tres cuartas partes de los datos horarios válidos incluidos en el día.

Anuales: Calculados como promedio de, al menos, las tres cuartas partes de los datos horarios válidos incluidos en el año.

Todos estos datos se registran con la hora local:

Hora local = (Hora Centroeuropea, CET)

CET = UTC + (1 en invierno)

CET = UTC + (2 en verano)

UTC: Tiempo Universal Coordinado

A continuación, se presenta un análisis detallado por contaminante, recogiendo la legislación aplicable, los datos obtenidos en el año 2022 y su comparación con los valores legislados.

Se incluyen los **indicadores de evolución**, valores que no tienen carácter normativo, pero que se presentan con el objetivo de orientar sobre la evolución de las concentraciones de los diferentes contaminantes a lo largo de un periodo de tiempo. Para calcularlos se ha utilizado el valor medio de la red.

La evolución temporal se ha calculado con todas las estaciones de la red desde el año 2010, año en que se puso en marcha la nueva red adaptada a la directiva europea 2008/50/CE.

Los datos de los equipos manuales de metales, partículas PM_{2,5} y benzo(a)pireno son diarios.

Se han incluido gráficos realizados con el programa "R", concretamente con la librería open-air. Esta librería es de código abierto y está especialmente indicado para analizar datos de calidad del aire. Ha sido desarrollado por The King's College of London.

3.2 Legislación

El análisis que se realiza en este apartado hace referencia a la legislación sobre calidad del aire en vigor, representada por las siguientes normas:

- **Ley 34/2007**, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección a la atmósfera, cuyo objeto es establecer las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación de la atmósfera con el fin de evitar, y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.
- **Directiva 2008/50/CE** del parlamento europeo y del consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Cuyo objetivo es definir y establecer objetivos de calidad del aire, evaluar la calidad del aire en los Estados miembro, obtener información sobre la calidad del aire y asegurar que esta se encuentra a disposición de los ciudadanos, mantener la calidad del aire cuando sea buena y mejorarla en los demás casos y, por último, fomentar la cooperación entre los Estados miembro para reducir la contaminación atmosférica.
- **Real Decreto 102/2011**, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, por la que se traspone al ordenamiento jurídico español la anterior directiva.
- **Real Decreto 39/2017**, de 27 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011 relativo a la mejora de la calidad del aire.

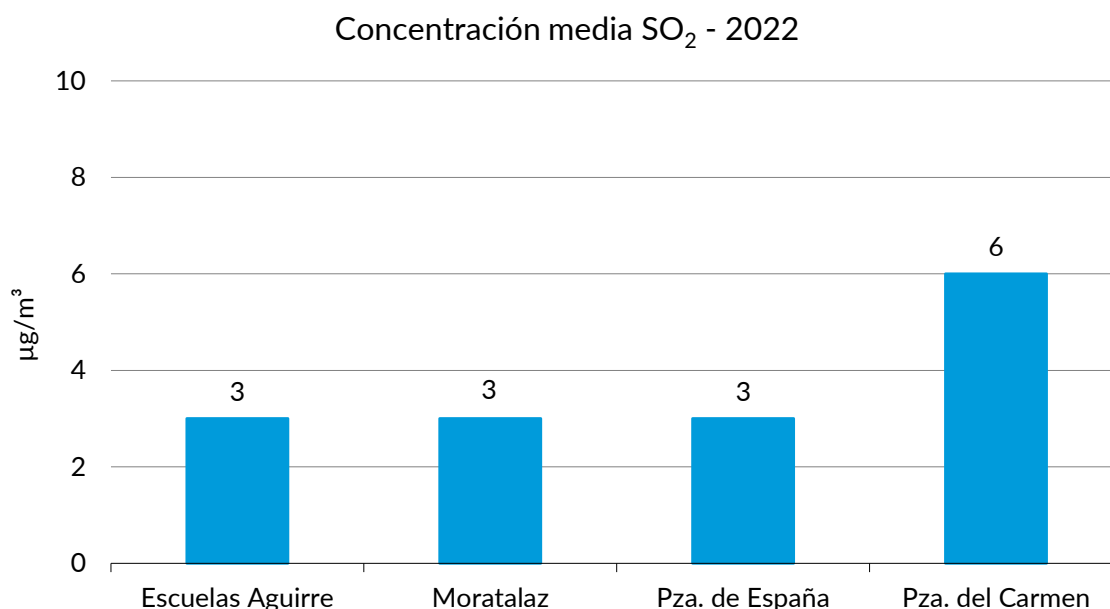
Estas normas establecen unos objetivos de calidad de aire que se concretan en valores límite, valores objetivo, objetivos a largo plazo o umbrales de información y/o alerta a la población, en función del contaminante.

3.3 Dióxido de azufre

VALOR LÍMITE HORARIO para la protección de la salud humana 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año	VALOR LÍMITE DIARIO para la protección de la salud humana 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año	UMBRAL DE ALERTA 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante tres horas consecutivas en un área > 100 km ²
---	---	---

El dióxido de azufre (SO_2) es un gas incoloro, no inflamable. Posee un olor fuerte e irritante en altas concentraciones. Se origina por la combustión de carburantes con cierto contenido en azufre (carbón, fuel) y la fundición de minerales ricos en sulfatos. En el caso de la ciudad de Madrid, la principal fuente emisora es el sector residencial, comercial e institucional. Los valores de la tabla siguiente muestran que los niveles medios de SO_2 en todas las estaciones de medida son muy bajos, con respecto a los límites legales establecidos.

En 2022 no se han registrado picos de SO_2 significativos, los niveles obtenidos se sitúan lejos del valor límite horario, en torno a un 11%.



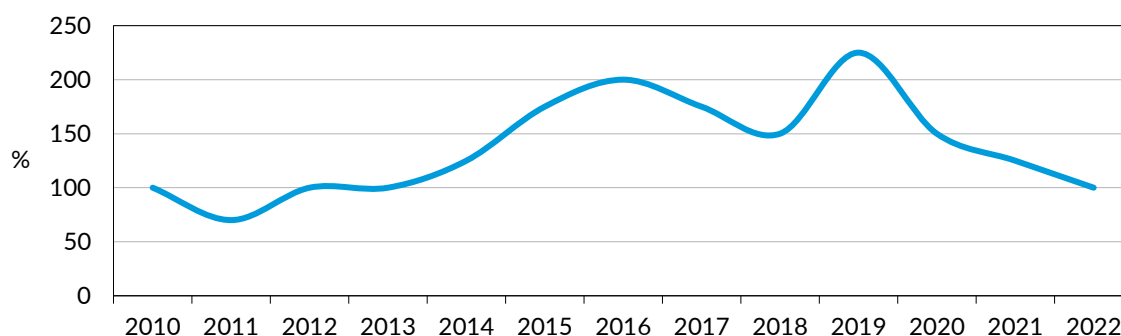
Los valores de SO_2 se sitúan por debajo del nivel crítico para la protección de la vegetación que, a pesar de que no son de aplicación para un área urbana como la ciudad de Madrid, indican la buena calidad del aire de Madrid en cuanto a este contaminante.

Se incluye a continuación un cuadro con los valores medios y máximos horarios de los últimos tres años, en el que se puede apreciar que todos ellos han continuado con la tendencia a mantenerse o a la baja a lo largo de este tiempo.

ESTACIÓN	2020		2021		2022	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Escuelas Aguirre	7	21	4	17	3	12
Moratalaz	7	85	5	54	3	9
Pza. de España	6	24	9	19	3	10
Pza. del Carmen	6	37	6	27	6	41

Indicadores de evolución

Variación en % de SO_2 desde al año 2010



3.4 Partículas en suspensión PM10

VALOR LÍMITE DIARIO para la protección de la salud humana: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (No podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
---	--

El material particulado es una mezcla compleja de componentes con características químicas y físicas diversas. Sus posibles efectos sobre la salud varían en función del tamaño y la composición. Pueden ser primarias o secundarias, es decir, formadas a partir de otros contaminantes primarios.

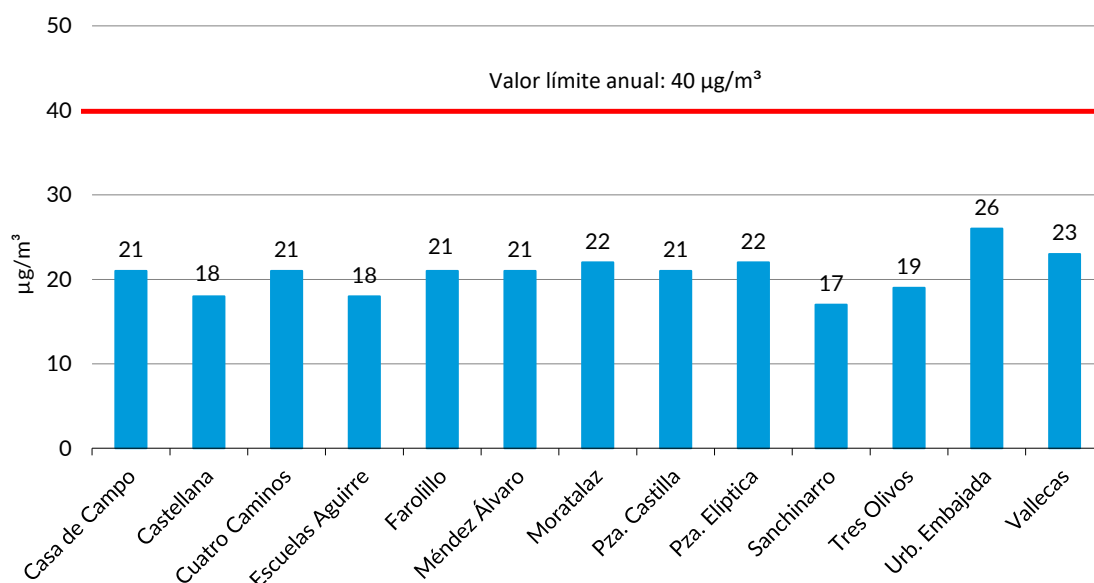
La fuente más importante de material particulado se debe a las emisiones generadas por el tráfico rodado. La contribución del tráfico engloba tanto las emisiones directas de partículas primarias desde el tubo de escape de los vehículos motorizados, como la resuspensión de materiales que se acumulan en el pavimento (productos de abrasión mecánica de vehículos, frenos, ruedas, emisiones derivadas de obras de construcción o demolición, etc.). A su vez, por la situación geográfica de la ciudad de Madrid, se pueden producir niveles elevados de partículas por aportes significativos de polvo sahariano.

Atendiendo a lo establecido en el Real Decreto 102/2011, las campañas para la intercomparación de los equipos automáticos de PM10 de la red con respecto al método de referencia realizadas con el Instituto de Salud Carlos III (laboratorio nacional de referencia), han dado como resultado un factor de corrección de 0,98 para el primer trimestre, 1,02 para el segundo y cuarto y 1,06 para el tercero. Estos factores han sido aplicados a los datos validados de la red para el año 2022 para obtener resultados equivalentes a los que se hubieran obtenido con el método de referencia.

Valor límite anual (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

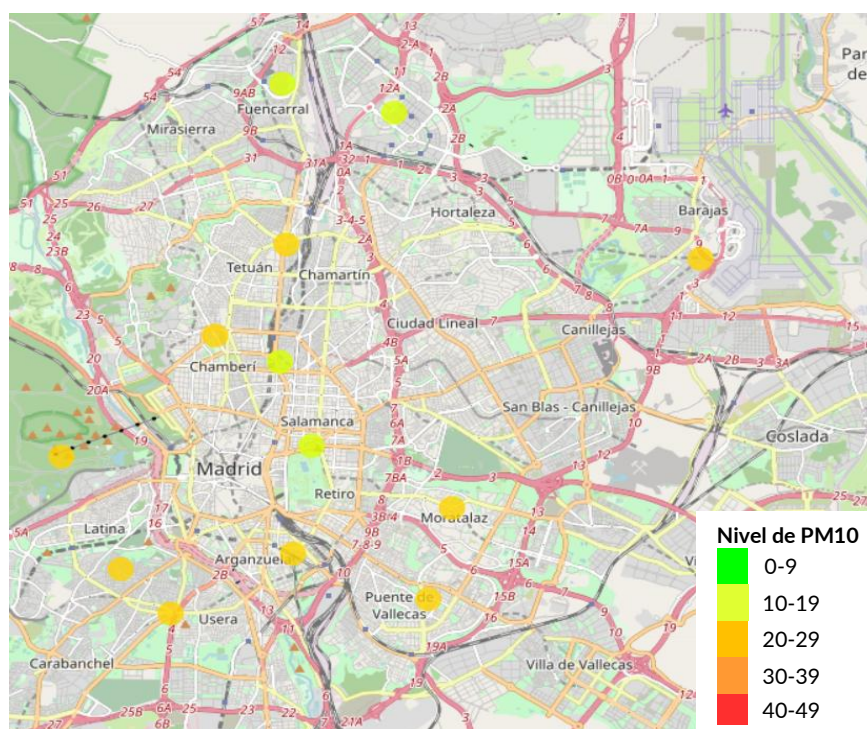
En el siguiente diagrama de barras se puede observar que los valores medios de las estaciones para este año están por debajo del límite establecido por la legislación.

Concentración media PM10 - 2022



Los valores registrados en la red de vigilancia para 2022, son similares a los del año anterior. Ninguna estación ha superado el valor límite anual ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$).

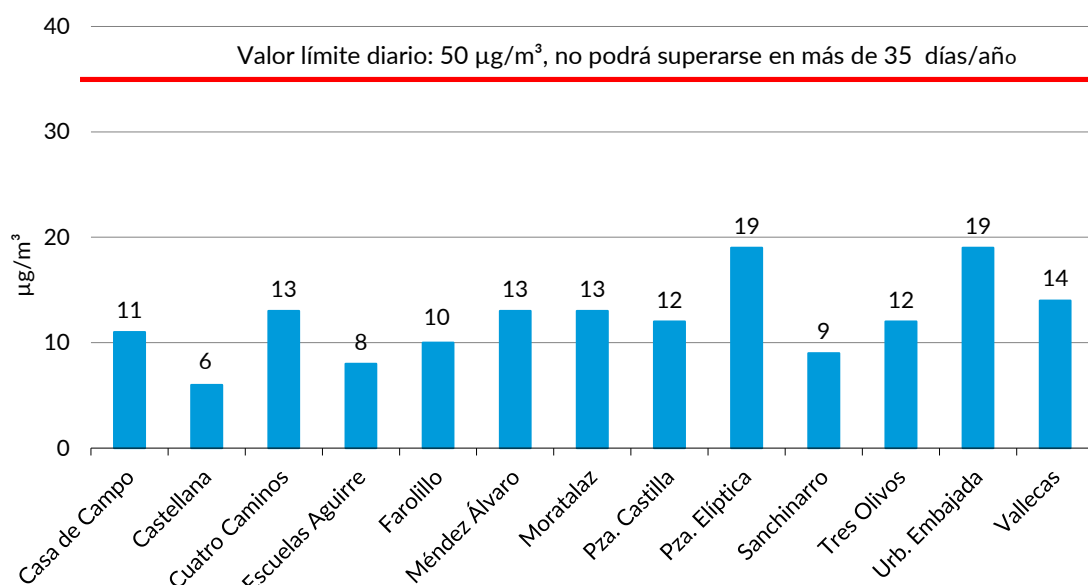
Se incluye un mapa donde se representan las distintas estaciones de la red en función de la concentración media anual de PM10 registrada por las mismas.



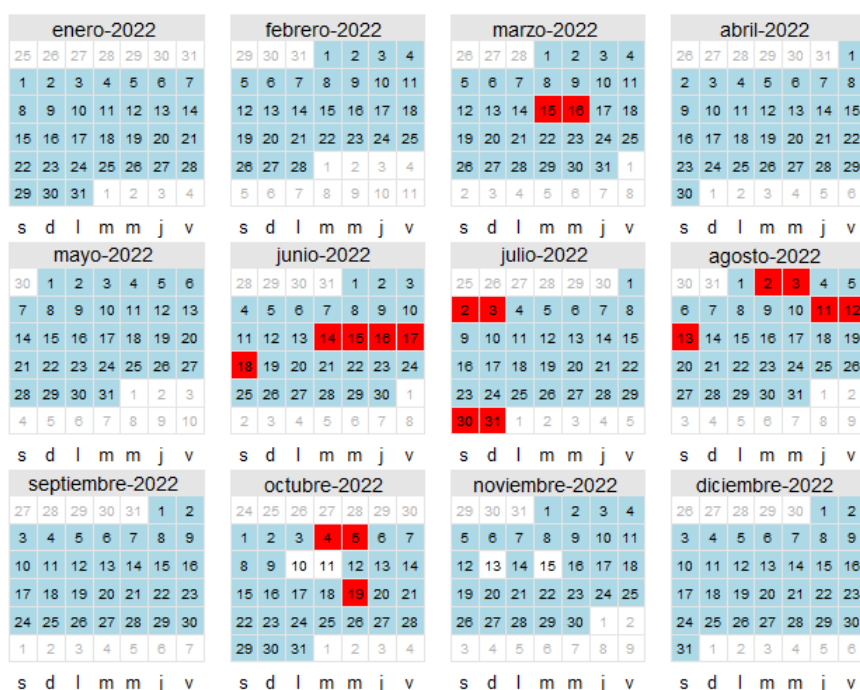
Valor límite diario ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)

A continuación, se representa el número de superaciones del valor medio diario ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), este valor no podrá superarse más de 35 días en el año. Como se puede comprobar en el gráfico, ninguna estación ha alcanzado las 35 superaciones en 2022.

Superaciones valor límite diario PM10- 2022



En el siguiente calendario, a modo de ejemplo, se marca en rojo los días en los cuales la estación de Plaza Elíptica ha superado el valor límite diario de PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



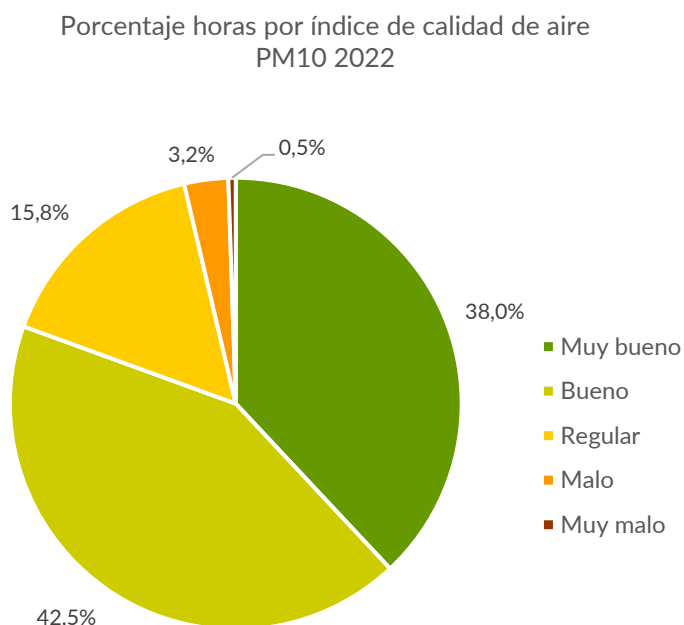
Media diaria superior a 50

Media diaria inferior a 50

*Los días 10 y 11/10/2022, 13 y 15/11/2022 no se dispone de datos.

Índice de calidad del aire.

En el siguiente diagrama se muestra el porcentaje en horas, según los niveles del índice de calidad del aire, para PM10 durante el año 2022.



	PM10	
	nº horas	%
Muy bueno	3331	38,0%
Bueno	3725	42,5%
Regular	1381	15,8%
Malo	276	3,2%
Muy malo	46	0,5%

Se incluyen, a continuación, las concentraciones medias y los valores máximos diarios de los últimos tres años.

Las concentraciones medias de PM10 han permanecido en valores similares en los últimos tres años, sin embargo, destacan las concentraciones diarias máximas alcanzadas en el año 2022, como consecuencia de un episodio de intrusión sahariana extraordinario que llegó a la península ibérica entre el 14 y el 16 de marzo, registrándose concentraciones de partículas muy elevadas en toda la península.

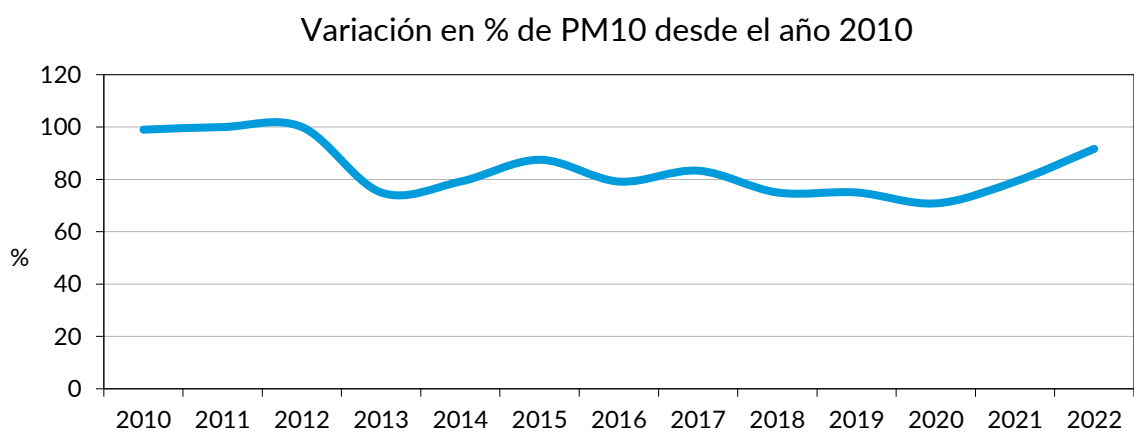
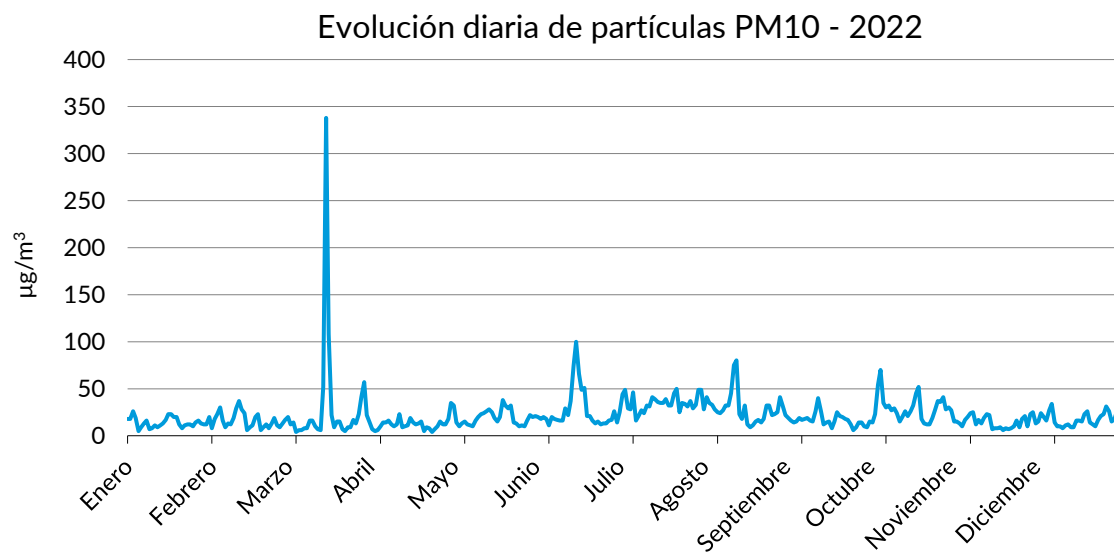


Imagen tomada durante la intrusión sahariana del 14 al 16 de marzo.

Toda la información sobre los episodios de intrusión sahariana que han tenido lugar en el año 2022 se encuentra disponible en la página web del [Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico](#)

ESTACIÓN	2020		2021		2022	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Casa de Campo	16	80	19	89	21	421
Castellana	17	85	18	83	18	250
Cuatro Caminos	17	91	16	84	21	271
Escuelas Aguirre	19	80	18	82	18	227
Farolillo	17	76	19	97	21	236
Méndez Álvaro	15	70	18	75	21	443
Moratalaz	19	95	20	112	22	432
Pza. Elíptica	15	62	17	56	22	160
Pza. Castilla	15	82	21	88	21	412
Sanchinarro	15	72	17	90	17	342
Tres Olivos	13	77	14	77	19	284
Urb. Embajada	22	101	24	125	26	462
Vallecas	17	104	21	109	23	448

Indicadores de evolución

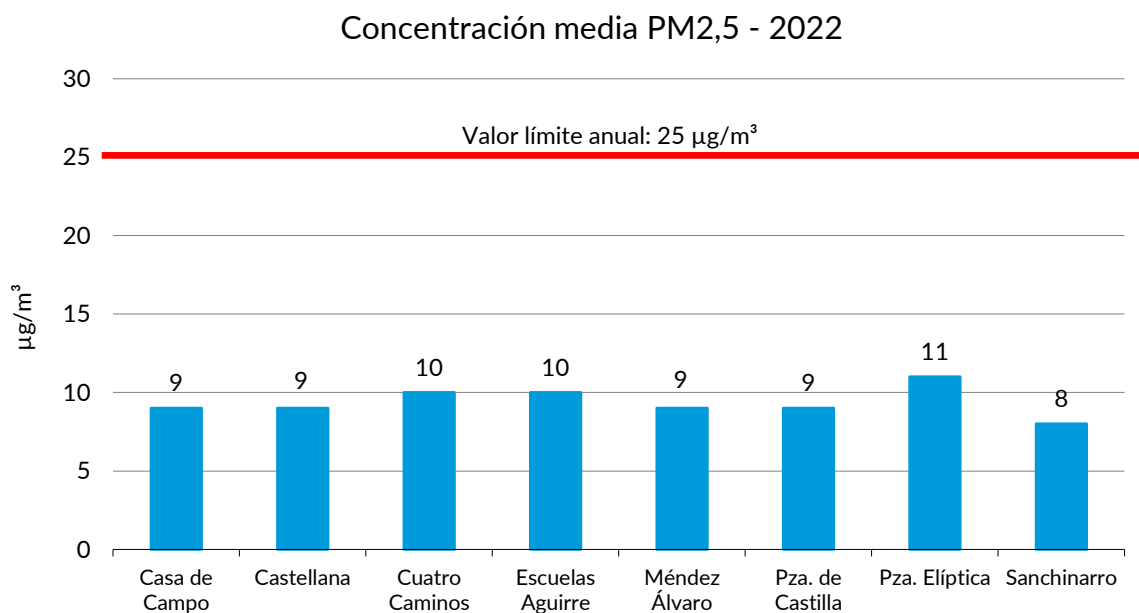


3.5 Partículas en suspensión PM_{2,5}

VALOR LÍMITE ANUAL:

25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

El término PM_{2,5} se refiere a partículas con un diámetro aerodinámico de hasta 2,5 micras. Estas partículas, están formadas por compuestos orgánicos volátiles, (hidrocarburos aromáticos policíclicos) o inorgánicos (nitratos, carbonatos, sulfatos, metales pesados...) y suelen ser de carácter antropogénico, asociadas principalmente al tráfico urbano. Al ser más ligeras, permanecen más tiempo en el aire y pueden desplazarse a mayor distancia.

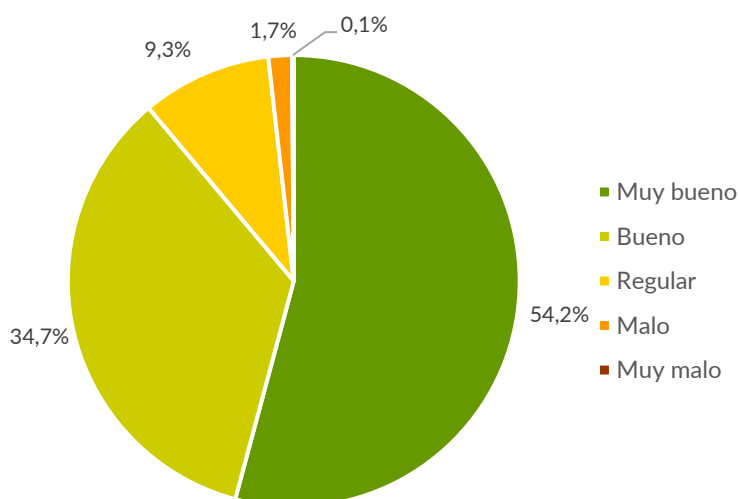


Durante el año 2022 ninguna estación ha superado el valor límite anual establecido por la legislación (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Índice de calidad del aire.

Se incluye el porcentaje en horas, según los niveles del índice de calidad del aire, para PM_{2,5} durante el año 2022.

Porcentaje horas por índice de calidad de aire
PM2,5 2022

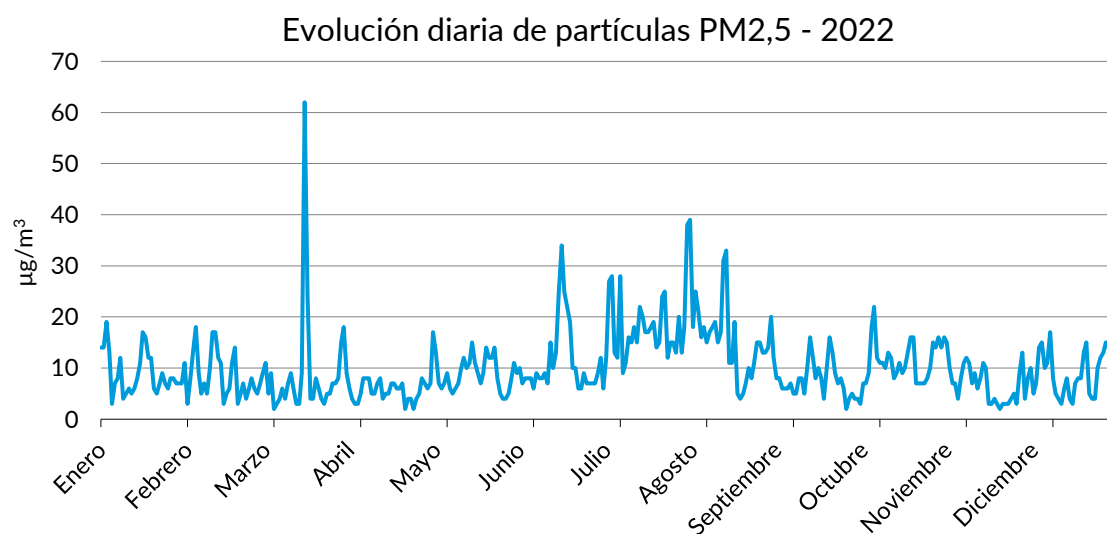


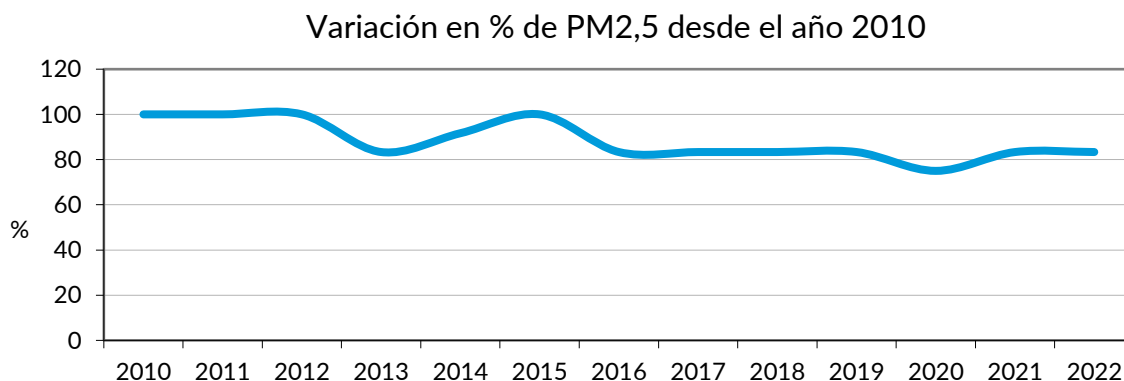
	nº horas	%
Muy bueno	4745	54,2%
Bueno	3041	34,7%
Regular	815	9,3%
Malo	147	1,7%
Muy malo	11	0,1%

Se incluyen, a continuación, los valores medios y máximos diarios de PM2,5 registrados en los últimos tres años. Al igual que en el caso del PM10, las concentraciones medias han permanecido en valores similares, sin embargo, las concentraciones diarias máximas son mucho más elevadas en el año 2022, influenciadas por el episodio de intrusión sahariana que alcanzó la península ibérica entre el 14 y el 16 de marzo.

ESTACIÓN	2020		2021		2022	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Casa de Campo	9	38	10	54	9	128
Castellana	10	44	10	62	9	129
Cuatro Caminos	10	47	9	48	10	87
Escuelas Aguirre	10	38	9	37	10	105
Méndez Álvaro	8	34	10	53	9	117
Pza. Castilla	8	26	10	54	9	115
Pza. Elíptica	10	42	10	50	11	146
Sanchinarro	9	32	9	65	8	94

Indicadores de evolución





El IME (Indicador Medio de Exposición) se define como nivel medio determinado a partir de las mediciones efectuadas de partículas PM_{2,5} en ubicaciones de fondo urbano de distintas zonas y aglomeraciones de todo el territorio nacional, que refleja la exposición de la población y a partir del cual se fijan las reducciones de los niveles para alcanzar la mayor protección de la salud.

Para la obtención de este indicador la ciudad de Madrid contribuye con tres puntos de muestreo en ubicaciones de fondo urbano: la estación de Farolillo (Calle Farolillo esquina Calle Ervigio), el Centro Cultural Alfredo Krauss (Glorieta Pradera de Vaquerizas, 9) y la Junta Municipal de Moratalaz (Calle Fuente Carrantona, 8).

La determinación de la masa de partículas a partir de las muestras obtenidas en los captadores se realiza en el Instituto de Salud Carlos III (Laboratorio Nacional de Referencia).

Se presentan, en la siguiente tabla, los valores de los últimos tres años.

ESTACIÓN	2020	2021	2022
	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Farolillo	11	11	13
C. C. Alfredo Kraus	13	10	14
J.M. Moratalaz	11	10	12

El Indicador Medio de Exposición de PM_{2,5} (IME), es una media trienal que evalúa en qué medida la población está expuesta a las partículas PM_{2,5}. Según se establece en el Real Decreto 102/2011, el objetivo nacional de reducción para España, a cumplir en el año 2020, es del 15% respecto al IME del año 2011; el valor del IME de 2011 fue de $14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, y como el IME de 2020 (calculado como la media trienal

de los indicadores anuales de 2018, 2019 y 2020) fue de $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ello supone una reducción del 19,86 % respecto al IME de 2011 de referencia, y la consecución del objetivo con margen.

A pesar de que, como se ha indicado, el año fijado para el cálculo del IME finalizara en 2020, se ha continuado calculando también en 2021. El valor obtenido como resultado de la concentración media medida en las estaciones que constituye la Red IME ponderada con la población en el periodo de los años 2019, 2020 y 2021 ha sido de $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, frente a los $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del año anterior, lo que se traduce en una la reducción respecto al IME de 2011 de un 22,70%, lo que mejora el margen ya alcanzado en 2020.

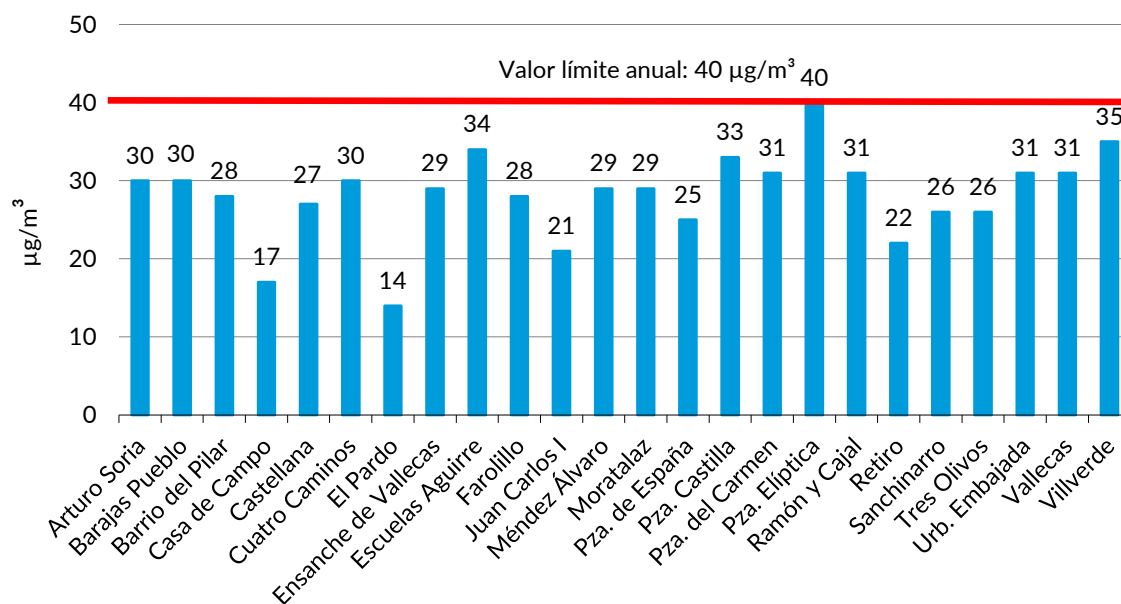
3.6 Dióxido de nitrógeno

VALOR LÍMITE HORARIO para la protección de la salud humana $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones al año	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	UMBRAL DE ALERTA $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 3 horas consecutivas en un área $> 100 \text{ km}^2$
---	---	---

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un contaminante indicador de actividades de transporte, especialmente el tráfico rodado. Lo emiten directamente los vehículos, principalmente los diésel (emisiones directas o "primarias"), pero se produce también en la atmósfera por un proceso químico como es la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO), también emitido fundamentalmente por los vehículos; en este caso se trata de dióxido de nitrógeno "secundario".

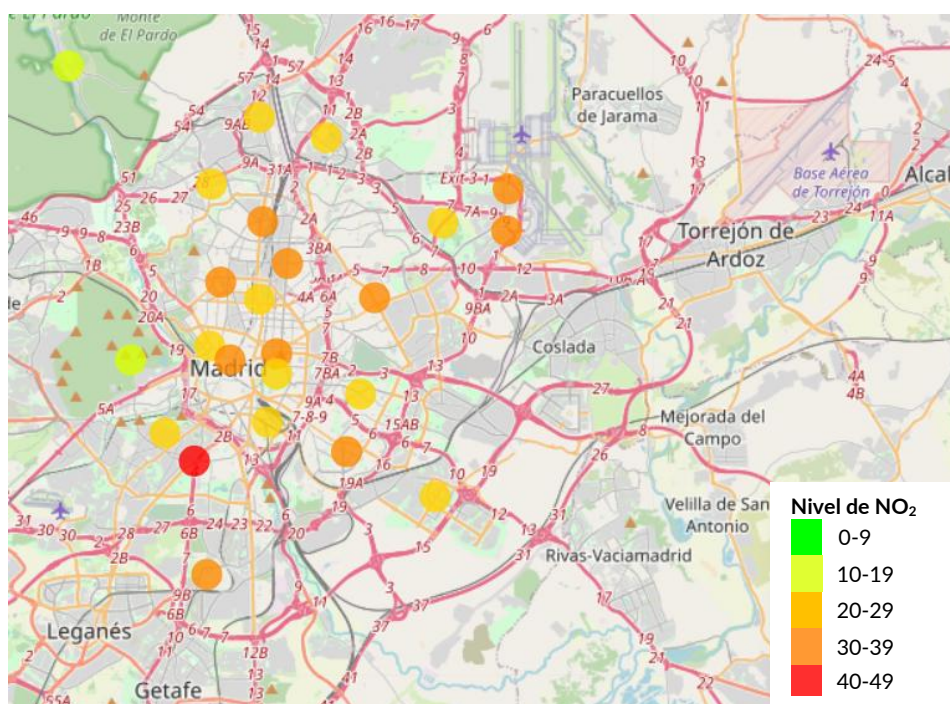
Valor límite anual ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

A continuación, se muestran los valores medios de cada estación y su situación respecto al valor límite anual establecido de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Concentración media NO_2 - 2022

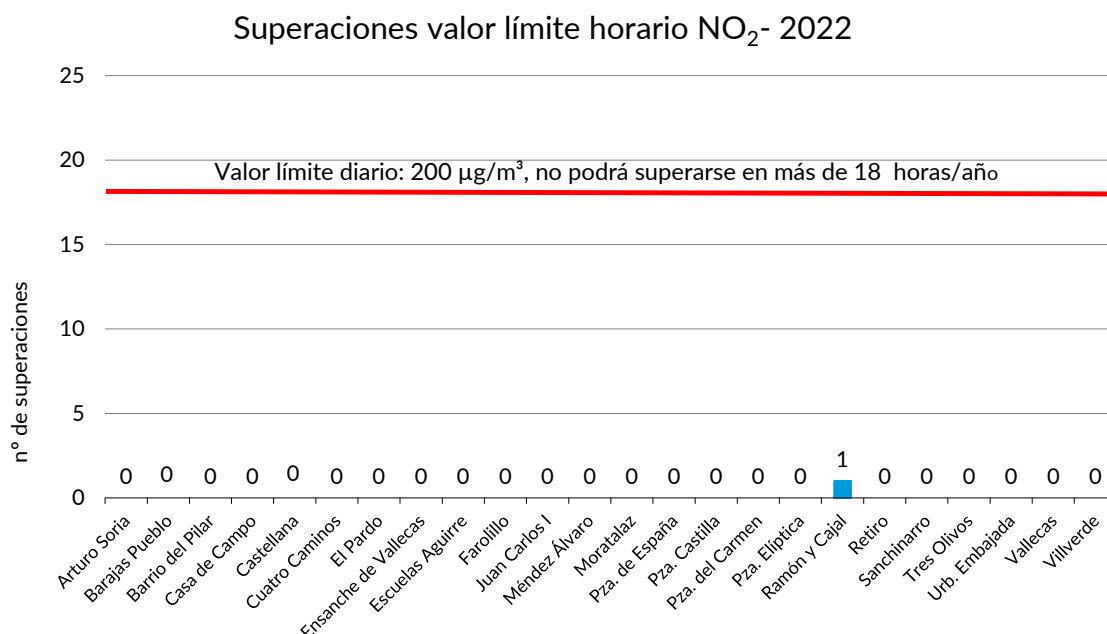
Ninguna estación ha superado el valor límite anual establecido por la legislación, la estación que ha alcanzado la concentración media anual más elevada ha sido Plaza Elíptica con $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Se incluye un mapa donde se representan las distintas estaciones de la red en función de la concentración media anual de NO_2 registrada por las mismas.



Valor límite horario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no podrá superarse en más de 18 ocasiones al año)

En el siguiente gráfico se muestra el número de superaciones registradas del valor límite horario de NO_2 .



Solo se ha registrado una superación del valor límite horario de NO_2 en 2022 en la estación de Ramón y Cajal, que alcanzó el día 18 de enero una concentración media de $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a las 20:00h. Por tanto, ninguna estación ha superado en más de 18 ocasiones el valor límite horario.

Umbral de alerta ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 3 horas consecutivas en un área $> 100 \text{ km}^2$)

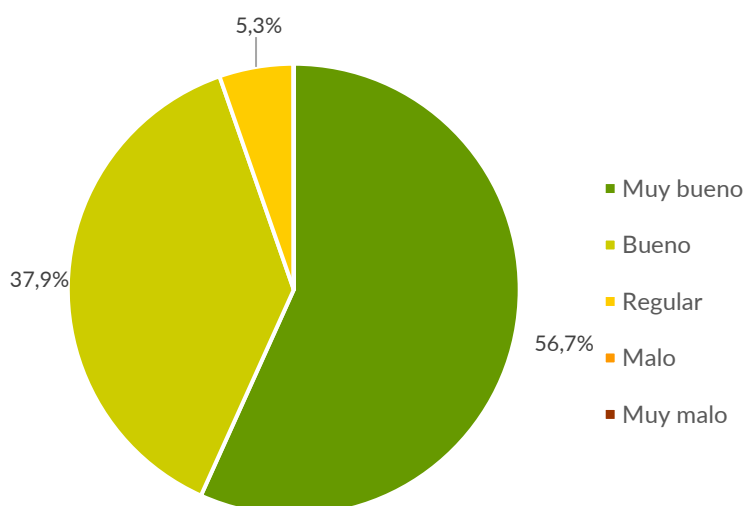
No se ha producido ninguna superación del umbral de alerta en el año 2022.

En 2022 no se ha activado el protocolo de actuación para episodios de contaminación por dióxido de nitrógeno en ninguna ocasión.

Índice de calidad del aire.

Se representa a continuación el porcentaje en horas, según los niveles del índice de calidad del aire, para NO₂ durante el año 2022.

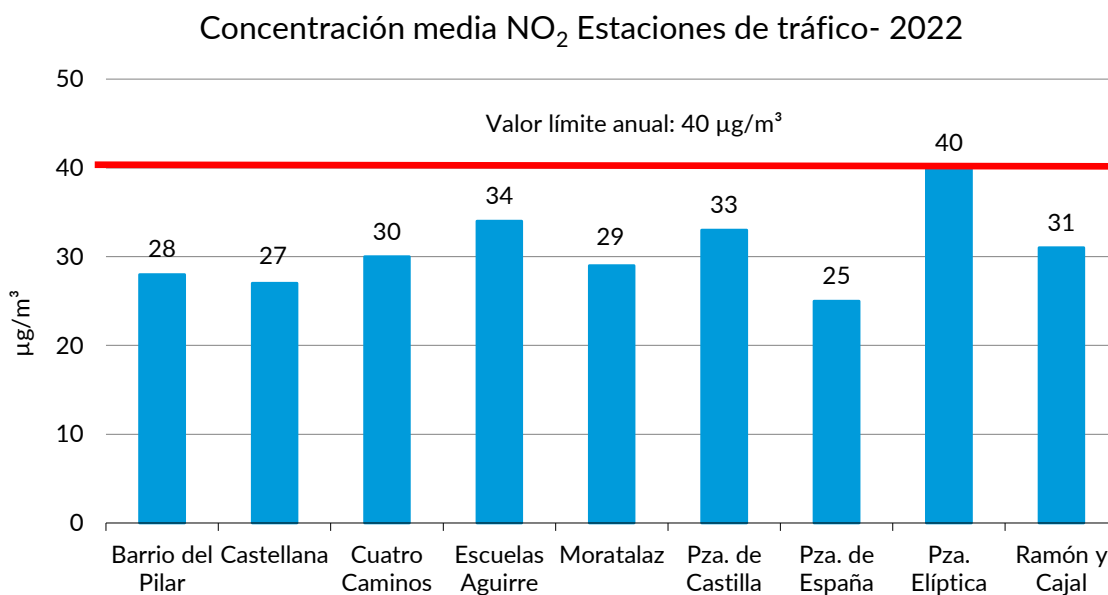
Porcentaje horas por índice de calidad de aire NO₂
2022



	NO ₂	
	n° horas	%
Muy bueno	4970	56,7%
Bueno	3322	37,9%
Regular	466	5,3%
Malo	1	0,0%
Muy malo	0	0,0%

Análisis según tipo de estación.

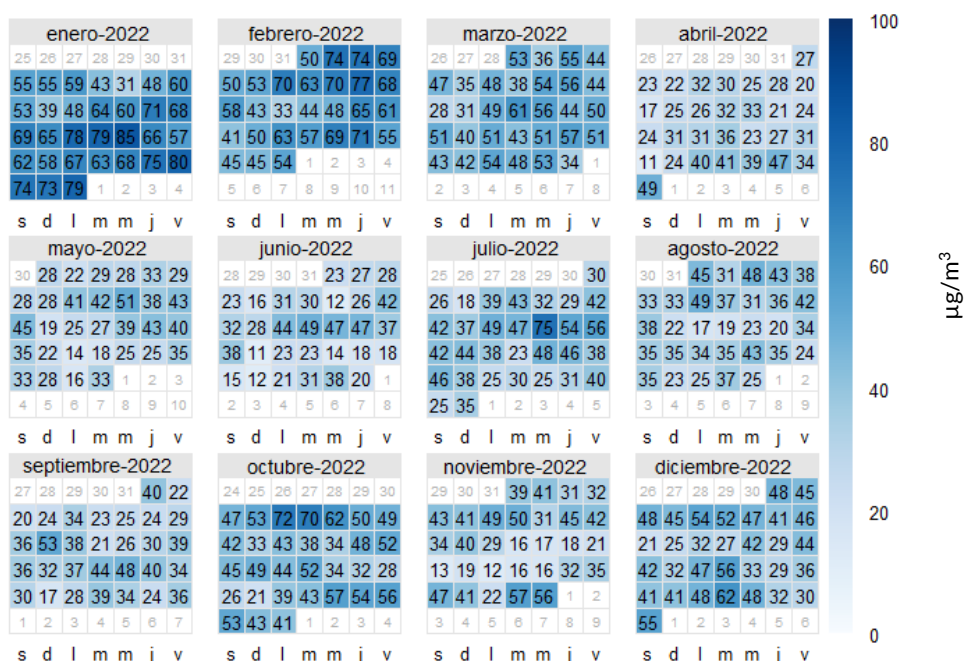
A continuación, se presenta un análisis más completo sobre las concentraciones y las superaciones registradas en función del tipo de estación (tráfico, fondo o suburbana) y en función de su distribución temporal a lo largo del día, de la semana y del mes.



Ninguna de las nueve estaciones de tráfico supera el valor límite anual de 40 µg/m³ y solo, en Ramón y Cajal, se ha producido una superación del valor límite horario, establecido en 200 µg/m³, por tanto, ninguna estación ha superado en más de 18 ocasiones este valor límite horario.

Se muestra a continuación, a modo de ejemplo, un calendario con las concentraciones medias de NO₂ registradas en la estación de Plaza Elíptica a lo largo de todo el año 2022.

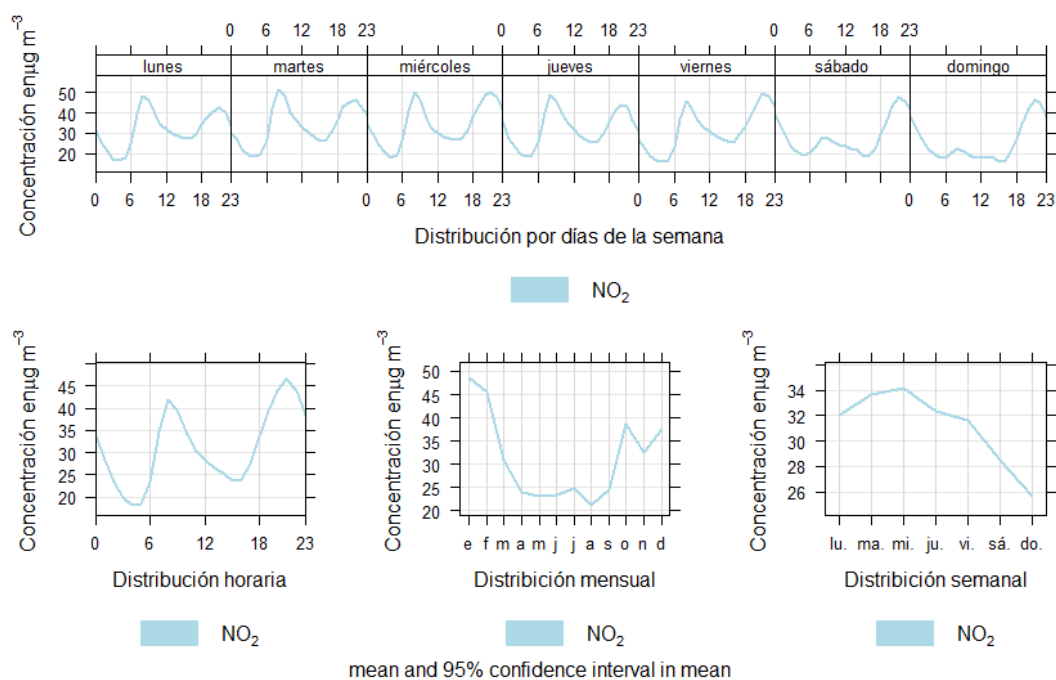
En el calendario se puede observar como las concentraciones de NO₂ más elevadas se han alcanzado los primeros meses del año, registrando una concentración diaria máxima de 85 µg/m³ el día 19 de enero.

Concentración diaria NO₂ Plaza Elíptica

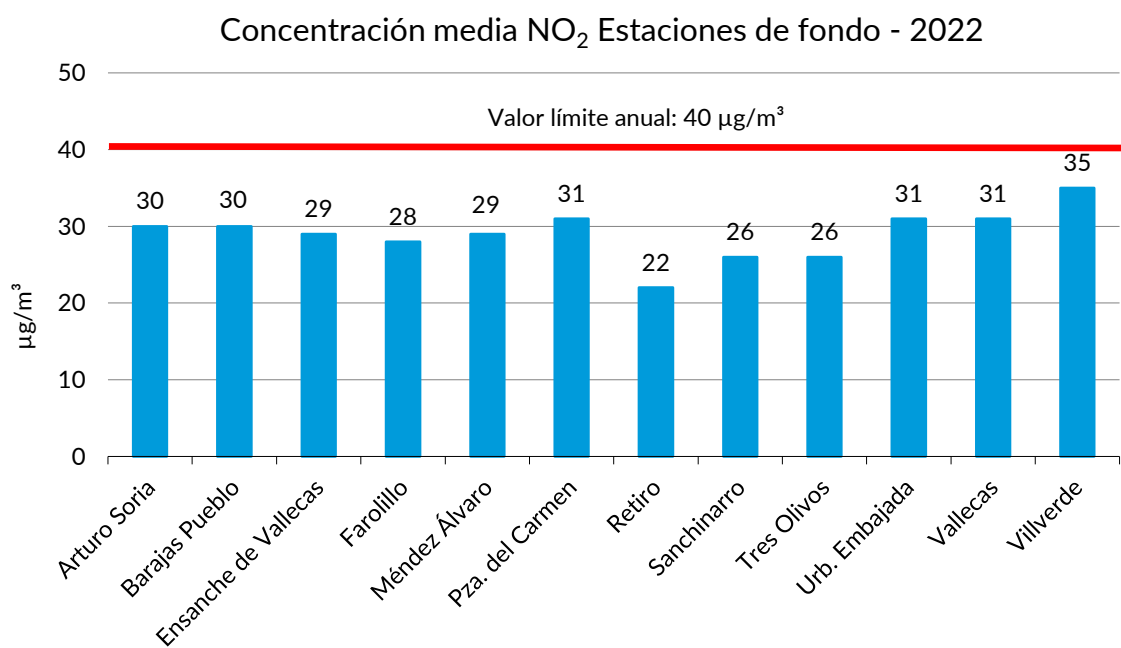
En el gráfico siguiente, se representan en la parte superior la distribución de las concentraciones medias de NO₂ de las estaciones de tráfico en función de los días de la semana y las horas. Se observa como las concentraciones máximas de NO₂ se alcanzan los días laborables (de lunes a viernes) en las horas punta, con mayor tráfico, sobre las 7:00-8:00h y sobre las 19:00-21:00h.

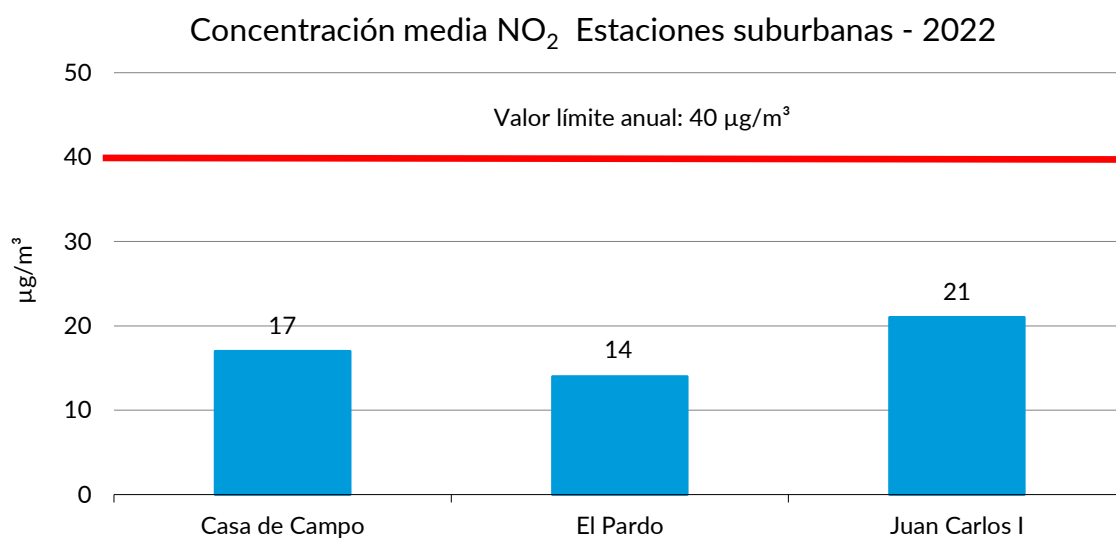
A lo largo del fin de semana los valores de NO₂ disminuyen de forma significativa, principalmente durante la mañana.

En las gráficas de la parte inferior se muestra la evolución de los valores por horas, meses del año y días de la semana, como se ha podido apreciar en el calendario anterior, los meses de enero y febrero se alcanzan las concentraciones más elevadas de dióxido de nitrógeno.



Se muestran, a continuación, los valores medios anuales registrados por las estaciones urbanas de fondo y suburbanas, a lo largo del año 2022.



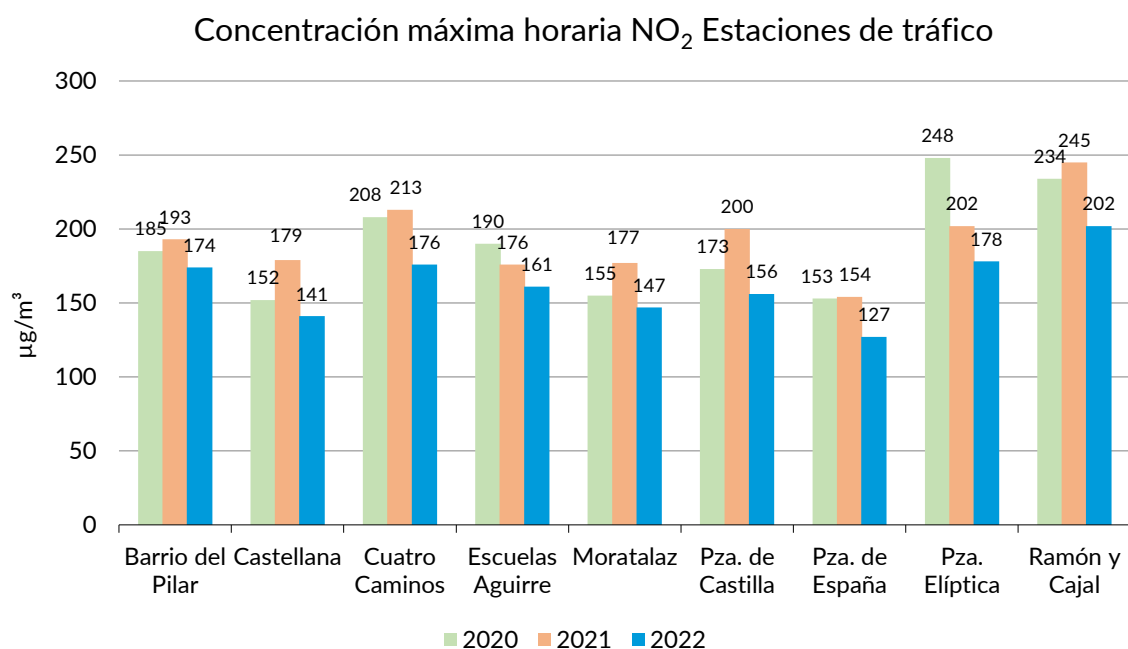


En la siguiente tabla se comparan los valores para los años 2020, 2021 y 2022 en las estaciones de la red de vigilancia, destacándose en rojo las superaciones del valor límite anual establecido en la legislación ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y los casos en que se supera el límite horario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en más de 18 ocasiones.

ESTACIÓN	2020		2021		2022	
	Valor anual	Numero de valores horarios > $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor anual	Numero de valores horarios > $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor anual	Numero de valores horarios > $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Límite: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Límite: 18 horas	Límite: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Límite: 18 horas	Límite: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Límite: 18 horas
Arturo Soria	25	0	28	0	30	0
Barajas Pueblo	27	1	29	0	30	0
Barrio del Pilar	27	0	29	0	28	0
Casa de Campo	16	0	18	0	17	0
Castellana	28	0	29	0	27	0
Cuatro Caminos	30	1	33	5	30	0
El Pardo	13	0	15	0	14	0
Ensanche de Vallecas	31	0	27	1	29	0
Escuelas Aguirre	35	0	35	0	34	0
Farolillo	27	0	28	0	28	0
Juan Carlos I	19	0	21	0	21	0
Méndez Álvaro	27	0	29	0	29	0
Moratalaz	29	0	31	0	29	0
Pza. Elíptica	41	5	41	1	40	0
Pza. del Carmen	29	0	31	0	31	0
Pza. España	31	0	28	0	25	0
Pza. Castilla	28	0	33	0	33	0
Ramón y Cajal	32	6	33	2	31	1
Retiro	21	0	23	0	22	0
Sanchinarro	24	0	26	0	26	0
Tres Olivos	26	0	29	0	26	0
Urb. Embajada	27	0	32	0	31	0
Vallecas	29	0	30	0	31	0
Villaverde	31	0	36	2	35	0

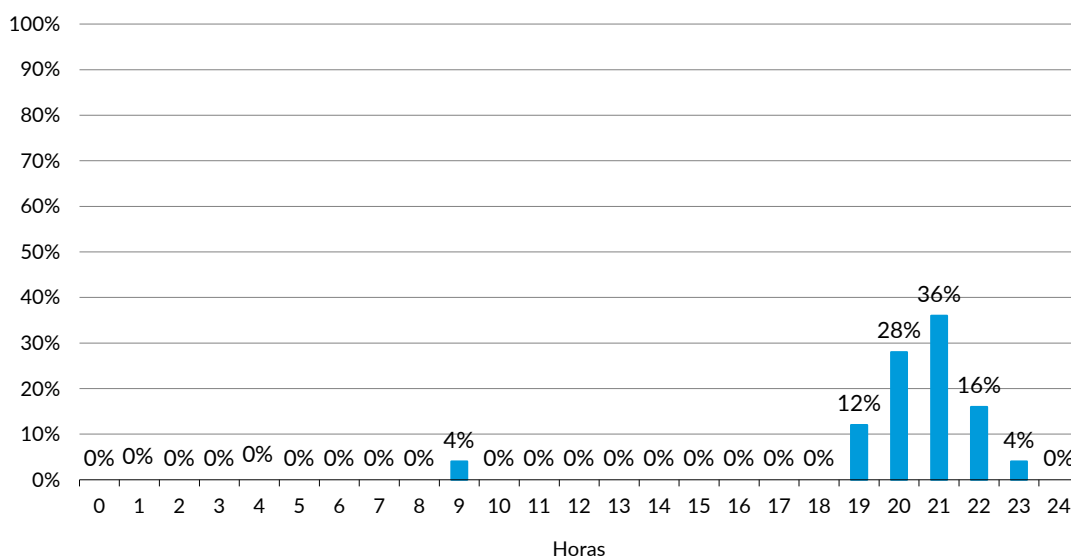
Se puede destacar que, en los últimos tres años, ninguna estación ha superado el valor límite horario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en más de 18 ocasiones. Y en 2022 ninguna estación ha superado el valor límite anual establecido por la legislación ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Se adjunta una gráfica con los valores máximos horarios alcanzados en las estaciones de tráfico a lo largo de los últimos tres años, observándose que en el último año las concentraciones máximas han disminuido, respecto a los dos años anteriores, en todas las estaciones.



A continuación, se muestra el gráfico de la distribución temporal de las superaciones del valor límite horario de NO_2 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en los últimos tres años.

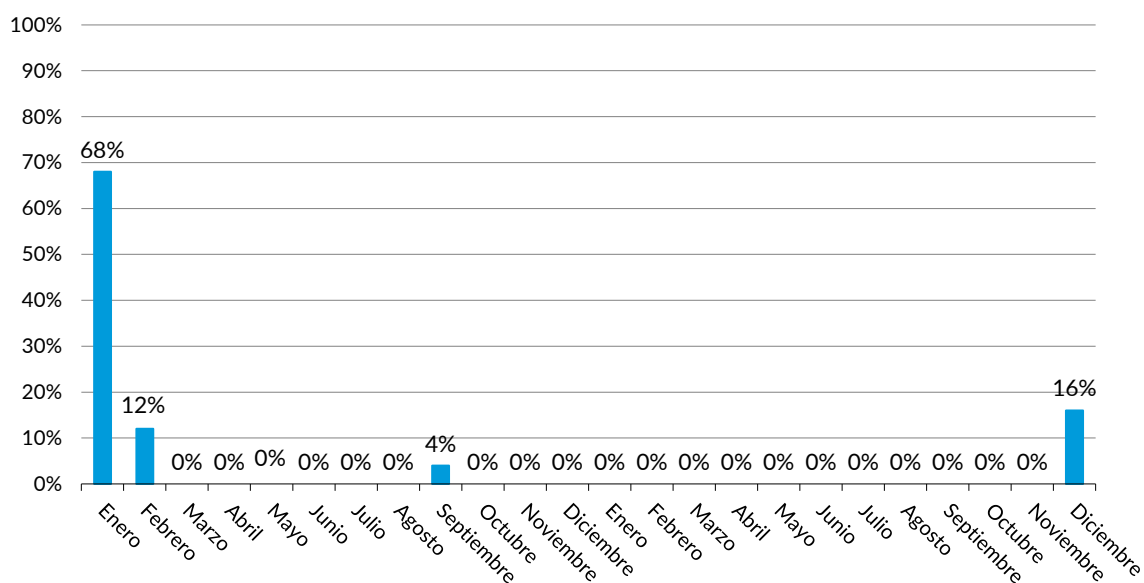
Distribución horaria superaciones 2020-2022



El gráfico muestra como las superaciones se concentran en las últimas horas de la tarde y primeras de la noche. Esto es debido a que es precisamente al final de la tarde cuando, en condiciones de estabilidad atmosférica, baja la altitud de la capa límite de la atmósfera coincidiendo con la segunda hora punta de circulación del tráfico del día, concentrando los contaminantes a nivel del suelo e impidiendo su dispersión.

Se incluye, a su vez, un gráfico de la distribución mensual de las superaciones del valor límite horario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que se han producido en los últimos tres años.

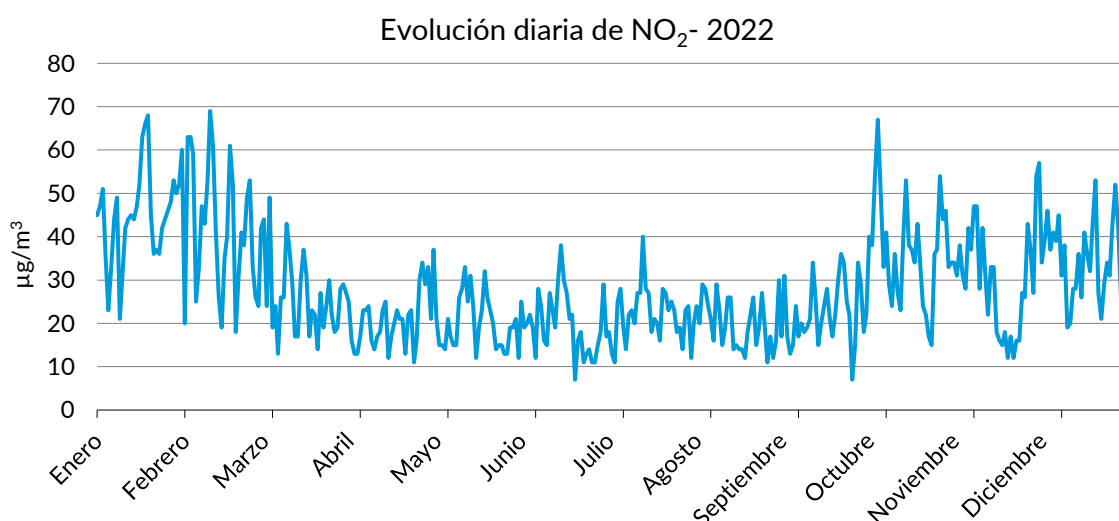
Distribución mensual de las superaciones 2020-2022



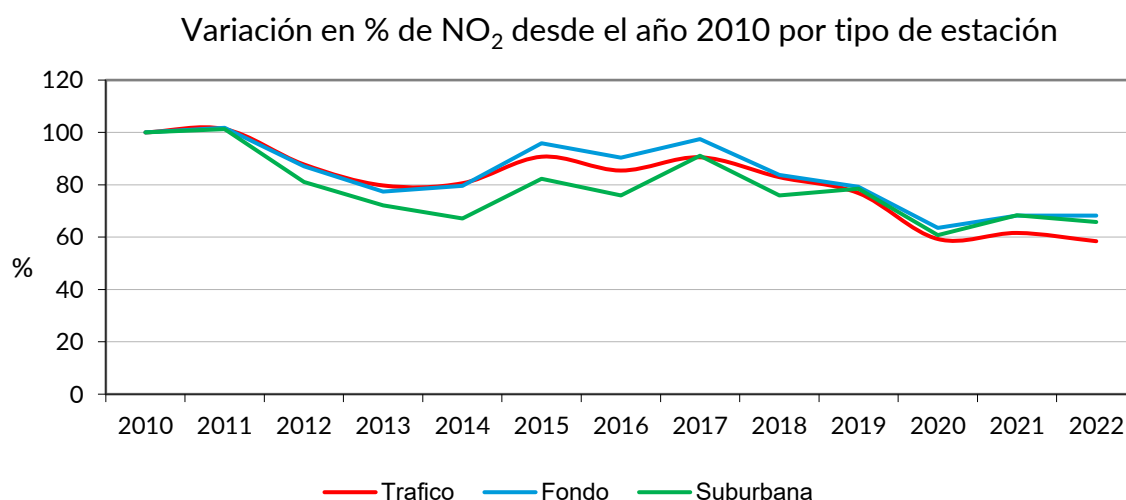
El gráfico anterior muestra como la mayoría de las superaciones se han producido en los meses de enero, febrero y diciembre.

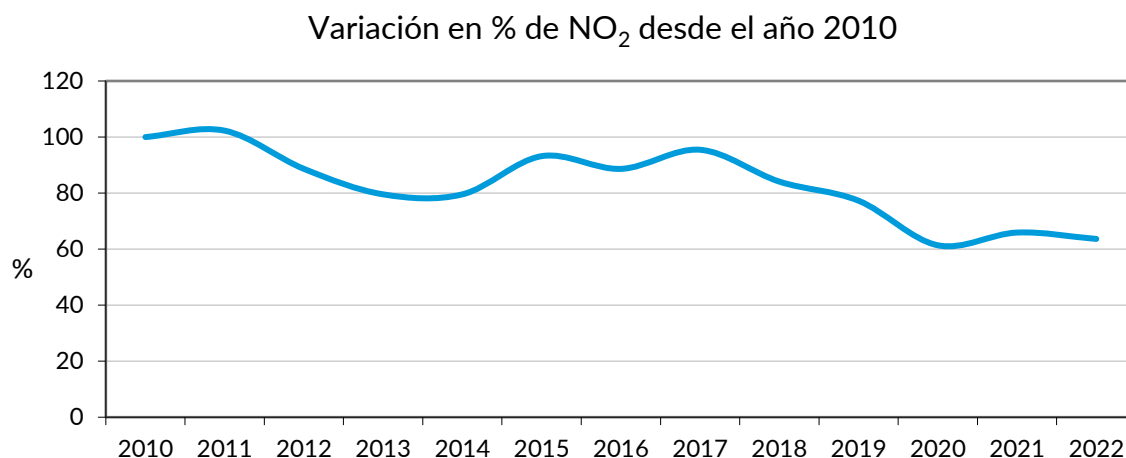
Indicadores de evolución

En las gráficas siguientes se representan la evolución del valor medio diario, a lo largo del año 2022, así como la evolución de las concentraciones desde el 2010 por tipo de estaciones y de forma global.



Los valores más elevados se han registrado durante los meses de enero y febrero.





En los gráficos anteriores se puede observar como el NO₂ ha seguido una evolución descendente respecto a los valores de 2010 tendiendo a estabilizarse en los tres últimos años.

3.7 Monóxido de carbono

VALOR LÍMITE DIARIO

para la protección de la salud humana:

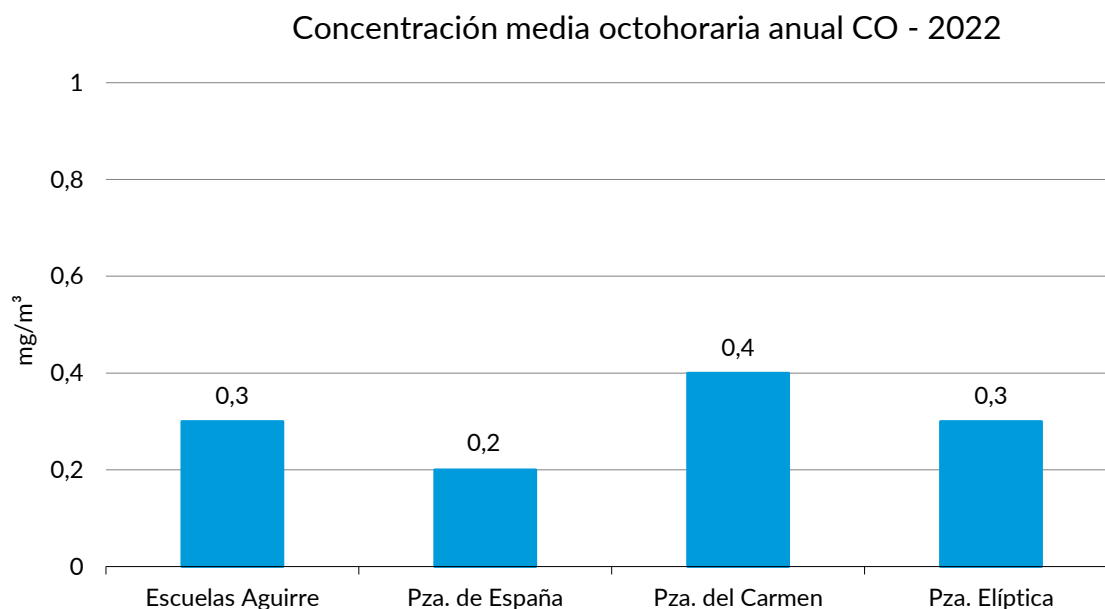
10 mg/m³

media octohoraria máxima en un día

El monóxido de carbono es un contaminante primario indicador del tráfico rodado. Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Su presencia se ha reducido de manera continua en los últimos años, debido fundamentalmente a los cambios tecnológicos en los vehículos de motor que son los principales emisores de este contaminante. La legislación establece como valor límite la máxima diaria de las medias móviles octohorarias. Se trata del valor medio móvil de 8 horas consecutivas. A cada hora de las 24 le corresponde, por tanto, un valor octohorario que es calculado como la media de las 8 horas precedentes.

Valor límite diario (10 mg/m³)

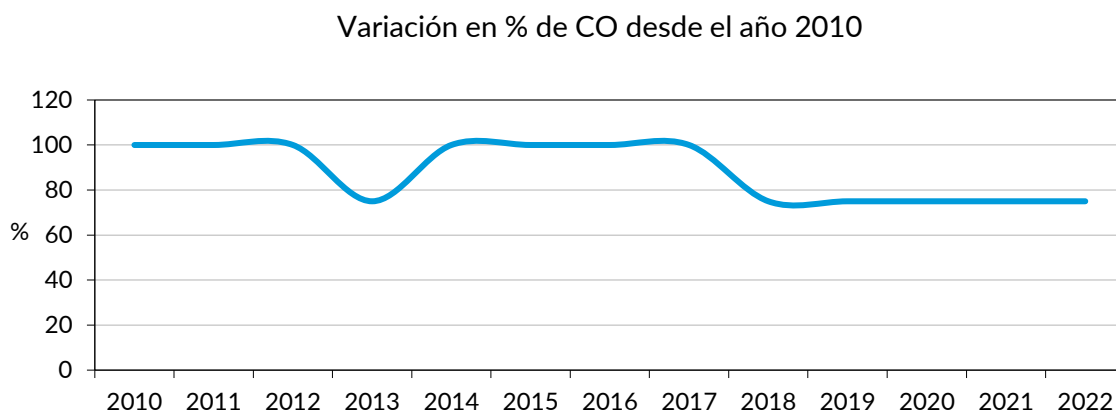
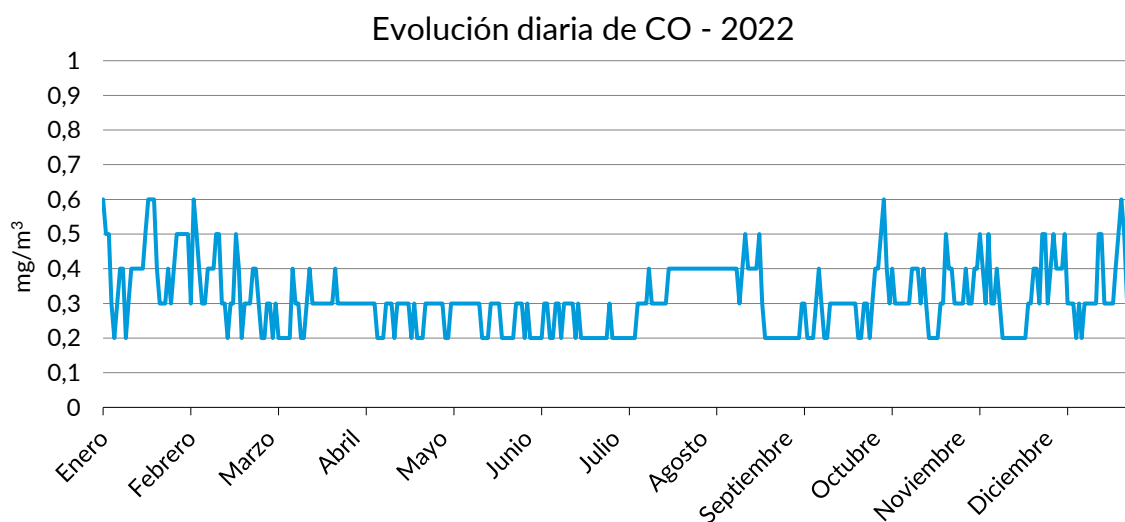
En la siguiente gráfica están representados los valores medios octohorarios de las distintas estaciones de la red. Como se puede observar los niveles son muy inferiores al valor límite establecido por la legislación para la protección de la salud.



En la siguiente tabla se presentan los valores para los años 2020, 2021 y 2022 en las estaciones de la red de vigilancia:

ESTACION	2020		2021		2022	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Escuelas Aguirre	0,3	1,6	0,3	1,4	0,3	1,3
Pza. de España	0,2	1,2	0,3	1,3	0,2	1,3
Pza. del Carmen	0,4	1,9	0,3	1,3	0,4	1,5
Pza. Elíptica	0,3	1,5	0,3	0,9	0,3	1,1

La evolución de este contaminante en la última década presenta una reducción de los niveles de concentración, debido en gran parte a los cambios en las tecnologías de los motores de los vehículos, manteniéndose en unos niveles muy por debajo de los valores límite establecidos en la normativa y con pocas variaciones desde 2018.

Indicadores de evolución

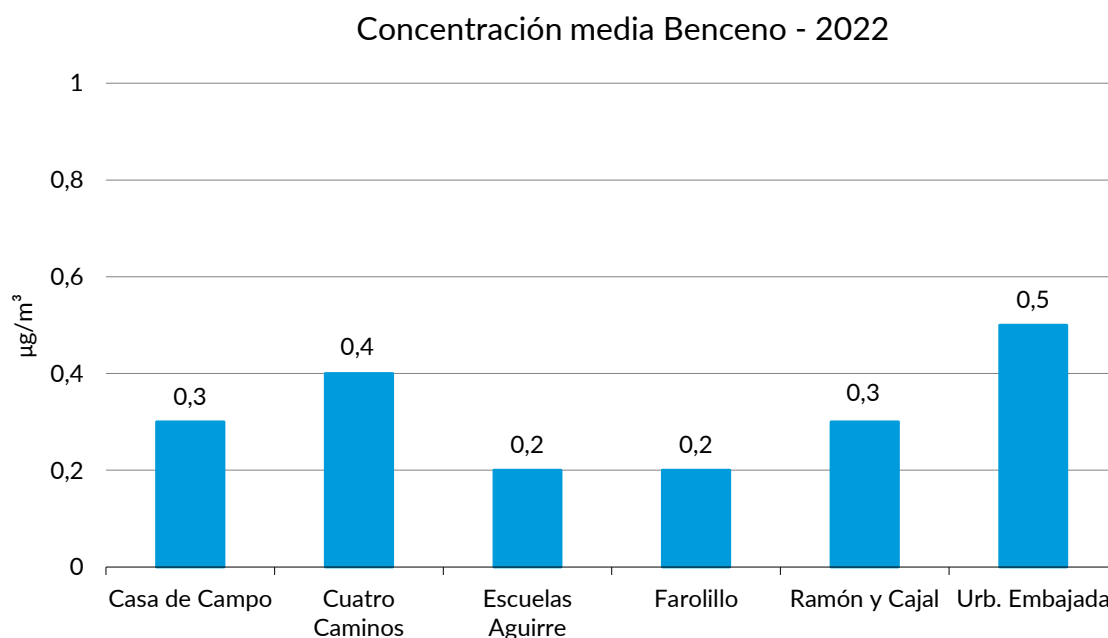
3.8 Benceno

VALOR LÍMITE ANUAL
para la protección de la salud humana:
5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

El benceno es un hidrocarburo aromático que está constituido por una estructura de seis átomos de carbono y seis de hidrógeno. Es un contaminante que proviene principalmente de las emisiones provocadas por el tráfico de vehículos en las ciudades. Es perjudicial para la salud debido a su carácter carcinógeno.

Valor límite anual (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

En la siguiente gráfica se muestran los valores medios anuales de benceno registrados por las distintas estaciones de la red. Se puede comprobar que los niveles están muy por debajo de límite anual para la protección de la salud humana (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

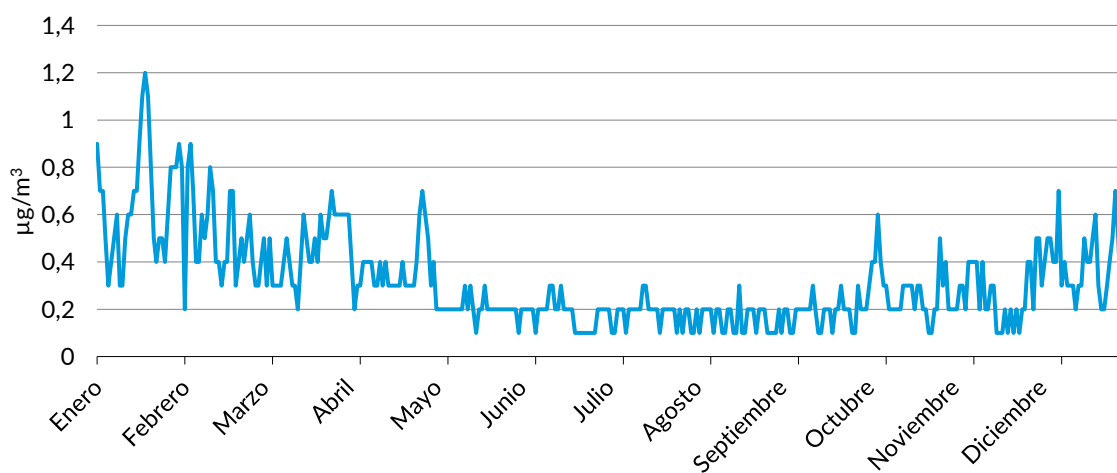


Se muestra, a continuación, los valores medios anuales y máximos horarios de los últimos tres años:

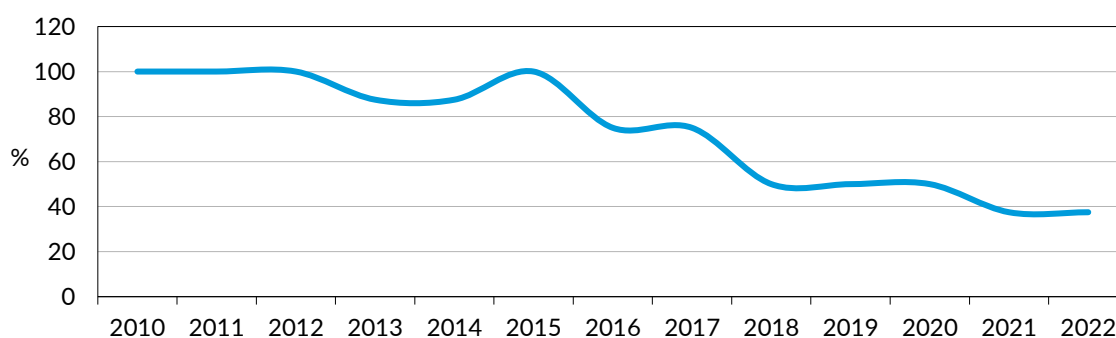
ESTACION	2020		2021		2022	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Casa de Campo	0,3	6,4	0,3	2,8	0,3	2,4
Cuatro Caminos	0,3	4,8	0,3	3,9	0,4	4,8
Escuelas Aguirre	0,6	5,4	0,4	4,7	0,2	4,2
Farolillo	0,3	6,0	0,2	3,4	0,2	3,0
Ramón y Cajal	0,3	11,8	0,2	3,8	0,3	5,3
Urb. Embajada	0,4	9,9	0,3	4,8	0,5	5,2

Indicadores de evolución

Evolución diaria de benceno - 2022



Variación en % de benceno desde el año 2010



En el gráfico anterior se puede observar como las concentraciones de benceno han descendido progresivamente desde 2010, registrándose en 2021 y 2022 las concentraciones más bajas.

3.9 Ozono

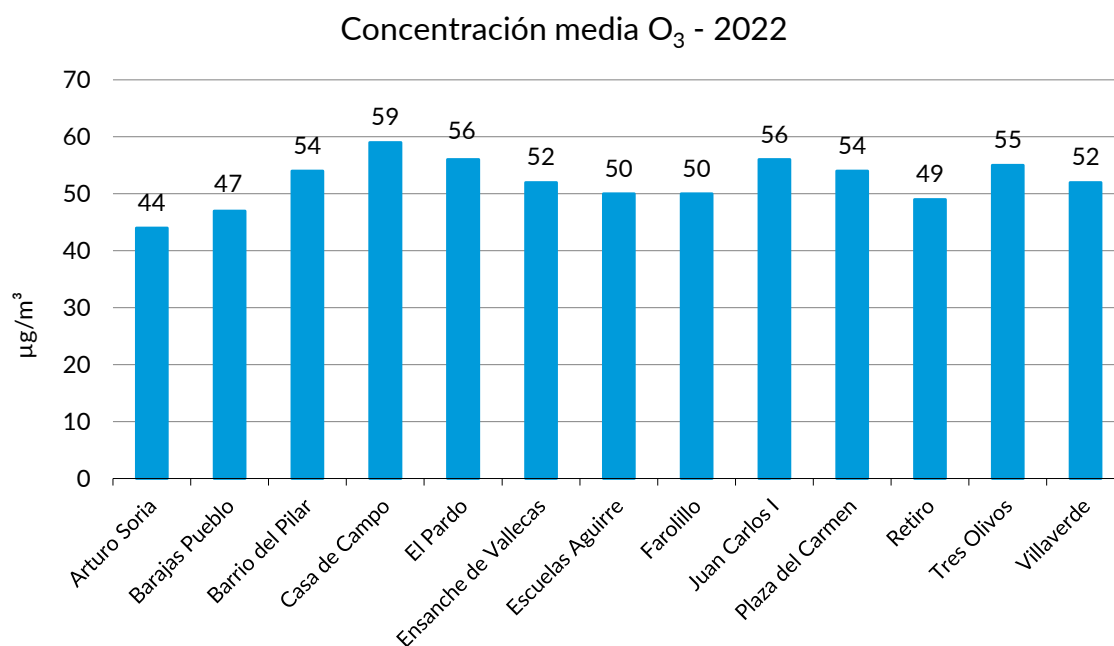
<p>UMBRAL DE INFORMACIÓN 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valor medio de 1 hora)</p>	<p>UMBRAL DE ALERTA 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valor medio de 1 hora)</p>	<p>VALOR OBJETIVO AÑO 2020 - 2022 para la protección de la salud humana: 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media octohoraria máxima en un día) Que no podrá superarse más de 25 días por año de promedio en un periodo de 3 años</p>
--	---	---

El ozono es un contaminante secundario que se forma a partir de una serie de contaminantes precursores en condiciones de altas temperaturas y elevada radiación solar. Las moléculas de este gas azulado y picante están formadas por tres átomos de oxígeno.

Presenta dos propiedades que marcan sus interacciones con la vida de nuestro planeta: su fuerte absorción de la radiación ultravioleta y su gran poder oxidante.

La primera hace que su presencia en la estratosfera sea imprescindible como filtro para evitar que lleguen a la superficie del planeta altos niveles de radiación ultravioleta que resultarían catastróficos para todos los seres vivos. Por eso existen tantas campañas y esfuerzos para evitar el deterioro de la conocida «capa de ozono». Sin embargo, la segunda propiedad –su alto poder oxidante–, lo hace muy peligroso cuando aparece en la troposfera porque, en determinadas concentraciones, puede producir daños en nuestra salud, en la vegetación y en los materiales.

El valor medio anual de ozono no es un valor legislado, pero se muestra a título informativo.



Valor objetivo ($120 \mu g/m^3$)

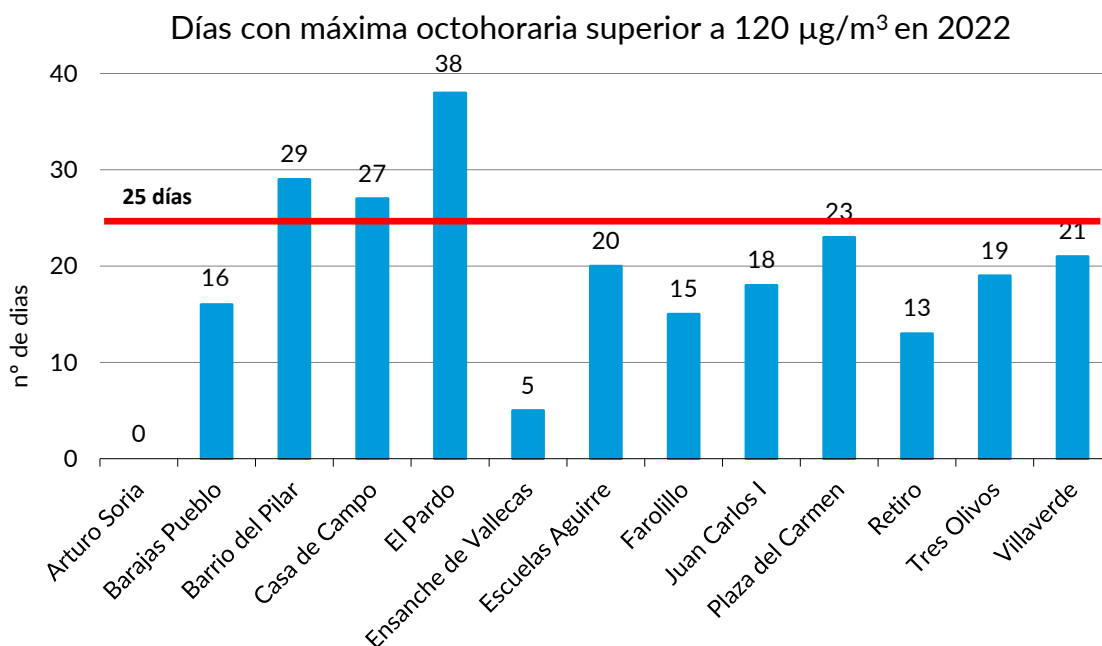
Se muestran, a continuación, las superaciones de $120 \mu g/m^3$ de la media octohoraria máxima en un día del periodo 2020-2022 de las estaciones de la red.

Estación	Días superación 2020	Días superación 2021	Días superación 2022	Promedio (2020-2022)
Arturo Soria*	25	23	0	16
Barajas Pueblo	32	23	16	24
Barrio del Pilar	17	26	29	24
Casa de Campo	19	14	27	20
El Pardo	34	33	38	35
Ensanche de Vallecas	15	0	5	7
Escuelas Aguirre	9	7	20	12
Farolillo	31	10	15	19
Juan Carlos I	20	24	18	21
Pza. del Carmen	29	25	23	26
Retiro	8	14	13	12
Tres Olivos	38	39	19	32
Villaverde	11	11	21	14

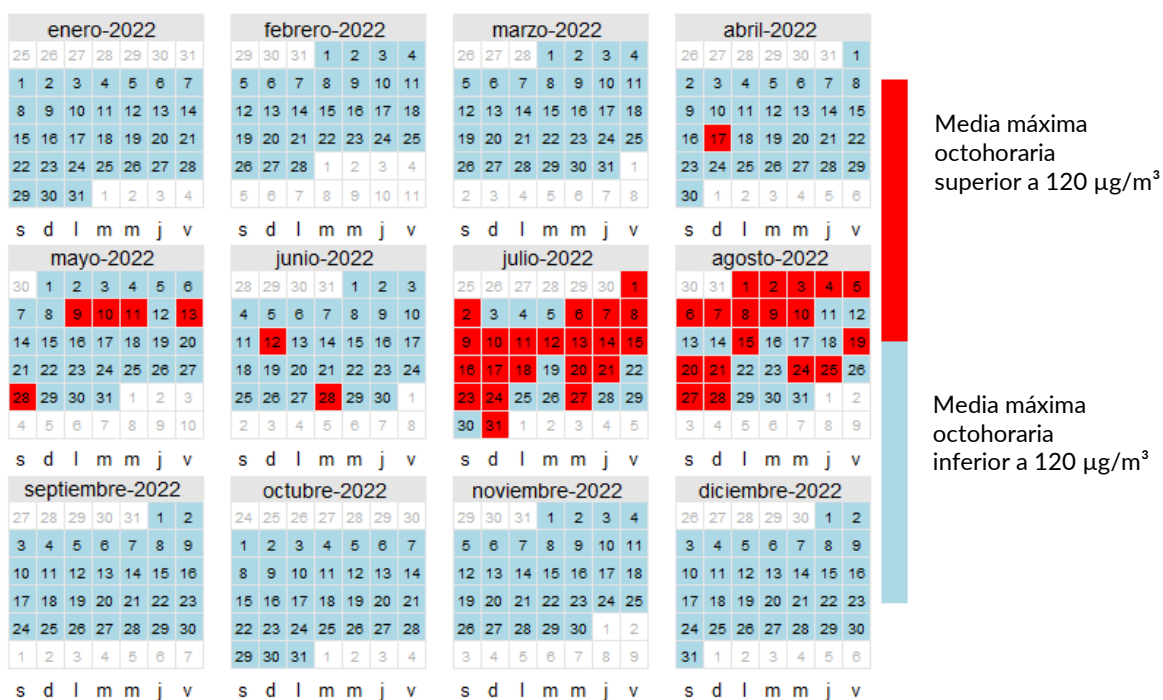
* La estación de Arturo Soria no ha estado operativa del 9 de junio hasta el 19 de septiembre por obras de mejora.

Las estaciones de El Pardo, Plaza del Carmen y Tres Olivos, han superado el valor objetivo de ozono para la protección de la salud humana establecido en la legislación para el periodo 2020-2022.

En el siguiente gráfico se muestra el número de días en la que se alcanza una concentración media octohoraria superior a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por estación en 2022.



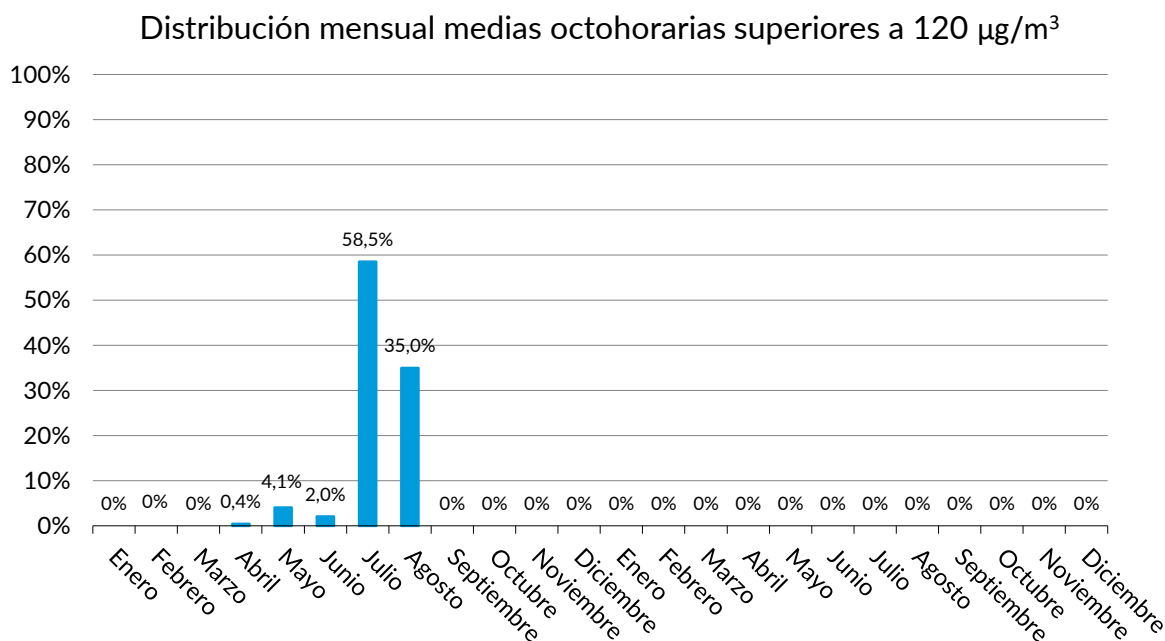
Se incluye un calendario con los días en los que al menos una estación de la red ha superado el valor octohorario de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Como puede observarse en el calendario anterior, las concentraciones octohorarias superiores a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se producen principalmente los meses de julio y agosto, los

meses más cálidos del año y con mayor radiación, requisitos indispensables para la formación de ozono.

En el siguiente gráfico se puede ver la distribución porcentual por meses de las concentraciones medias octohorarias superiores a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el año 2022.

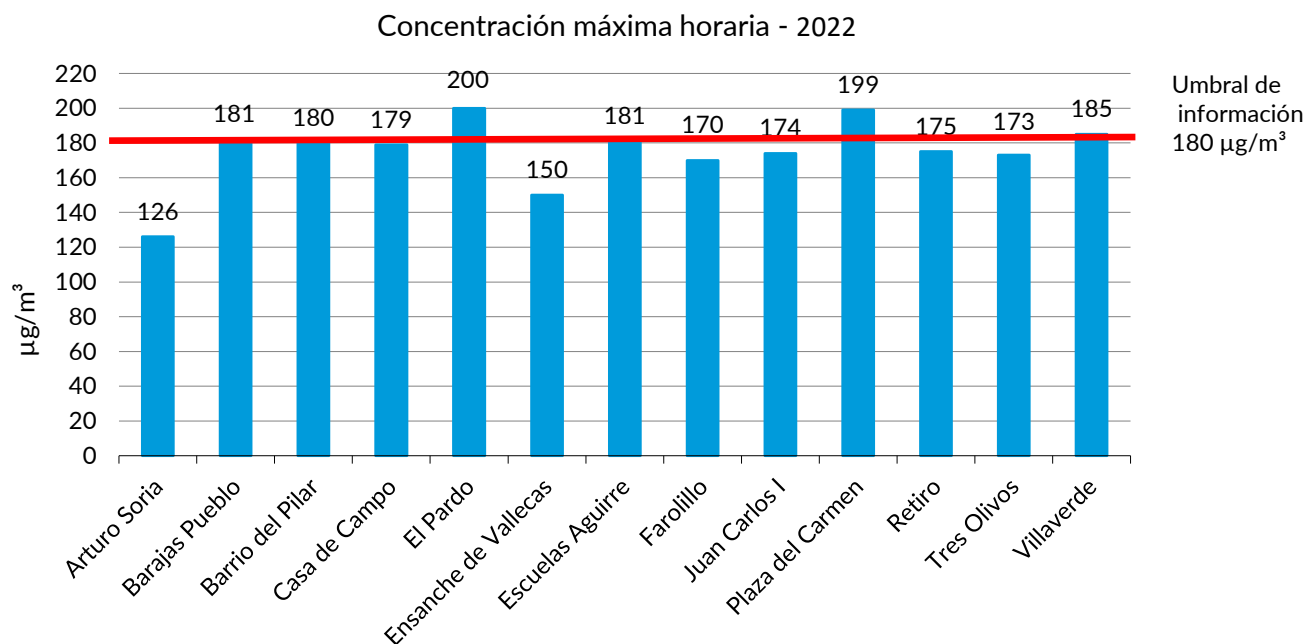


El 100% de las medias octohorarias por encima de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se produjeron entre los meses de mayo y septiembre. Como es habitual, el mes con más superaciones ha sido julio.

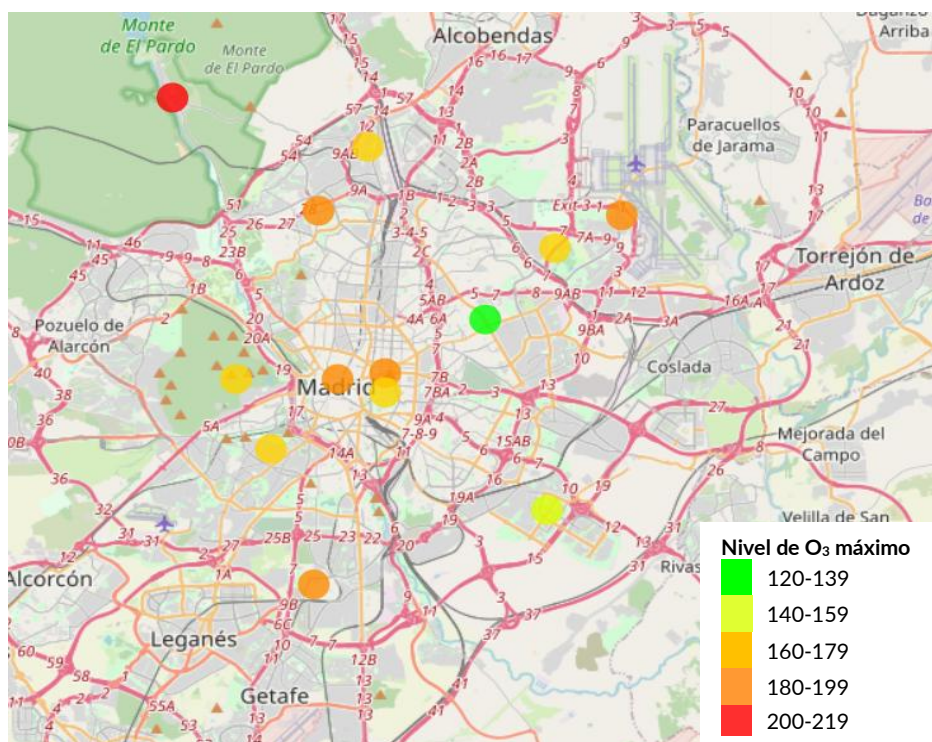
Umbral de información $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$

En el año 2022 se han producido superaciones del umbral de información por ozono, fijado en $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como media de una hora, el día 13 de julio, alcanzándose una concentración máxima de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación de El Pardo, activando el protocolo de actuación para episodios de contaminación por ozono.

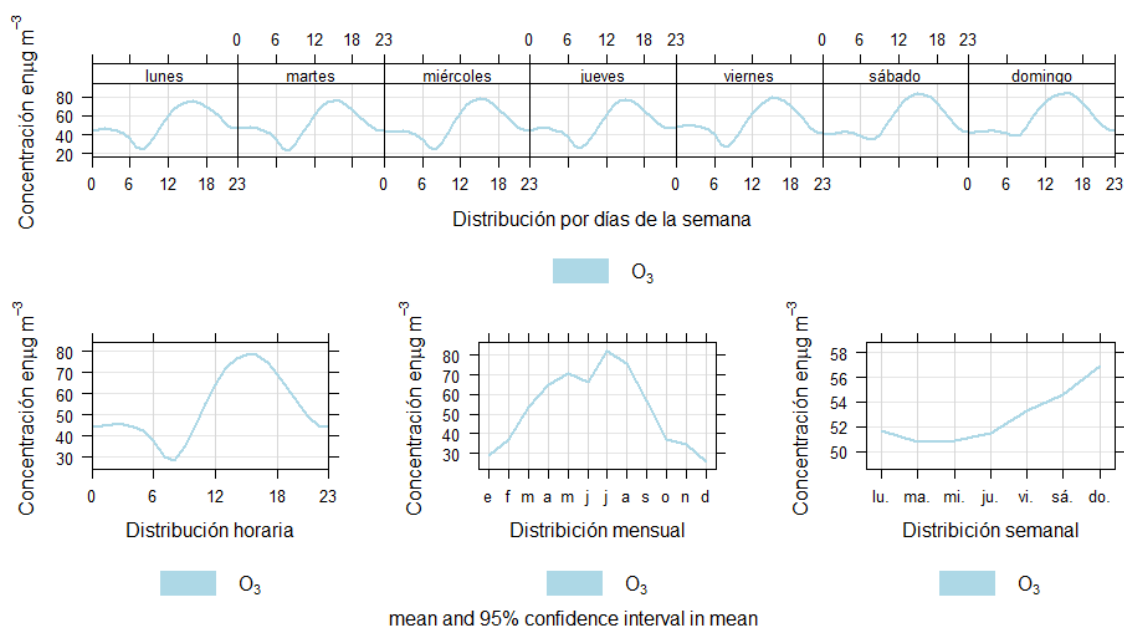
Se incluye un gráfico con las concentraciones horarias máximas alcanzadas en 2022 en cada una de las estaciones.



En el siguiente mapa se representan las distintas estaciones de la red en función de la concentración máxima horaria de O₃ registrada por las mismas.



En los siguientes gráficos, se expone la evolución de las medias horarias de ozono por horas, por días de la semana, mensual y semanal.



Se muestra como las concentraciones de ozono aumentan entre las 12 y las 18 horas, momento en que la radiación solar es mayor, y disminuyen en las horas punta de tráfico, en las que las concentraciones de NO_x son más elevadas.

El ozono sufre el “efecto fin de semana”, el carácter oxidante del ozono provoca que cerca de las emisiones del tráfico se mantenga en niveles moderados durante la semana, al consumirse buena parte de él en las reacciones de oxidación con los óxidos de nitrógeno (NO_x), y aumente en el fin de semana al reducirse las concentraciones de NO_x.

En cuanto a la distribución mensual, las concentraciones son más elevadas en los meses de verano, predominando julio y agosto, al corresponderse con más horas de luz y temperaturas más altas.

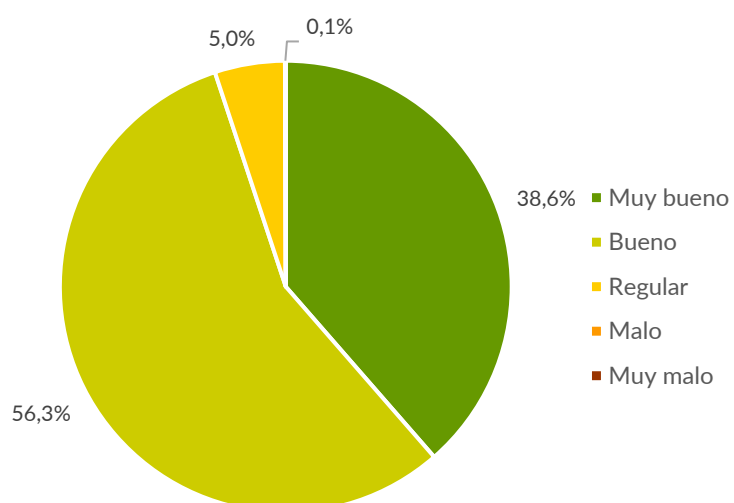
Umbral de alerta 240 µg/m³

En el año 2022 no se ha superado el umbral de alerta establecido por la legislación.

Índice de calidad del aire.

Se incluye el porcentaje en horas, según los niveles del índice de calidad del aire, para ozono

Porcentaje horas por índice de calidad de aire O₃
2022



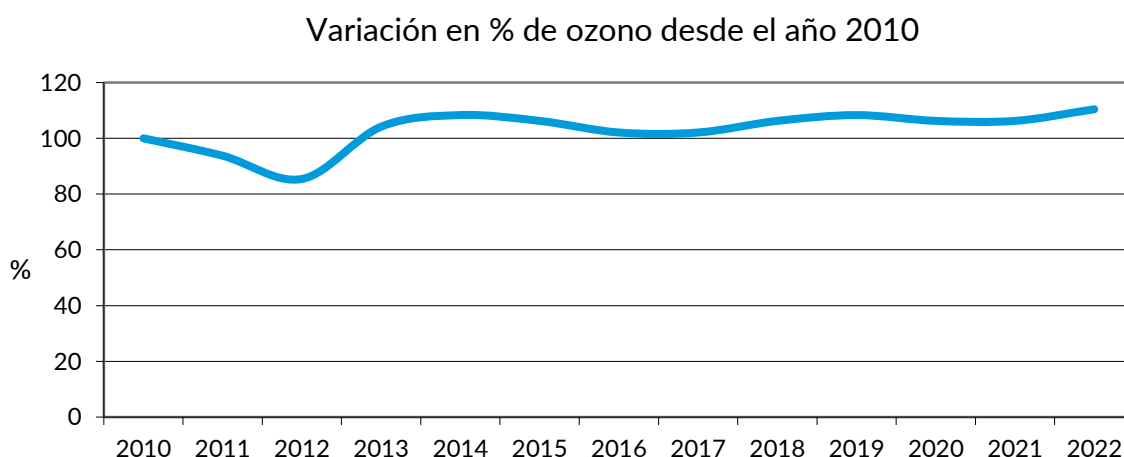
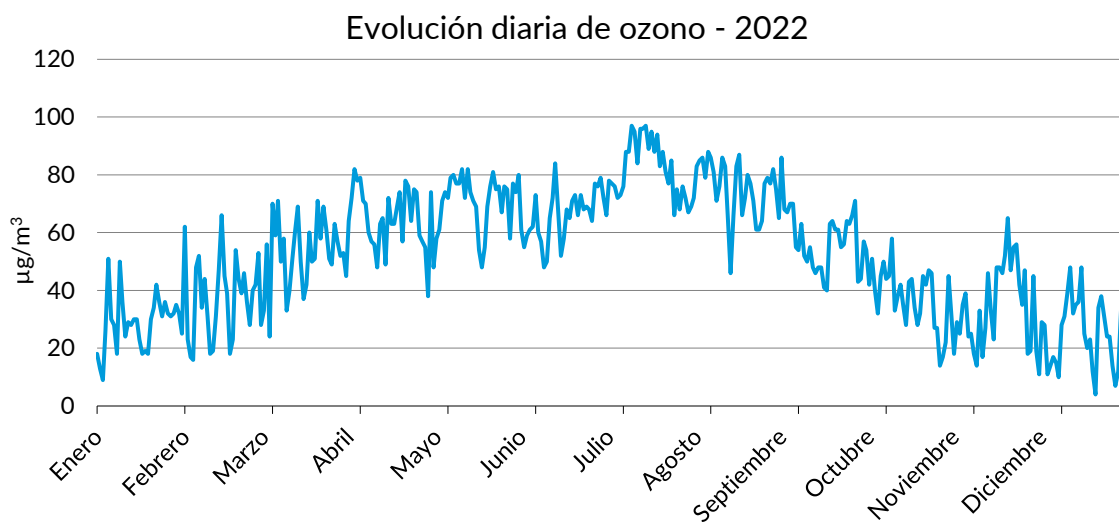
	O ₃	
	nº horas	%
Muy bueno	3380	38,6%
Bueno	4934	56,3%
Regular	440	5,0%
Malo	5	0,1%
Muy malo	0	0,0%

En la siguiente tabla se presentan los valores medios y máximos de ozono para los años 2020, 2021 y 2022 en las estaciones de la red de vigilancia.

ESTACIÓN	2020		2021		2022	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Arturo Soria*	52	163	51	166	44	126
Barajas Pueblo	50	163	52	174	47	181
Barrio del Pilar	50	170	50	172	54	180
Casa de Campo	51	172	55	153	59	179
El Pardo	53	164	50	169	56	200
Ensanche de Vallecas	51	168	44	123	52	150
Escuelas Aguirre	47	153	49	158	50	181
Farolillo	52	171	51	161	50	170
Juan Carlos I	50	157	53	170	56	174
Pza. Del Carmen	53	158	53	170	54	199
Retiro	51	151	53	164	49	175
Tres Olivos	57	165	57	169	55	173
Villaverde	46	149	49	176	52	185

* Arturo Soria no ha estado operativa del 9 de junio hasta el 19 de septiembre de 2022 por obras de mejora.

Indicadores de evolución



Se puede observar como las concentraciones de ozono han aumentado ligeramente de forma progresiva respecto a los valores registrados en el año 2010, situándonos en 2022 en un aumento en torno a un 10% respecto al año de referencia.

Se incluye a continuación las superaciones registradas de ozono y el valor máximo horario alcanzado de los años 2010 a 2022:

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nº estaciones que superan 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ más de 25 días	3	5	0	8	7	12
Nº días con superación umbral de información	2	1	0	4	3	8
Nº estaciones con superación umbral de información	2	3	0	13	9	14
Valor horario máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	193	194	162	226	220	225
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
Nº estaciones que superan valor objetivo	3	5	2	5	4	9

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nº estaciones que superan 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ más de 25 días	7	6	6	6	5	3	3
Nº días con superación umbral de información	9	2	3	2	0	0	1
Nº estaciones con superación umbral de información	7	3	3	3	0	0	5
Valor horario máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	196	193	195	193	172	176	200
	2014-2016	2015-2017	2016-2018	2017-2019	2018-2020	2019-2021	2020-2022
Nº estaciones que superan valor objetivo	7	8	6	6	6	5	3

3.10 Metales pesados

VALOR LÍMITE ANUAL PLOMO (Pb) para la protección de la salud humana 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$⁽¹⁾	VALOR OBJETIVO ANUAL NÍQUEL (Ni) para la protección de la salud humana 20 ng/m^3⁽¹⁾
VALOR OBJETIVO ANUAL ARSÉNICO (As) para la protección de la salud humana 6 ng/m^3⁽¹⁾	VALOR OBJETIVO ANUAL CADMIO (Cd) para la protección de la salud humana 5 ng/m^3⁽¹⁾

(1)Referido al contenido total en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.

Se ha continuado la línea de colaboración en materia de calidad del aire, para el análisis de muestras y determinación de metales pesados en aire ambiente, con el laboratorio municipal de Madrid Salud, habiéndose realizado todos los análisis correspondientes a 2022 en dicho laboratorio.

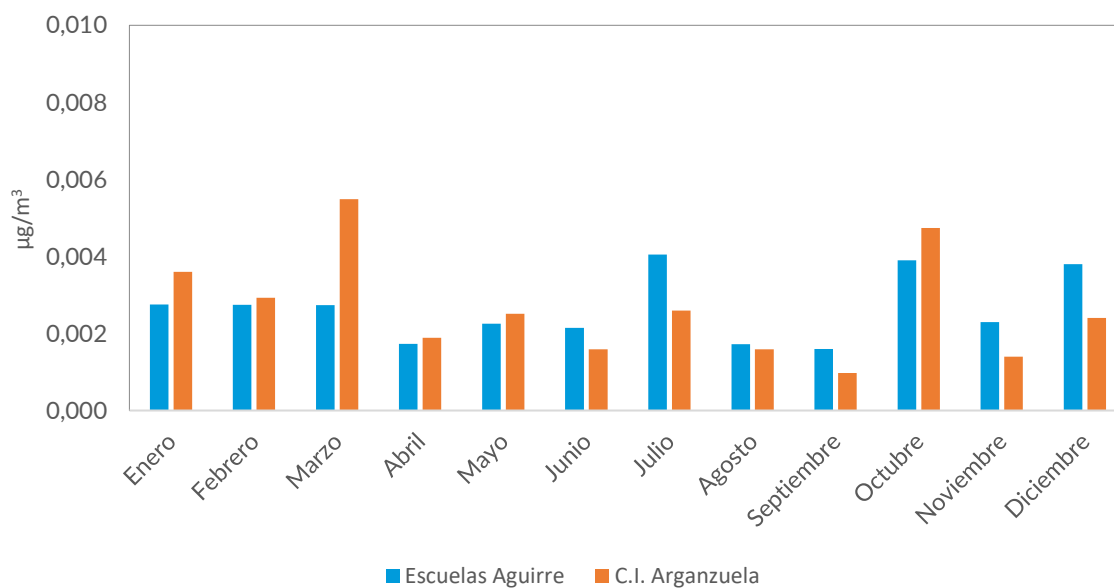
ESCUELAS AGUIRRE

Metal	2020	2021	2022
Plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,003	0,003	0,003
Níquel (ng/m^3)	1,8	1,7	1,7
Arsénico (ng/m^3)	0,4	0,4	0,3
Cadmio (ng/m^3)	0,1	0,1	0,1

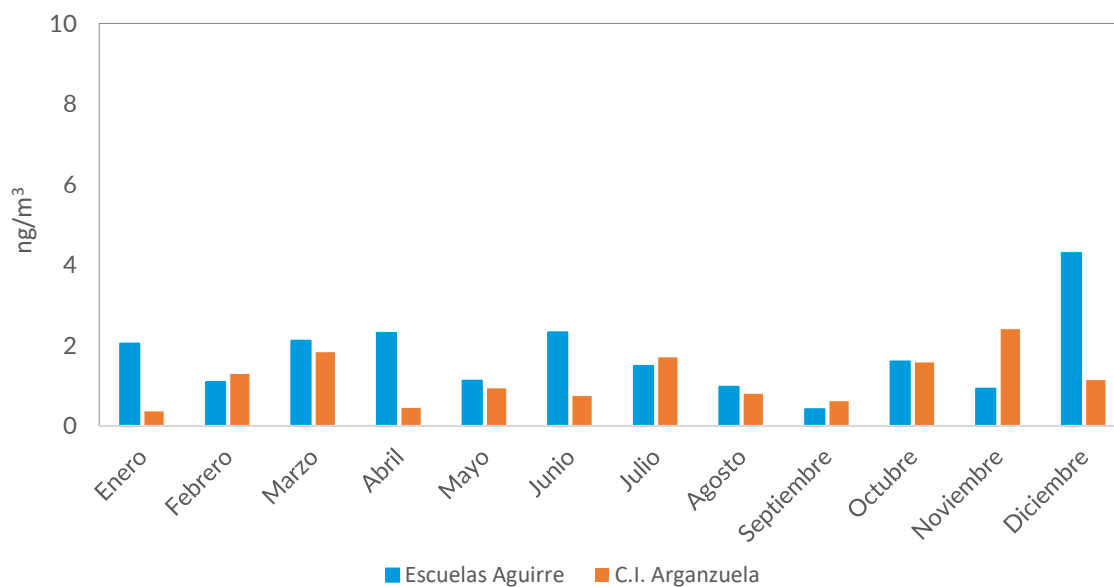
CENTRO INTEGRADO ARGANZUELA

Metal	2020	2021	2022
Plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,001	0,002	0,003
Níquel (ng/m^3)	2,6	1,6	1,1
Arsénico (ng/m^3)	0,5	0,3	0,3
Cadmio (ng/m^3)	0,1	0,1	0,1

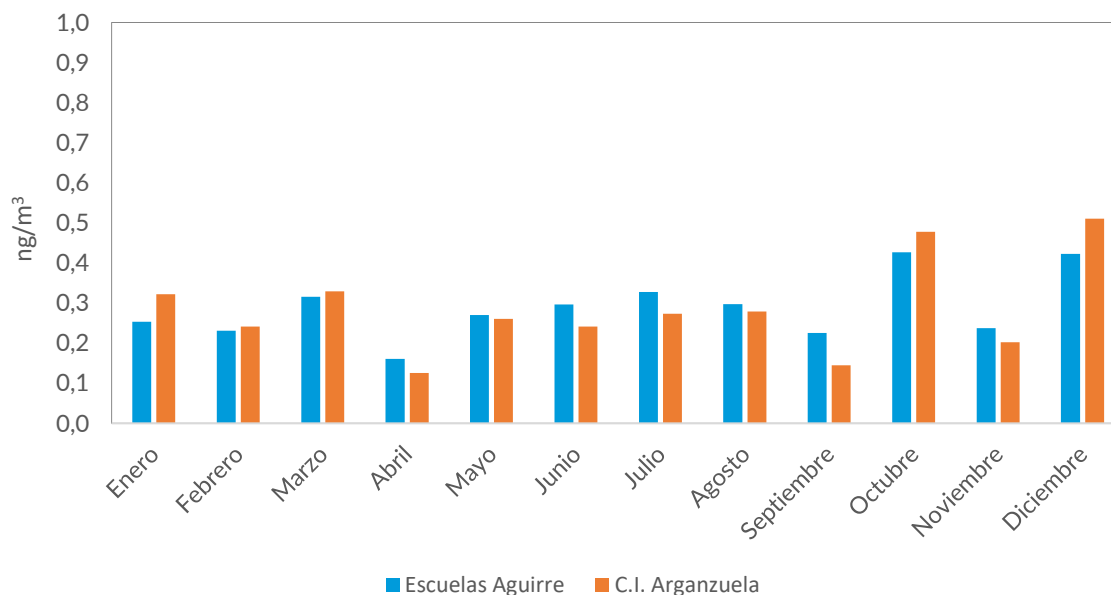
Evolución anual de plomo durante el año 2022



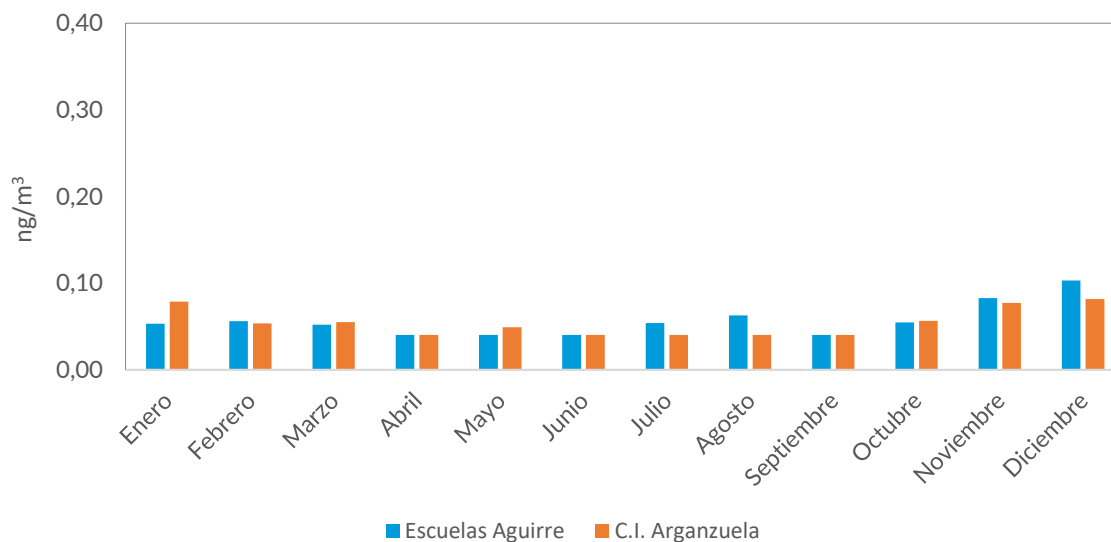
Evolución anual de níquel durante el año 2022



Evolución anual de arsénico durante el año 2022



Evolución anual de cadmio durante el año 2022



3.11 Benzo(a)pireno

VALOR OBJETIVO ANUAL

Benzo(a)Pireno

para la protección de la salud humana

1 ng/m³(1)

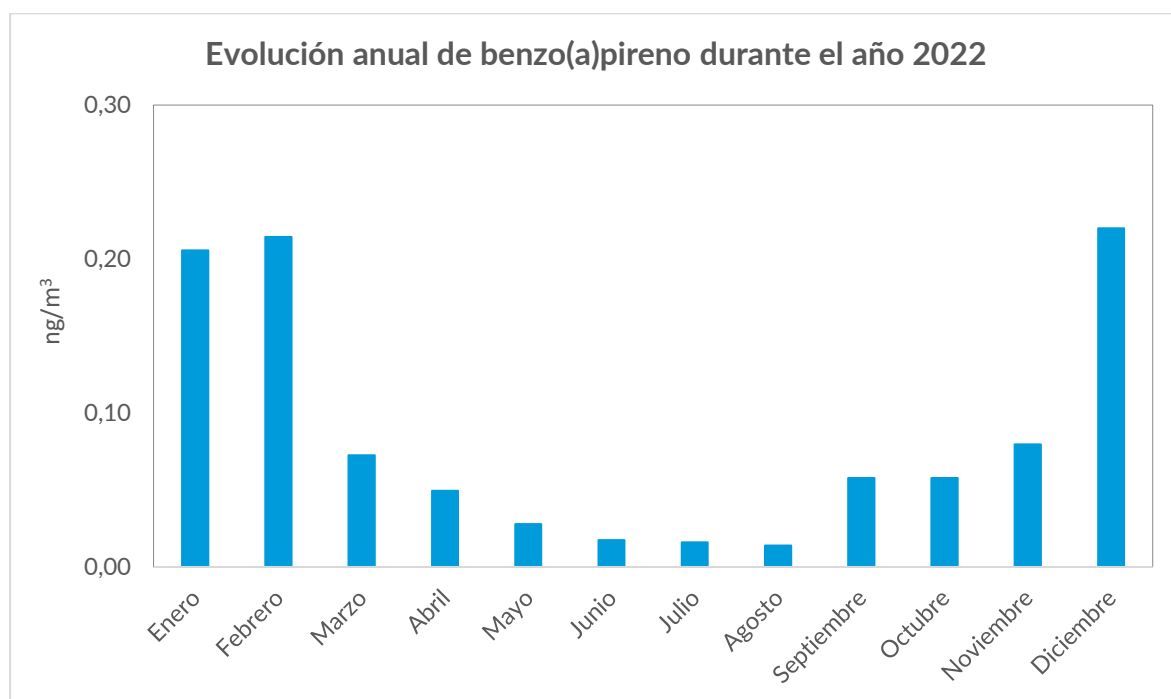
(1)Referido al contenido total en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.



Se continúa la línea de colaboración para el análisis de muestras y determinación de Benzo(a)Pireno en aire ambiente, con el laboratorio municipal de Madrid Salud, habiéndose realizado todos los análisis correspondientes a 2022 en dicho laboratorio.

Equipo de captación de muestras para análisis de Benzo(a)Pireno.

Estación	Media Anual B(a)P		
	2020 ng/m ³	2021 ng/m ³	2022 ng/m ³
Escuelas Aguirre	0,10	0,08	0,10

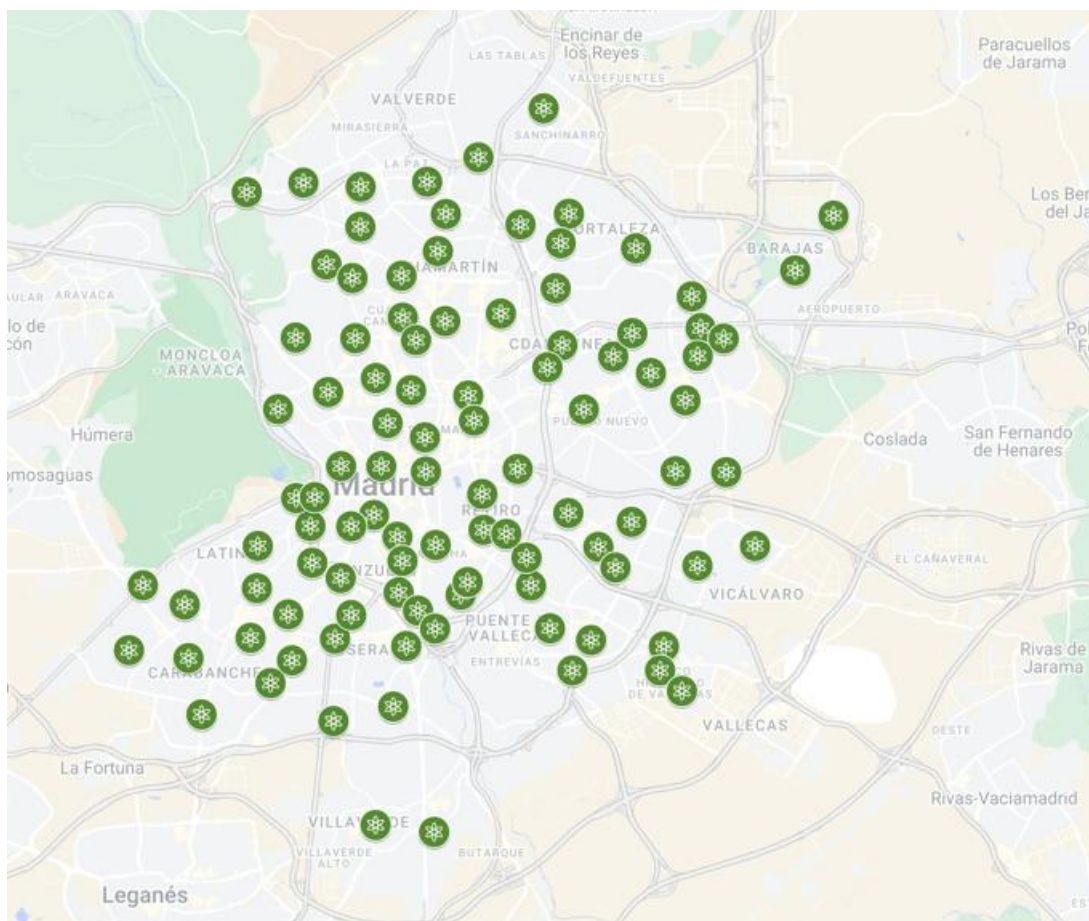


3.12 Amoníaco

El Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece en el artículo 12, apartado 2 que las autoridades competentes garantizarán la medición de amoníaco (NH_3) en todas las ciudades con un número de habitantes superior a 500.000.

Por ello, el Servicio de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid ha realizado una campaña de medición de amoníaco en aire ambiente durante el año 2022.

Dicha campaña se realizó mediante la instalación de 100 captadores pasivos colocados en farolas a una altura de unos 2,5 m sobre el nivel del suelo y distribuidos en la ciudad de Madrid, durante el periodo comprendido entre los días 29 de noviembre y 15 de diciembre de 2022.



La concentración de amoníaco (NH_3) en aire ambiente para toda la ciudad, se situó en un rango de concentraciones entre $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $10,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Imagen tomada durante la campaña de amoniaco.

La campaña se ha realizado utilizando los soportes de captación de la marca “Radiello”.

Como se muestra a continuación, los captadores disponen de un soporte triangular de plástico donde va colocada la carcasa protectora cilíndrica, dentro de la cual se coloca previamente el cartucho captador. Estos se instalaron en el interior de unas cajas protectoras para evitar que sufriesen daños derivados de las inclemencias meteorológicas y favorecer su conservación durante el periodo de la campaña, estas cajas no interfieren en la captación de amoniaco.



A continuación, se muestra los valores máximos y mínimos desde el año 2017:

AÑOS	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
2017	8,87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2018	11,43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2019	26,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2020	8,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2021	21,90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2022	10,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

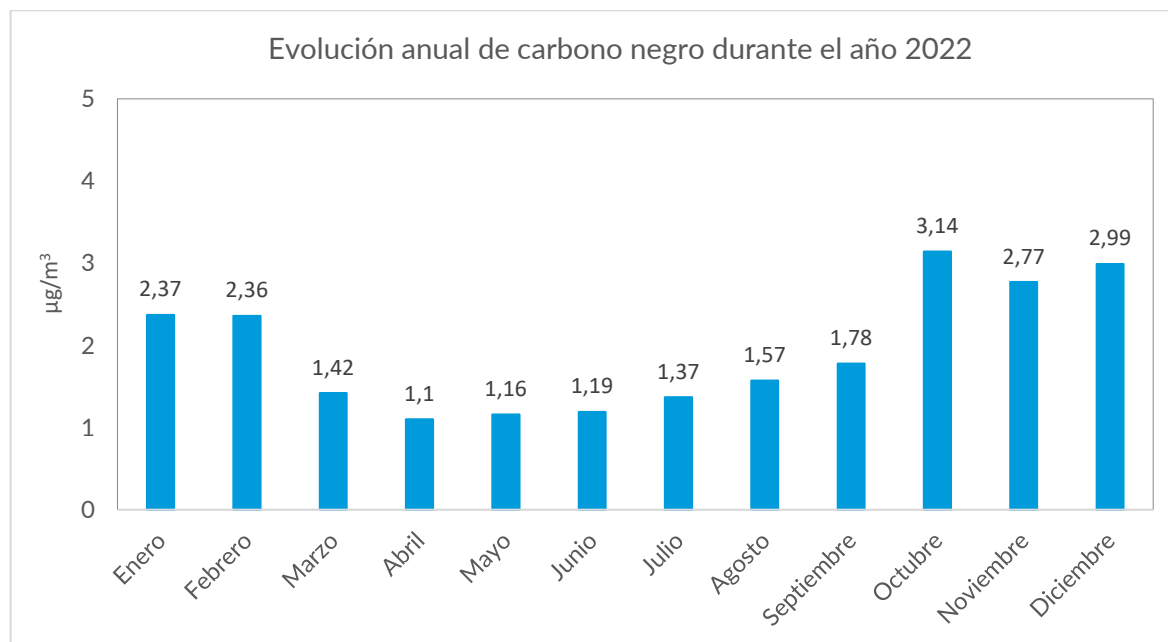
3.13 Carbono negro

El carbono negro es un contaminante atmosférico que proviene de la combustión incompleta de combustibles fósiles y biomasa. Este componente está presente en la atmósfera en tamaños que varían dentro del rango nanométrico, por lo que supone una seria amenaza para la salud humana y es el segundo agente después del CO_2 que más influye en el calentamiento del sistema terrestre. El Ayuntamiento de Madrid dispone de un analizador de carbono negro (aethalómetro) en la estación de Escuelas Aguirre para controlar las concentraciones de dicho contaminante.



Equipo de medida de carbono negro

Estación	Media anual. Carbono negro		
	2020 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2021 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2022 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Escuelas Aguirre	1,7	1,7	1,9



4. DATOS ABIERTOS

El Ayuntamiento de Madrid cuenta con un portal de datos abiertos donde se publican todos los datos relacionados con la calidad del aire y la red meteorológica municipal.

Los datos abiertos son datos en bruto (bases de datos) que pueden ser utilizados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, y que las administraciones ponen a disposición de la ciudadanía para realizar nuevas aplicaciones, estudios, análisis, investigaciones, etc.

[El Portal de Datos Abiertos](#) es el espacio que el Ayuntamiento de Madrid ofrece para:

- Facilitar el acceso a los datos públicos en formato reutilizable relativos a la gestión pública municipal
- Impulsar el desarrollo de herramientas creativas para atraer y servir a la ciudadanía de Madrid.

Los datos que están disponibles para calidad de aire y meteorología son los siguientes:

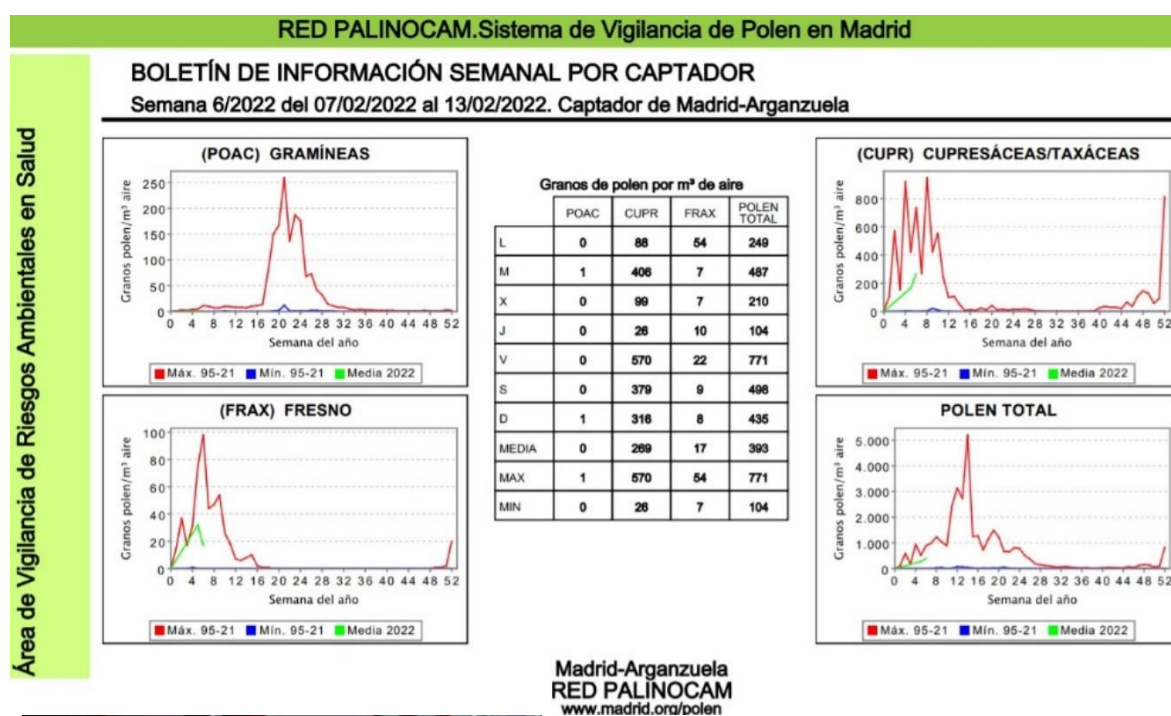
- Información de las estaciones de medida de calidad del aire y red meteorológica.
- Datos horarios en tiempo real, se publican cada hora sin validar.
- Datos horarios y diarios validados a mes vencido.
- Fichero intérprete de ayuda para el manejo de los datos.
- Episodios de contaminación ocurridos en la ciudad de Madrid de dióxido de nitrógeno y de ozono.

5. RED PALINOCAM

La Red Palinológica de la Comunidad de Madrid proporciona información sobre las concentraciones de los tipos polínicos más alergénicos presentes en la atmósfera de la Comunidad de Madrid.

El Servicio de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid colabora con esta red y para ello dispone de un captador instalado en el Centro integrado de Arganzuela.

Los datos se pueden consultar desde un enlace disponible en la [Web municipal](#) o directamente en la [Web de la Red Palinocam](#):



Detalle captador de polen



Detalle del tintado de la muestra

6. CAMPAÑAS

Durante el año 2022 se ha realizado una campaña de medición de calidad del aire con la unidad móvil para completar el conocimiento de los niveles de contaminantes en diferentes lugares de la ciudad.

El Servicio de Calidad del Aire realiza de manera periódica estas campañas para reforzar la Red de Vigilancia, ampliando el estudio sobre la calidad del aire en la ciudad.

La unidad móvil cuenta con analizadores de gases y partículas en suspensión, equipos para determinar las principales variables meteorológicas y con un sistema de adquisición de datos (SAD) que registra los datos medidos en continuo y los transmite al centro de control para su integración en la base de datos existente y posterior validación y estudio.



Unidad móvil

La campaña tuvo una duración de un mes y una vez finalizada se elabora un informe a partir de los datos obtenidos.

A continuación, se presenta una breve descripción de la campaña, resumen de los resultados obtenidos y comparación con los valores alcanzados en la red fija, según tipo de estación, en el mismo período.

6.1 CAMPUS DE CANTOBLANCO (UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID)

Meteorología:

La temperatura media durante el periodo de estudio ha sido de 18,8°C. Se ha alcanzado una temperatura máxima de 29,5°C el día 4 de octubre y una temperatura mínima de 8,6°C el día 1 de octubre.

Durante la campaña, la humedad ha estado comprendida entre 18 y 94%, con una media de 55%. Los días 29 de septiembre, 10, 17 y 20 de octubre se registra precipitación en la zona norte de Madrid, siendo el día 20 de octubre el día con precipitaciones más abundantes.

Durante el tiempo que ha durado la campaña no se ha registrado ningún periodo de estabilidad que haya podido comprometer la ventilación atmosférica.

Periodo de realización de la campaña	21 de septiembre a 20 de octubre
Ubicación	Universidad Autónoma de Madrid C/Einstein -C/Iván Pavlov
Altura de captación respecto al suelo	3,5m
Coordenadas	40°32'36"N 3°41'46"W
	

Resultados

Contaminantes	Unidad Móvil		Estaciones de tráfico		Estaciones de fondo		Estaciones suburbanas	
	Valor medio	Máxima horaria	Valor medio	Máxima horaria	Valor medio	Máxima horaria	Valor medio	Máxima horaria
NO ₂ (µg/m ³)	20	106	36	119	35	114	-	-
PM10 (µg/m ³)	27	98	23	65	25	76	-	-
PM2,5 (µg/m ³)	11	33	9	21	8	21	-	-
O ₃ (µg/m ³)	57	129	45	119	44	118	52	129
SO ₂ (µg/m ³)	1	4	4	7	6	8	-	-
CO (mg/m ³)	0,4	0,8	0,3	0,8	0,4	0,7	-	-
Benceno (µg/m ³)	0,2	0,6	0,3	2,3	0,3	1,1	-	-

*El valor medio se ha calculado con las concentraciones medias horarias.

Enlace al informe completo: <https://acortar.link/AtSA1F>

7. EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN

7.1 Partículas en suspensión PM10

A lo largo del año se han producido los siguientes episodios de intrusiones de partículas de polvo sahariano publicados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico:

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Días	10-13 26-28	1 14-17 20 22 24-31	11 14-19 26 29-30	1-2 12-15 18-23 28-29	1 12-21	2-7 13-27 30-31

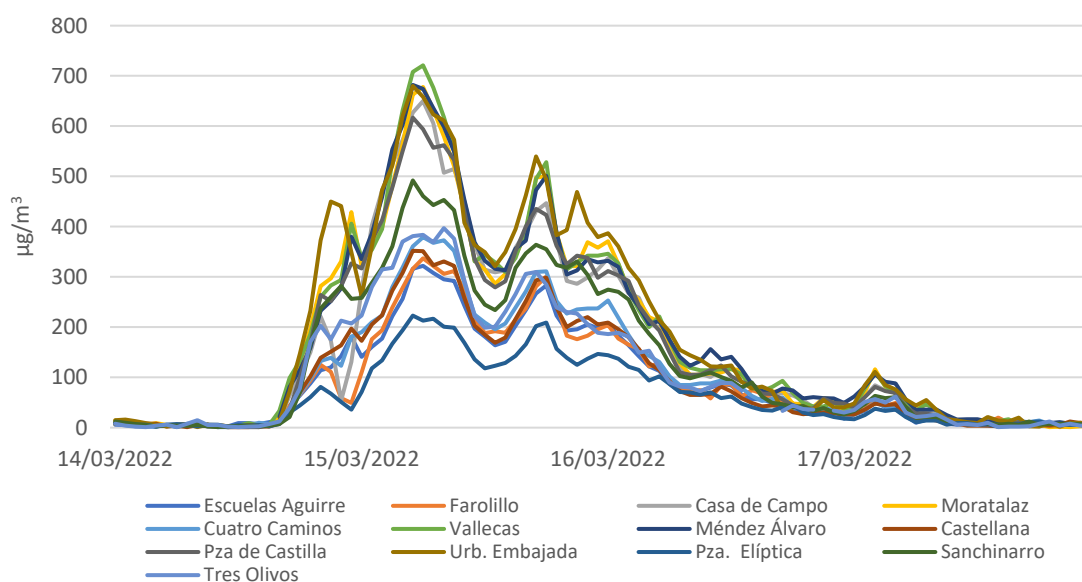
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días	1-14 29-31	11-13	3-12 15-31	1-2 12-13	20 25-31

Cabe destacar el episodio que se produjo entre los días 14 y 17 de marzo, en este periodo se alcanzaron concentraciones muy superiores a las habituales, superando el valor límite diario de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en todas las estaciones de la red de vigilancia, y alcanzando un valor máximo horario en la ciudad de Madrid de $721 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación de Vallecas. Se muestra un cuadro resumen de valores medios diarios de PM10 y a continuación una gráfica con los datos horarios donde se puede observar con más detalle el episodio:

Fecha	Escuelas Aguirre	Farolillo	Casa de Campo	Moratalaz	Cuatro Caminos	Vallecas	Méndez Álvaro
14/03/2022	36	27	41	78	36	74	
15/03/2022	227	236	421	432	271	448	443
16/03/2022	81	86	145	133	93	134	140
17/03/2022	16	18	24	28	16	30	32

Fecha	Castellana	Pza. de Castilla	Urb. Embajada	Pza. Elíptica	Sanchinarro	Tres Olivos
14/03/2022	39	63	99	19	57	49
15/03/2022	250	412	462	160	342	284
16/03/2022	79	125	143	65	110	92
17/03/2022	15	24	31	13	22	19

Concentraciones medias horarias de PM10 del 14 al 17 de marzo



7.2 Ozono

A lo largo del año 2022 se ha activado el protocolo de contaminación por ozono troposférico en una ocasión, el día 13 de julio, al superarse el umbral de información a la población por ozono establecido en la legislación en $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como media de una hora, en las siguientes estaciones:

ESTACIÓN	HORA	[O ₃] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
El Pardo	15:00	185
El Pardo	16:00	190
Pza. del Carmen	16:00	199
Villaverde	16:00	185
El Pardo	17:00	200
Pza. del Carmen	17:00	187
Escuelas Aguirre	17:00	181
El Pardo	18:00	186
Pza. del Carmen	18:00	186
Barajas Pueblo	19:00	181

Las condiciones atmosféricas que han caracterizado este día han sido de alta estabilidad, elevada insolación y altas temperaturas.

El índice de calidad del aire durante el día 13 de julio ha sido el siguiente:

ZONA	OZONO
1 (INTERIOR M30)	
2 (SURESTE)	
3 (NORESTE)	
4 (NOROESTE)	
5 (SUROESTE)	

Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
-----------	-------	---------	------	----------

8. BALANCE METEOROLÓGICO

Invierno: Enero, febrero y marzo de 2022

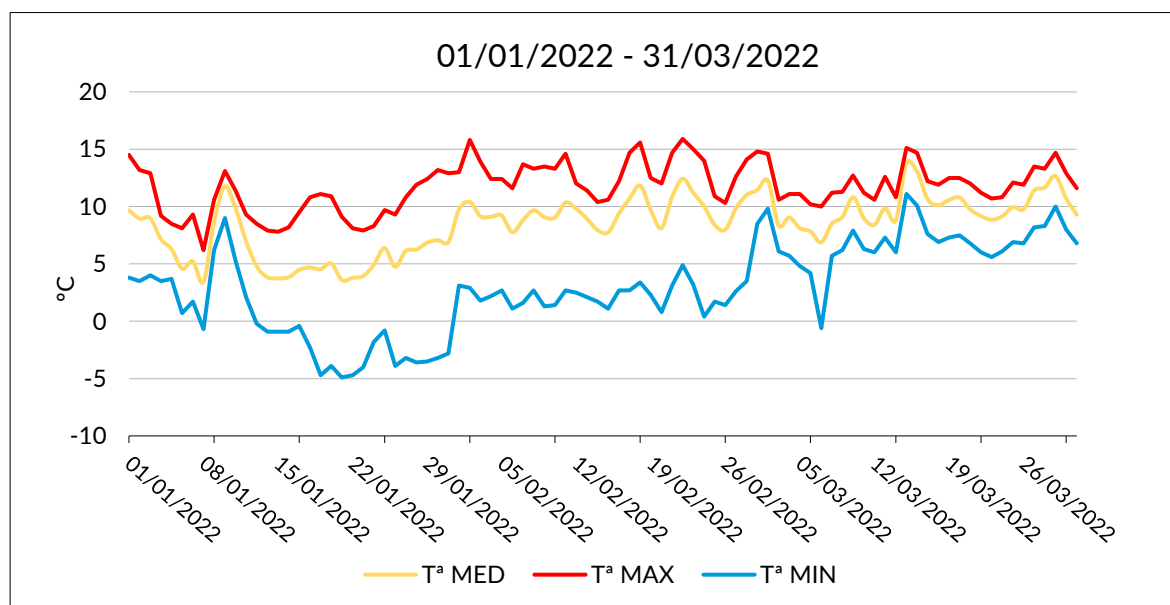
La temperatura media del periodo ha sido de 8,5°C. Las medias de máximas y mínimas han sido de 13,7 y 2,8°C.

La precipitación media acumulada ha sido de 103,9 mm.

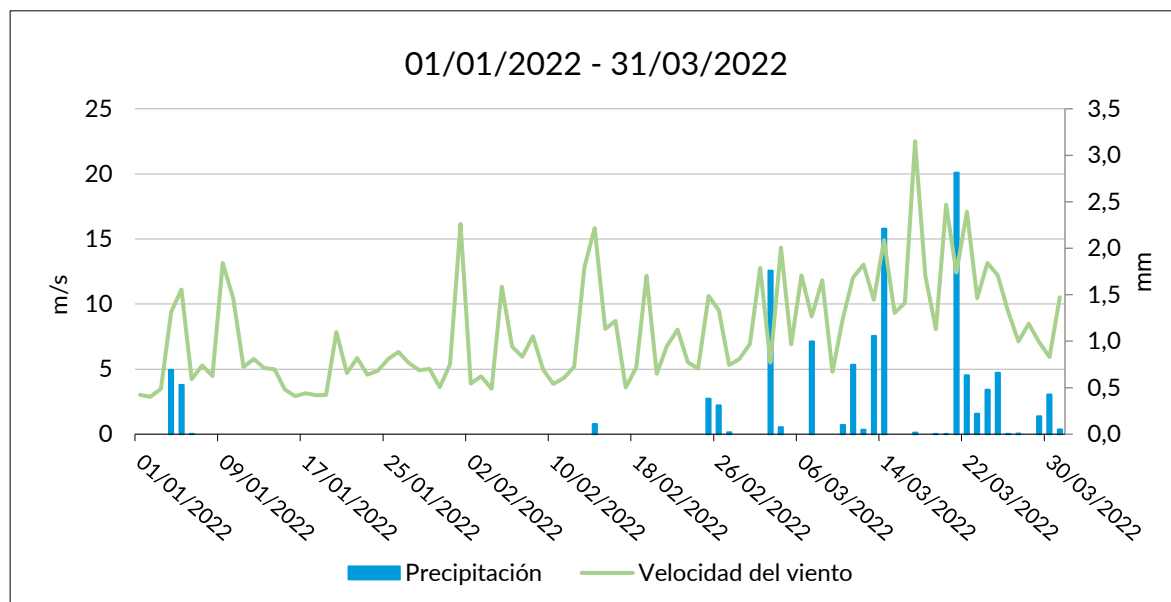
Los meses de enero y febrero se consideran, según la serie histórica que comienza en 1961, como cálido y muy cálido, respectivamente y en cuanto a precipitación, muy seco en ambos casos. En cambio, el mes de marzo, se considera un mes frío y extremadamente húmedo.

Por otra parte, los días 14, 15 y 16 de marzo, la borrasca Celia dejó un episodio de calma intensa en la zona centro, que finalizó con precipitaciones de barro.

Temperaturas registradas en el primer trimestre de 2022



Precipitación y velocidad del viento registradas en el primer trimestre de 2022

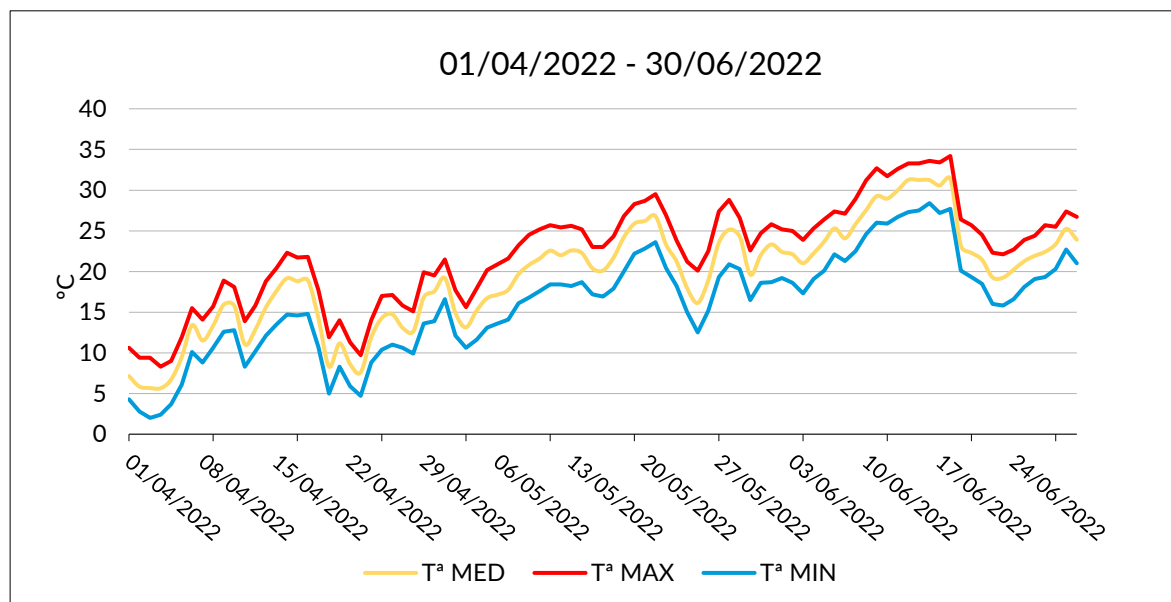


Primavera: Abril, mayo y junio de 2022

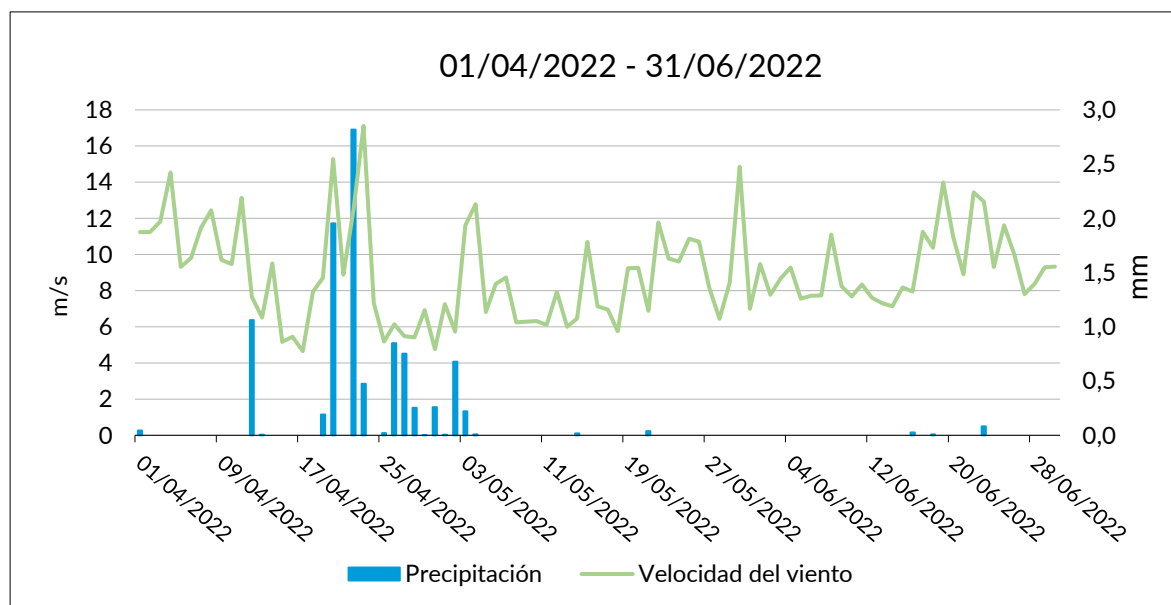
La temperatura media del periodo ha sido de 19,3°C. Las medias de máximas y mínimas han sido de 31,1 y 6°C. El trimestre se ha considerado, respecto a la serie histórica que se inicia en 1961, entre normal el mes de abril y extremadamente cálido el mes de mayo.

La precipitación media acumulada en el trimestre ha sido de 58,6mm, concentrándose las precipitaciones el primer mes del trimestre, en cuanto a mayo y junio son meses considerados seco y extremadamente seco respecto a la serie histórica.

Temperaturas registradas en el segundo trimestre de 2022



Precipitación y velocidad del viento registradas en el segundo trimestre de 2022



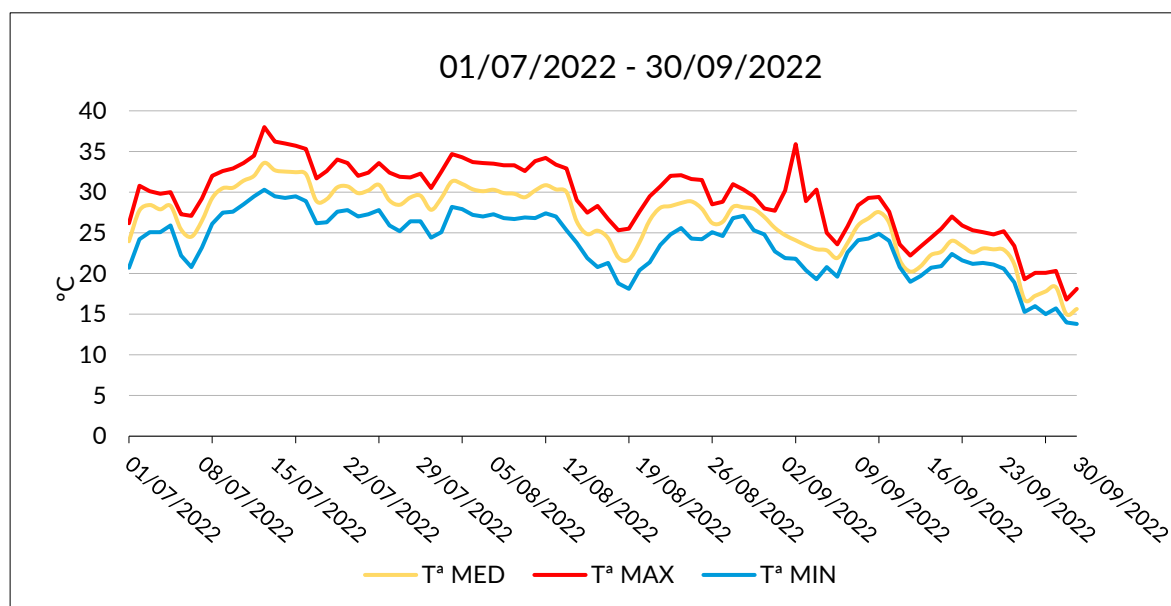
Verano: Julio, agosto y septiembre de 2022

La temperatura media del periodo ha sido de 26,4°C. Las medias de máximas y mínimas han sido de 32,9 y 16,3°C. Los meses de julio y agosto se consideran extremadamente cálidos, respecto a la serie histórica que se inicia en 1961, y el mes de septiembre se considera cálido.

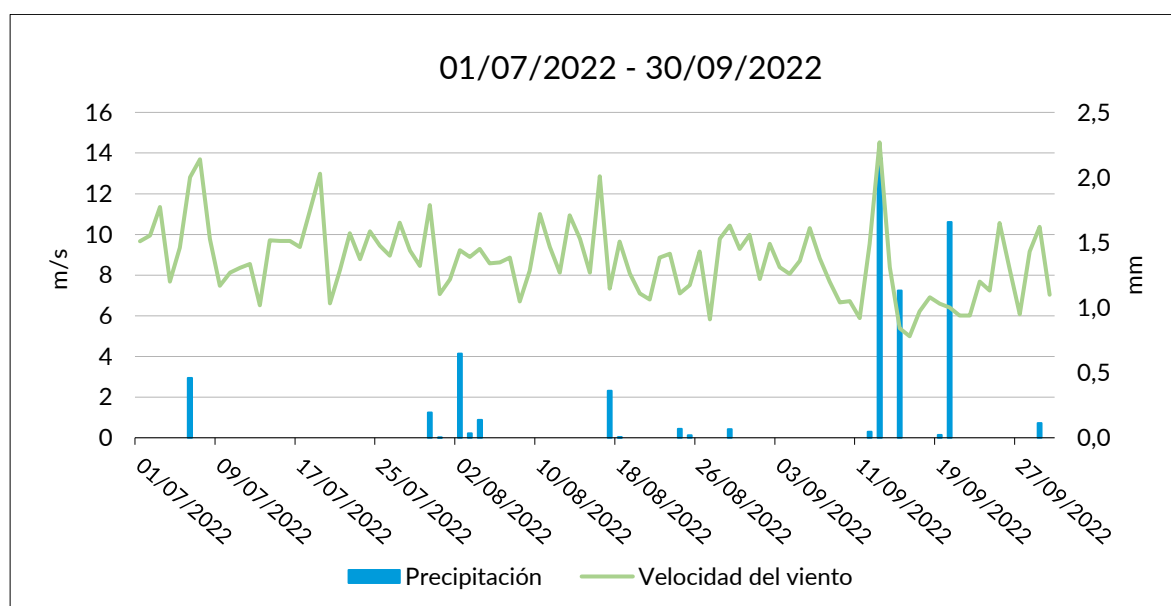
En el mes de julio, en una ola de calor excepcional por su intensidad y duración, la estación de AEMET de Retiro alcanzó su temperatura máxima de 40,7 °C, el día 14.

Las precipitaciones se han concentrado principalmente durante el mes de septiembre, considerándolo, respecto a la serie histórica, un mes húmedo. Los meses de julio y agosto han sido meses secos.

Las lluvias se han caracterizado por ser de origen tormentosas.

Temperaturas registradas en el tercer trimestre de 2022

Precipitación y velocidad del viento registradas en el tercer trimestre de 2022

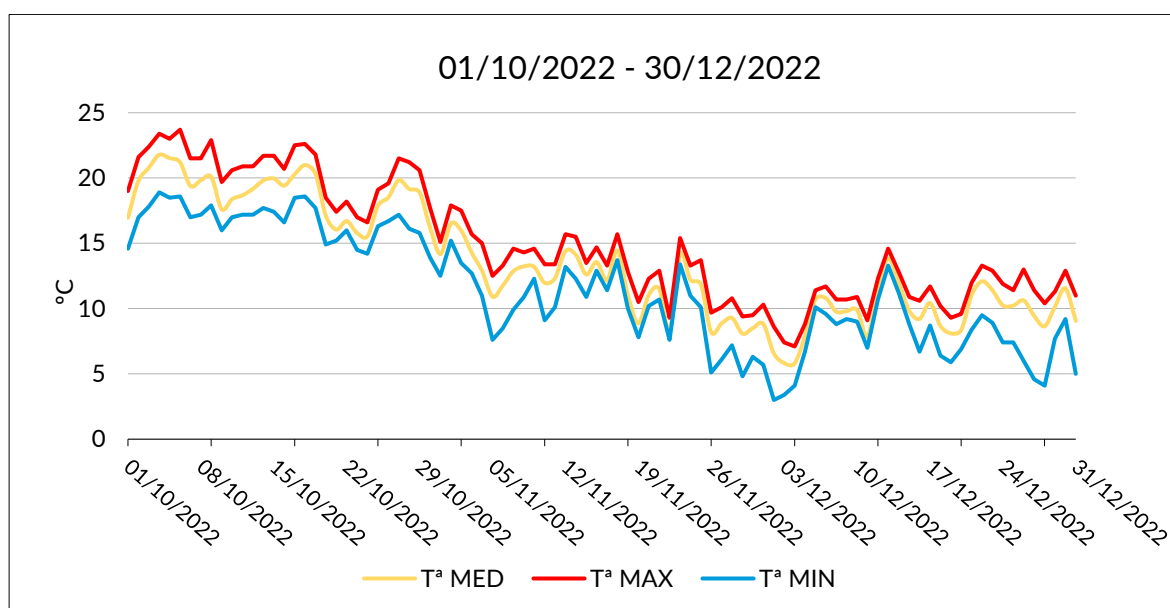


Otoño: Octubre, noviembre y diciembre de 2022

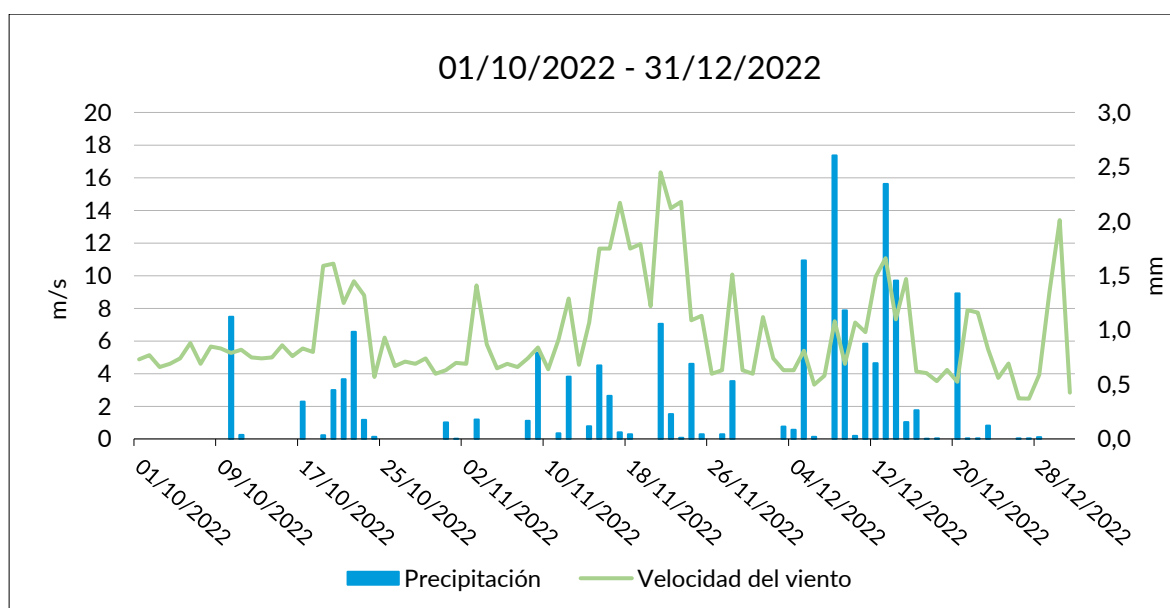
La temperatura media del último trimestre del año ha sido de 12,6°C. Las medias de máximas y mínimas han sido de 18,8 y 5,5°C. Los meses de octubre y diciembre se consideran extremadamente cálidos respecto a la serie histórica iniciada en 1961, y el mes de noviembre muy cálido.

La precipitación media acumulada ha sido de 149,8 mm., concentrándose las precipitaciones más abundantes en diciembre, considerándose un mes muy húmedo, respecto la serie histórica.

Temperaturas registradas en el cuarto trimestre de 2022



Precipitación y velocidad del viento registradas en el cuarto trimestre de 2022





Madrid 2022

Calidad del Aire

Subdirección General de Sostenibilidad

Dirección General de Sostenibilidad
y Control Ambiental



MADRID

medio ambiente y
movilidad