

Calidad del Aire Madrid 2020



MADRID

medio ambiente y
movilidad

Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental

Contenido

1. RESUMEN	2
2. LA RED DE VIGILANCIA	4
Mapa de la red	6
Control y garantía de calidad	9
3. DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE	10
Análisis de los datos	10
Legislación	11
3.1 Dióxido de azufre.....	12
3.2 Partículas en suspensión PM10.....	15
3.3 Partículas en suspensión PM2,5.....	19
3.4 Dióxido de nitrógeno.....	23
3.5 Monóxido de carbono	37
3.6 Benceno.....	40
3.7 Ozono	43
3.8 Metales pesados	53
3.9 Benzo(a)pireno	56
3.10 Amoníaco	58
3.11 Carbono negro	61
4. DATOS ABIERTOS.....	62
5. RELACIÓN CALIDAD DEL AIRE-TRÁFICO.....	63
6. RED PALINOCAM	67
7. CAMPAÑAS.....	68
7.1 Polideportivo Plata y Castañar – Distrito Villaverde.....	70
7.2 Puente del Rey – Distrito Moncloa – Aravaca.....	72
7.3 Polideportivo Entrevías – Distrito Puente de Vallecas	74
7.4 Calle Arte Hiperrealista – Distrito Villa de Vallecas.....	76
7.5 Parque de la Peseta - Distrito Carabanchel	78
8. EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN	80
8.1 Partículas en suspensión PM10.....	80
8.2 Dióxido de nitrógeno.....	82
9. BALANCE METEOROLÓGICO.....	84

1. RESUMEN

La calidad del aire correspondiente al año 2020 en la ciudad de Madrid ha estado marcada por **la situación sanitaria derivada de la COVID 19**, que comenzó con la declaración de un estado de alarma que se prolongó desde el 15 de marzo hasta el 21 de junio y que tuvo como consecuencia una limitación de la movilidad que afectó a todas las actividades de la ciudad. La calidad del aire ha mejorado sustancialmente respecto al año anterior en todos los contaminantes medidos en la red de vigilancia de la calidad del aire, aunque esta mejoría no ha sido suficiente para el cumplimiento de los valores límite y objetivo establecidos para el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el ozono, que como en años anteriores se han continuado excediendo.

Se han reducido notablemente las concentraciones medias de dióxido de nitrógeno en todas las estaciones de la red y el número de estaciones con superación del valor límite anual de dióxido de nitrógeno ha pasado de 2 estaciones que superaron en 2019 a 1 en el 2020. El valor límite horario no se ha superado en ninguna de las estaciones por primera vez desde su entrada en vigor en 2010.

En cuanto al ozono troposférico, los niveles medios han sido similares al año anterior pero han disminuido los niveles máximos, no produciéndose ninguna superación del umbral de información a la población. En cuanto al cumplimiento del valor objetivo de protección de la salud del ozono, 6 estaciones de la red (3 de tipo suburbano y 3 de fondo) han excedido ese valor el mismo número de estaciones que en 2019.

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.

En el mes de febrero se ha comenzado con un nuevo servicio de información de la calidad del aire de Madrid en la red social Twitter (@airedemadrid). A través de esta cuenta 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.

Por lo que se refiere a la meteorología, ha sido un año ligeramente cálido con una temperatura media registrada por la red municipal de 15,9º C.

Respecto a la ventilación, durante el primer trimestre se han identificado periodos de alta estabilidad atmosférica y durante el resto del año, las situaciones de estabilidad han sido esporádicas y limitadas en el tiempo.

La tendencia de los principales contaminantes durante los últimos 10 años ha sido la siguiente:

SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	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 2020 en las estaciones de la red:

		Año 2020 Superaciones de valor límite/valor objetivo		
		Suburbana	Fondo	Tráfico
Dióxido de nitrógeno	Media horaria	No	No	No
	Media anual	No	No	Sí (1 de 9)
PM ₁₀	Media diaria	No	No	No
	Media anual	No	No	No
PM _{2,5}	Media anual	No	No	No
Ozono	Media octohoraria máxima en un día *	Sí (3 de 3)	Sí (3 de 8)	No
	Umbral de información	No	No	No
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 2018-2020

2. LA RED DE VIGILANCIA

Durante el año 2020 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.

bit.ly/3dkWpln

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.

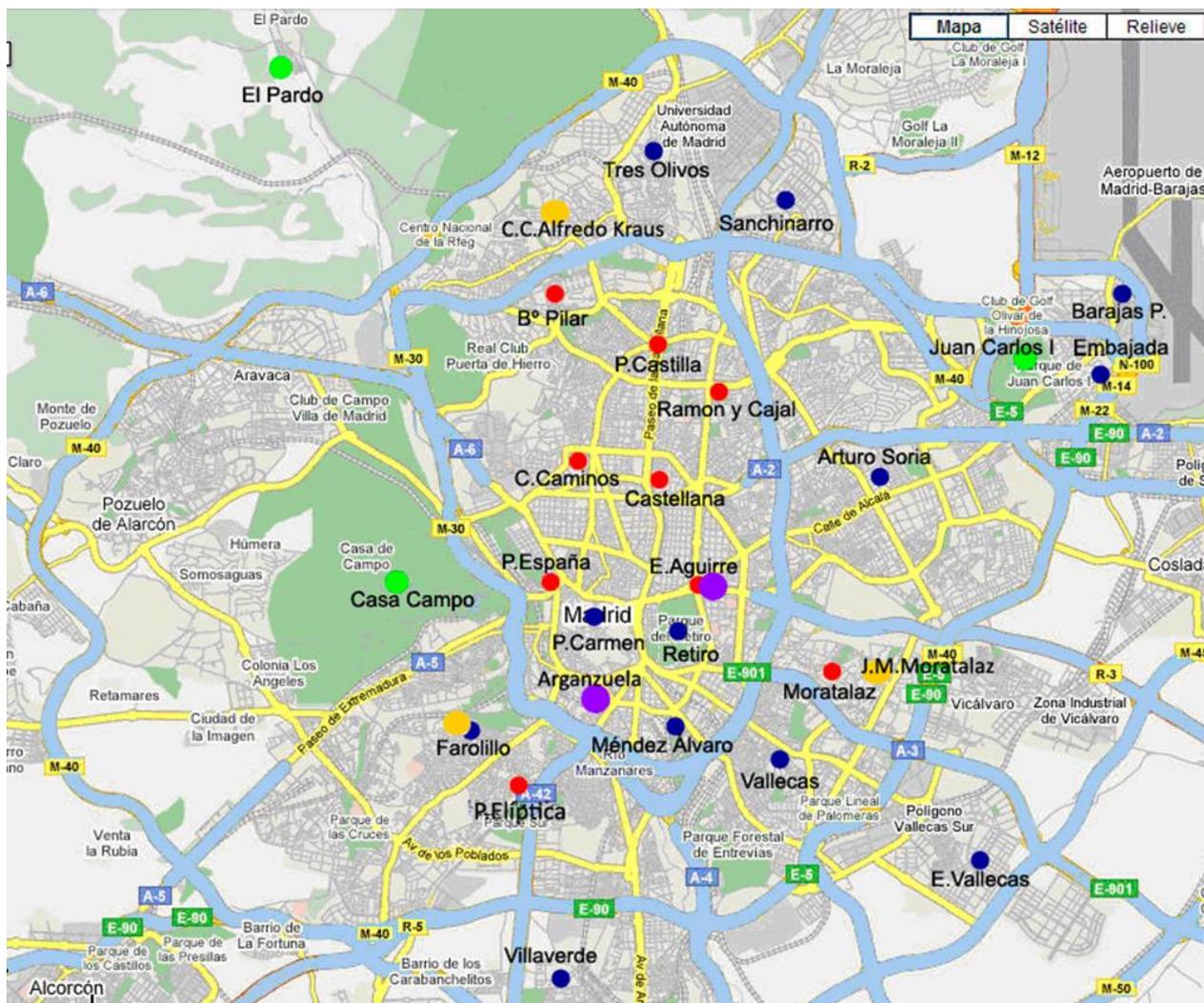
Además, la red de vigilancia tiene entre sus objetivos principales, la detección y evaluación de las situaciones de superación de los valores límite y objetivo, así como de los niveles de, preaviso, aviso o de alerta previstos, de acuerdo con los protocolos establecidos por el Ayuntamiento de Madrid para estos casos.

En la tabla siguiente 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 – Ppe. 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

Mapa de la red



Tipos de estación:

- Suburbana
- Urbana de fondo
- Urbana de tráfico
- Punto de muestreo metales pesados
- Punto de muestreo manual de PM2,5

DISTRIBUCIÓN DE ANALIZADORES Y MUESTREADORES INSTALADOS EN LA RED

ESTACION- PUNTO DE MUESTREO										
	NO ₂	SO ₂	CO	PM10	PM2,5	O ₃	BTX	HC	Metales	B(a)P
Pza. España	X	X	X							
Esc. Aguirre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ramón y Cajal	X						X			
Arturo Soria	X		X			X				
Villaverde	X	X				X				
Farolillo *	X	X	X	X	X	X	X			
Casa de Campo	X	X	X	X	X	X	X	X		
Barajas Pueblo	X					X				
Pza. del Carmen	X	X	X			X				
Moratalaz	X	X	X	X						
Cuatro Caminos	X	X		X	X		X			
Barrio del Pilar	X		X			X				
Vallecas	X	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	X		
Pza. Elíptica	X		X	X	X	X				
Sanchinarro**	X	X	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

**Nuevo PM2,5 en Sanchinarro



Flota de vehículos eléctricos del servicio de mantenimiento de calidad del aire y unidad móvil 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 2020 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 2020						
	SO ₂	CO	NO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀	O ₃	BTX
Pza. España	77	77	77				
Esc. Aguirre	98	98	98	91	91	95	97
Ramón y Cajal			99				98
Arturo Soria		99	99			97	
Villaverde	98		99			99	
Farolillo	98	98	99		97	98	97
Casa Campo	98	98	99	99	99	99	98
Barajas Pueblo			99			99	
Pza. del Carmen	98	98	99			97	
Moratalaz	99	99	99		95		
Cuatro Caminos	99		99	99	99		98
Barrio del Pilar		98	98			98	
Vallecas	99		99		95		
Méndez Álvaro			99	96	96		
Castellana			99	97	97		
Retiro			99			99	
Pza. Castilla			99	99	98		
E. Vallecas			99			98	
Urb. Embajada			99		95		96
Plaza Elíptica		98	98	98	97	97	
Sanchinarro	98	99	99	98	99		
El Pardo			99			98	
Juan Carlos I			99			99	
Tres Olivos			99		99	99	

3. DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

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 valores obtenidos en el año 2020 y su comparación con los 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 nueva directiva europea.

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

Se han incluido salidas del programa "R" y concretamente del paquete open-air. Este paquete 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.

Legislación

El análisis que se realiza en este capítulo sobre los datos registrados en la red de vigilancia de la calidad del aire durante el año 2020, tiene en cuenta la legislación aplicable, que es el **Real Decreto 102/2011**, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire y **el Real Decreto 39/2017**, de 27 de enero que lo modifica.



Imagen de bicis del servicio BICIMAD

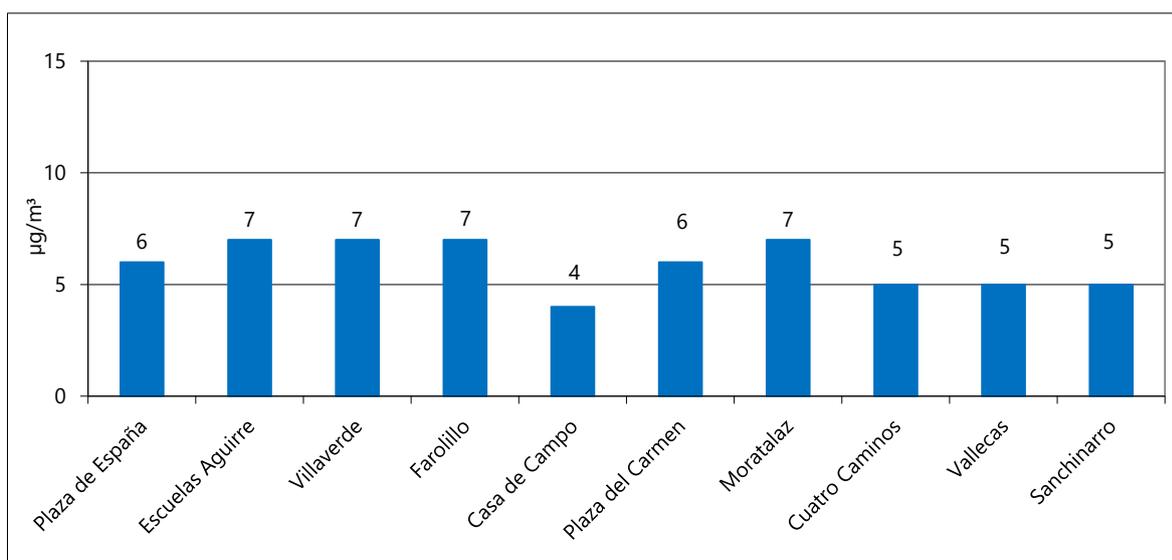
3.1 Dióxido de azufre

<p>VALOR LÍMITE HORARIO para la protección de la salud humana</p> <p>350 µg/m³ que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año</p>	<p>VALOR LÍMITE DIARIO para la protección de la salud humana</p> <p>125 µg/m³ que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año</p>	<p>UMBRAL DE ALERTA 500 µg/m³ durante tres horas consecutivas en un área > 100 km²</p>
---	---	--

El dióxido de azufre (SO₂) 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 SO₂ en todas las estaciones de medida son muy bajos, con respecto a los límites legales establecidos.

Tampoco existen picos de SO₂ relevantes, pues los niveles máximos que se han registrado a lo largo de 2020 se sitúan lejos, en torno a un 10%, del valor límite horario.

Valores medios diarios de SO₂ por estaciones

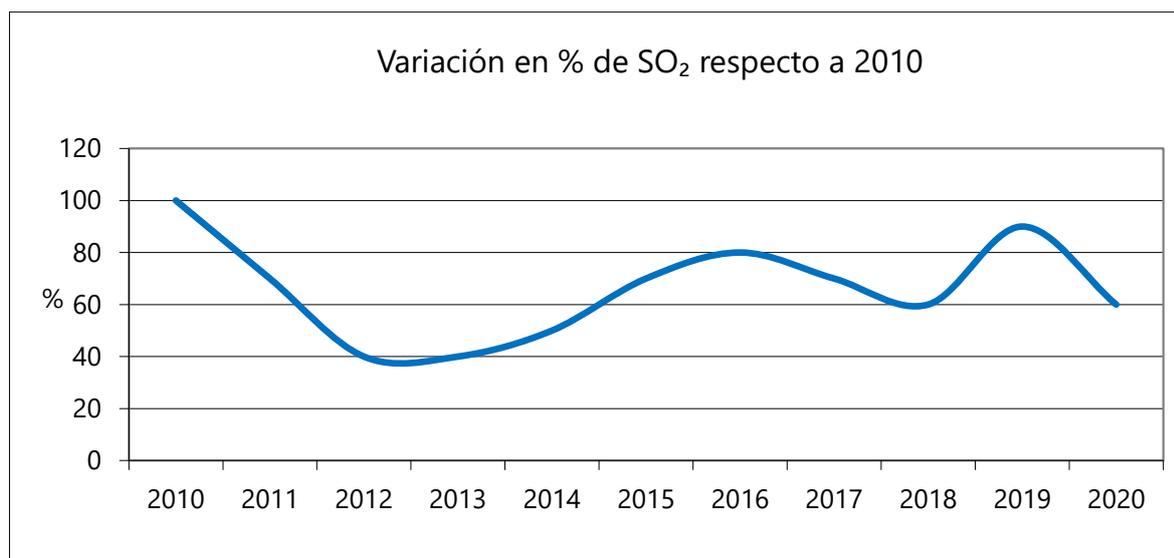


Los valores de SO₂ se sitúan por debajo del nivel crítico para la protección de la vegetación que, a pesar de que no son de aplicación para un área urbana como la ciudad de Madrid, indican la buena calidad del aire de Madrid en cuanto a este contaminante. Se incluye a continuación un cuadro con los valores 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.

ESTACION	2018		2019		2020	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	µg/m ³					
PZA. ESPAÑA	6	31	8	50	6	24
ESCUELAS AGUIRRE	5	26	8	35	7	21
VILLVERDE	7	36	8	39	7	30
FAROLILLO	6	53	10	57	7	29
CASA DE CAMPO	4	14	5	15	4	12
PZA. DEL CARMEN	8	68	12	45	6	37
MORATALAZ	9	85	9	102	7	85
CUATRO CAMINOS	5	39	10	40	5	34
VALLECAS	4	35	9	31	5	26
SANCHINARRO	8	37	9	53	5	22

Indicadores de evolución

Evolución anual del SO₂ desde el año 2010



3.2 Partículas en suspensión PM10

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

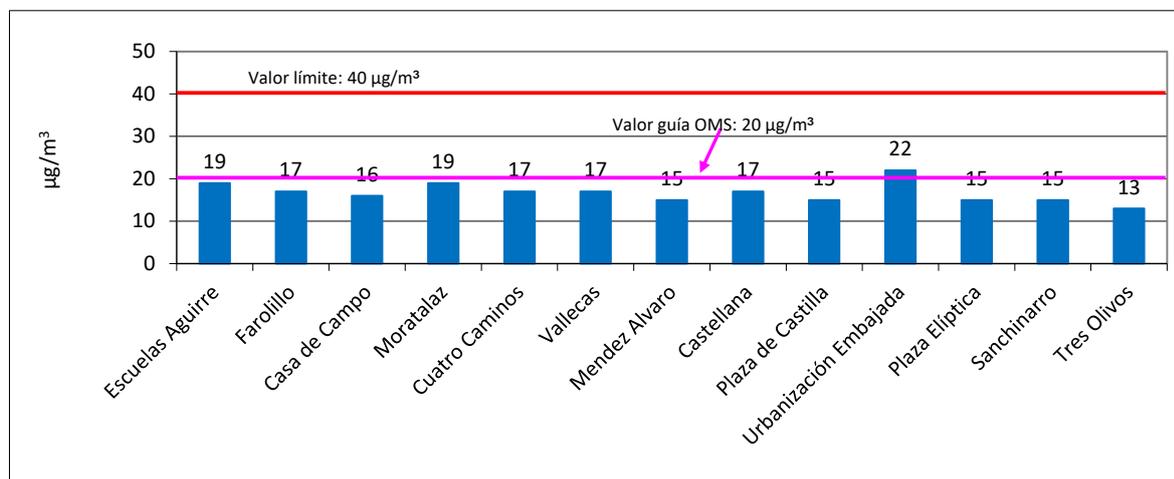
El material particulado es una mezcla compleja de componentes con características químicas y físicas diversas. Sus posibles efectos sobre la salud varían en función del tamaño y la composición. Pueden ser primarias o secundarias, es decir, formadas a partir de otros contaminantes primarios.

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.).

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, 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 2020 para obtener resultados equivalentes a los que se hubieran obtenido con el método de referencia.

En el 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.

Valores medios anuales en el año 2020 por estación

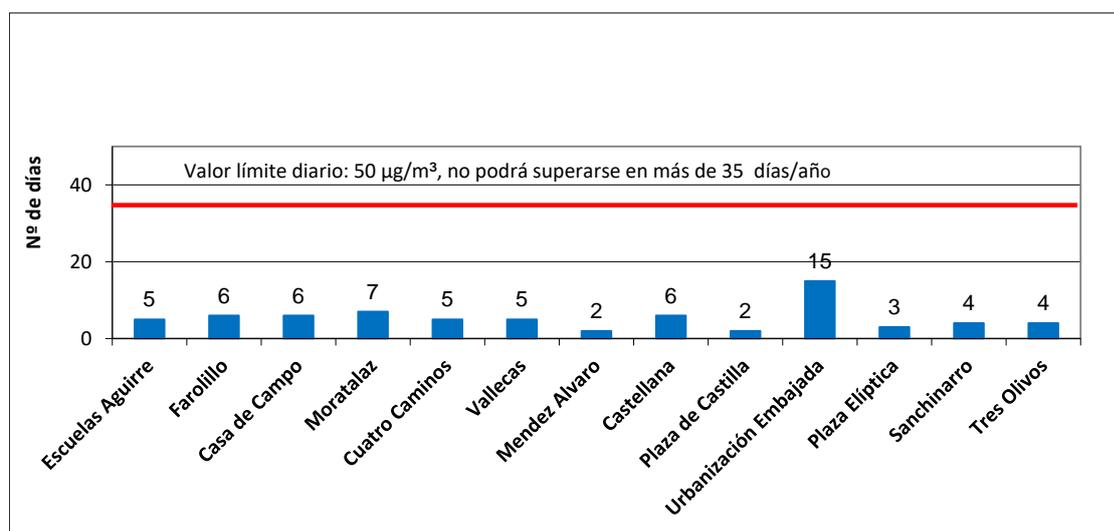


Los valores registrados en la red de vigilancia para 2020, son muy similares a los del año anterior, y ninguna estación ha superado el valor límite anual.

Aunque se ha superado el valor guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) marcado en 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como media anual en una estación de la red de vigilancia.

Se presenta a continuación el número de días en los que el valor medio diario fue superior a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El número máximo permitido es de 35 días en el año, y como se puede comprobar en el gráfico, ninguna estación ha superado ese límite.

Número de días de superación de PM10 2020



Se incluyen a continuación los valores medios y máximos diarios de los últimos tres años. Se observa que los niveles medios de 2020 son muy similares a los de 2019.

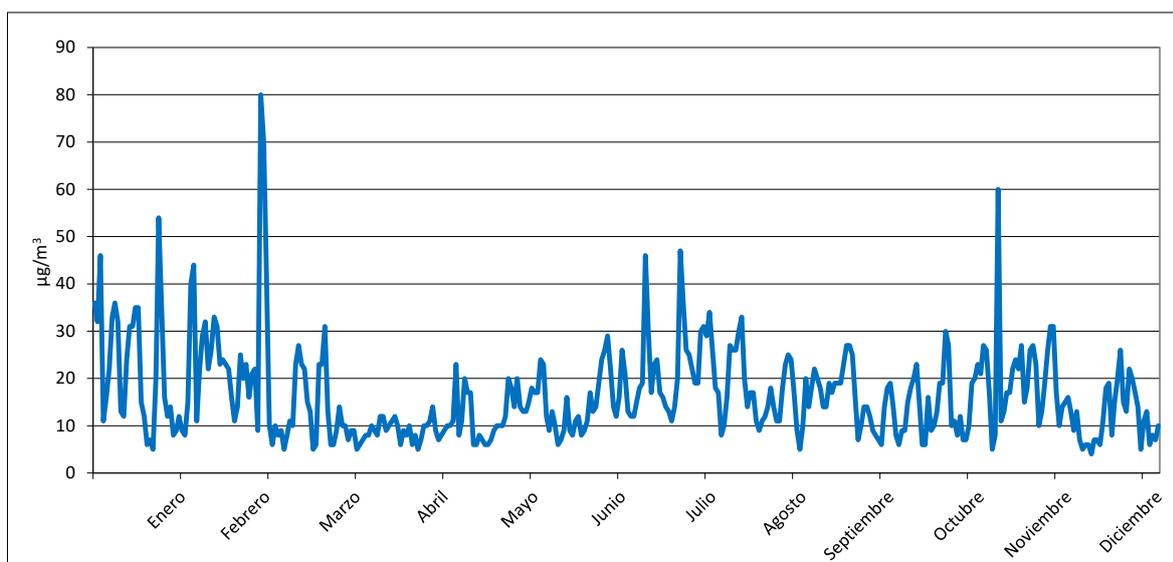
Aunque los valores máximos diarios han sido algo más elevados debido a los episodios puntuales de intrusión de polvo sahariano que se han producido en la ciudad de Madrid en el año 2020.

Enlace a intrusiones ocurridas en 2020: cutt.ly/DxkHidk

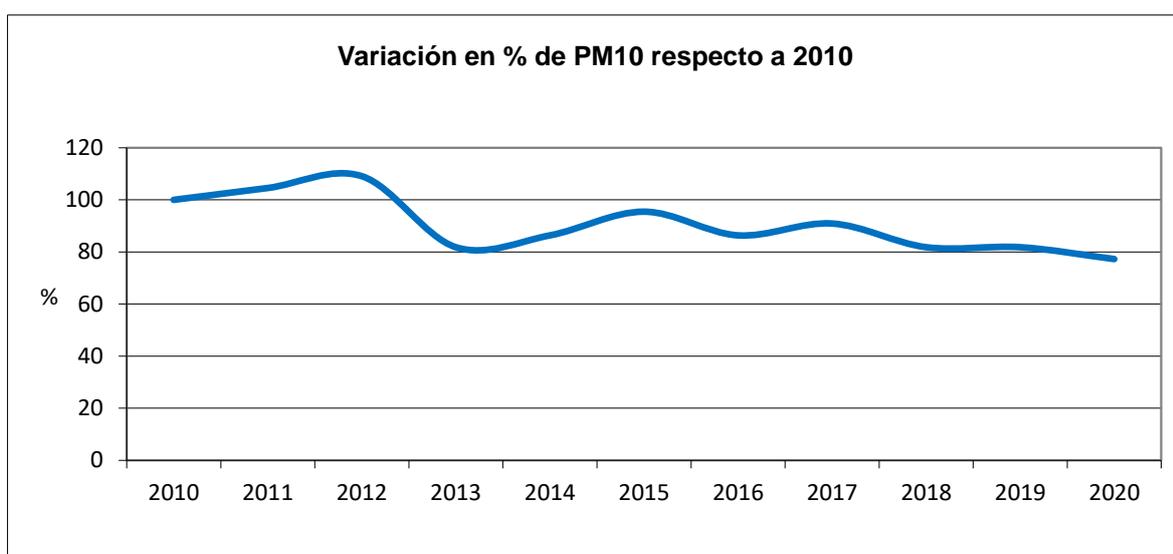
ESTACIÓN	2018		2019		2020	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
ESCUELAS AGUIRRE	21	79	21	68	19	80
FAROLILLO	18	91	15	54	17	76
CASA DE CAMPO	15	72	13	47	16	80
MORATALAZ	21	75	20	69	19	95
CUATRO CAMINOS	19	71	19	69	17	91
VALLECAS	18	79	17	60	17	104
MÉNDEZ ÁLVARO	16	58	17	56	15	70
CASTELLANA	16	71	18	67	17	85
PZA. CASTILLA	17	70	18	64	15	82
URB. EMBAJADA	21	85	22	87	22	101
PLAZA ELÍPTICA	23	71	20	70	15	62
SANCHINARRO	17	77	14	70	15	72
TRES OLIVOS	18	70	13	59	13	77

Indicadores de evolución

Evolución diaria de partículas PM10 en el año 2020



Evolución anual de PM10 desde el año 2010



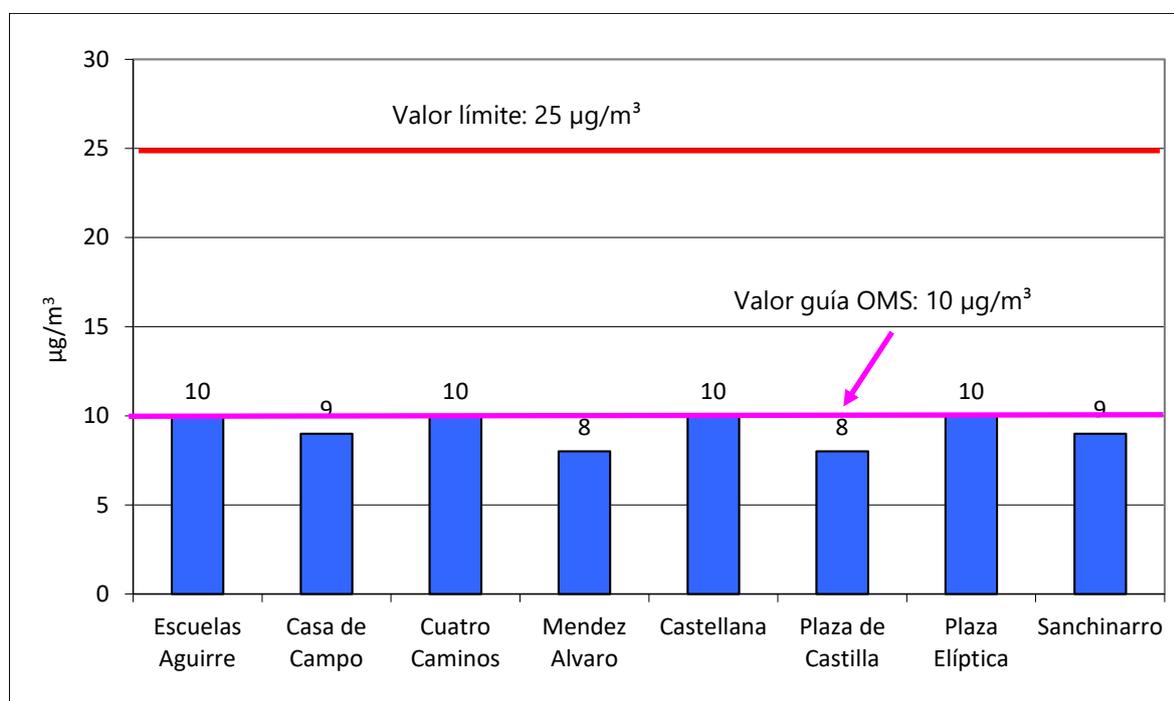
3.3 Partículas en suspensión PM2,5

VALOR LÍMITE ANUAL 2020:

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

El término PM2,5 se refiere a partículas con un diámetro aerodinámico de hasta 2,5 micras.

Valores medios anuales en el año 2020 por estación



Durante el año 2020 no se ha superado el valor límite que establece la legislación vigente.

En lo que respecta al valor guía marcado por la OMS de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no se superado en ninguna, cuatro lo han igualado, quedando por debajo de dicho valor guía las estaciones de Casa de Campo, Méndez Álvaro, Plaza de Castilla y Sanchinarro.

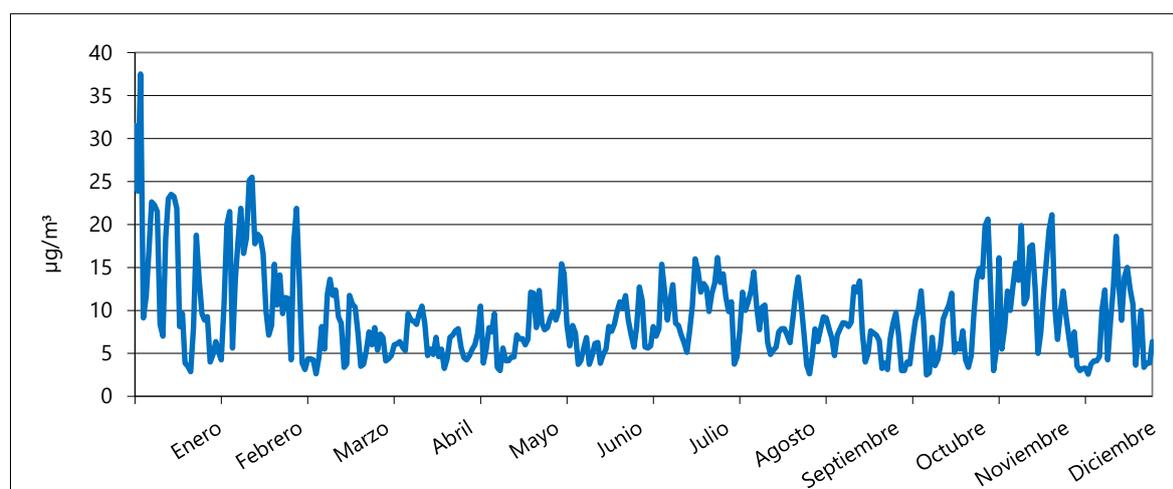
Se incluyen a continuación los valores medios y máximos diarios en los últimos tres años. Se observa una tendencia a mantenerse tanto en los valores medios anuales como en los máximos alcanzados.

ESTACIÓN	2018		2019		2020	
	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ESCUELAS AGUIRRE	11	40	10	38	10	38
CASA DE CAMPO	8	26	9	36	9	38
CUATRO CAMINOS	10	33	10	41	10	47
MÉNDEZ ÁLVARO	10	31	10	33	8	34
CASTELLANA	10	30	9	38	10	44
PLAZA DE CASTILLA	10	32	9	40	8	26
PLAZA ELÍPTICA	13	35	12	44	10	42
SANCHINARRO*					9	32

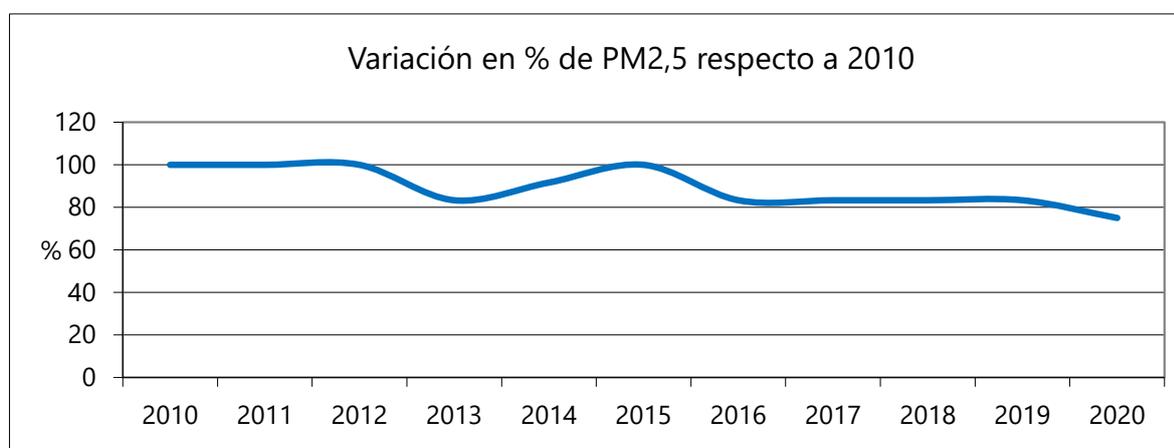
* Alta en enero 2020

Indicadores de evolución

Evolución diaria de partículas PM2,5 en el año 2020



Evolución anual de PM2,5 desde el año 2010



El IME (Indicador Medio de Exposición) se define como nivel medio determinado a partir de las mediciones efectuadas de partículas PM2,5 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, en función de su población, con 3 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 (Fuente Carrantona, 8).

El análisis de las muestras se realiza en el Instituto de Salud Carlos III (Laboratorio Nacional de Referencia).

Se muestran en la siguiente tabla los valores obtenidos durante los últimos tres años.

ESTACIÓN	2018	2019	2020
	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Farolillo	11	11	11
C.C. Alfredo Krauss	11	11	13
J.M. Moratalaz	10	10	11

El Indicador Medio de Exposición (IME) se emplea para evaluar el cumplimiento del objetivo nacional de reducción de la exposición a las partículas más finas.

PM2,5	IME 2011	IME 2017-2019	IME Objetivo 2018 - 2020 (reducción 15%)
MEDIA NACIONAL*	14,1	12,0	12,0

*Datos facilitados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Equipo de captación de PM2,5



Detalle del mismo equipo



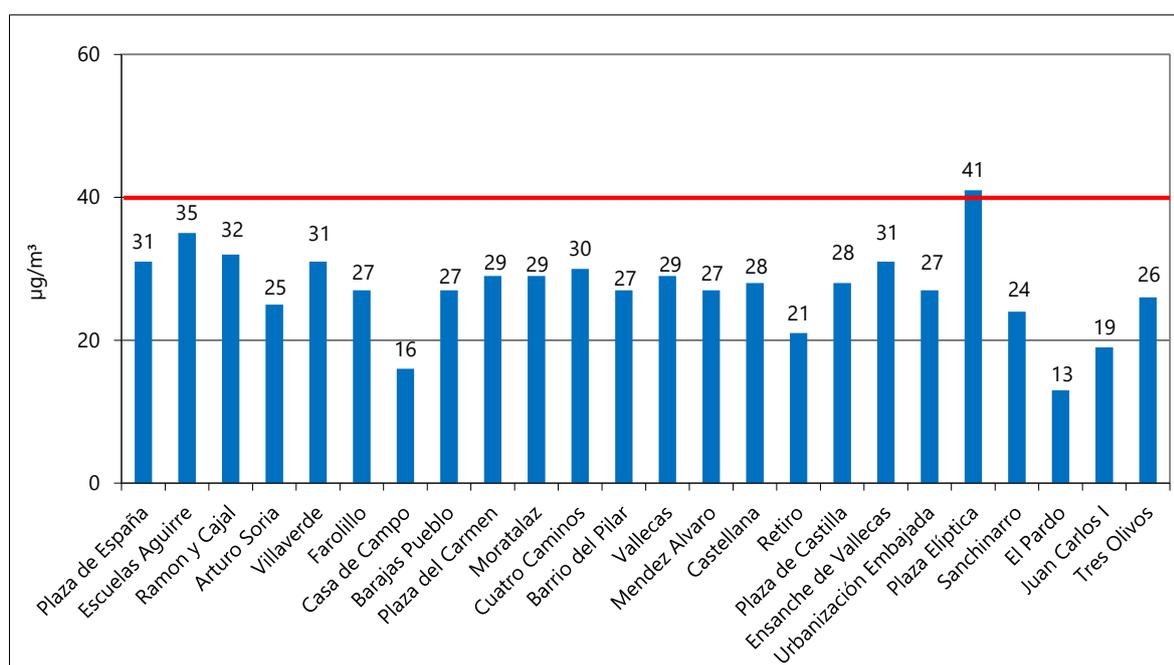
3.4 Dióxido de nitrógeno

<p>VALOR LÍMITE HORARIO para la protección de la salud humana 200 µg/m³ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones al año</p>	<p>VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana 40 µg/m³</p>	<p>UMBRAL DE ALERTA 400 µg/m³ 3 horas consecutivas en un área > 100 km²</p>
--	---	--

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un contaminante indicador de actividades de transporte, especialmente el tráfico rodado. Lo emiten directamente los vehículos, especialmente los diesel (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.

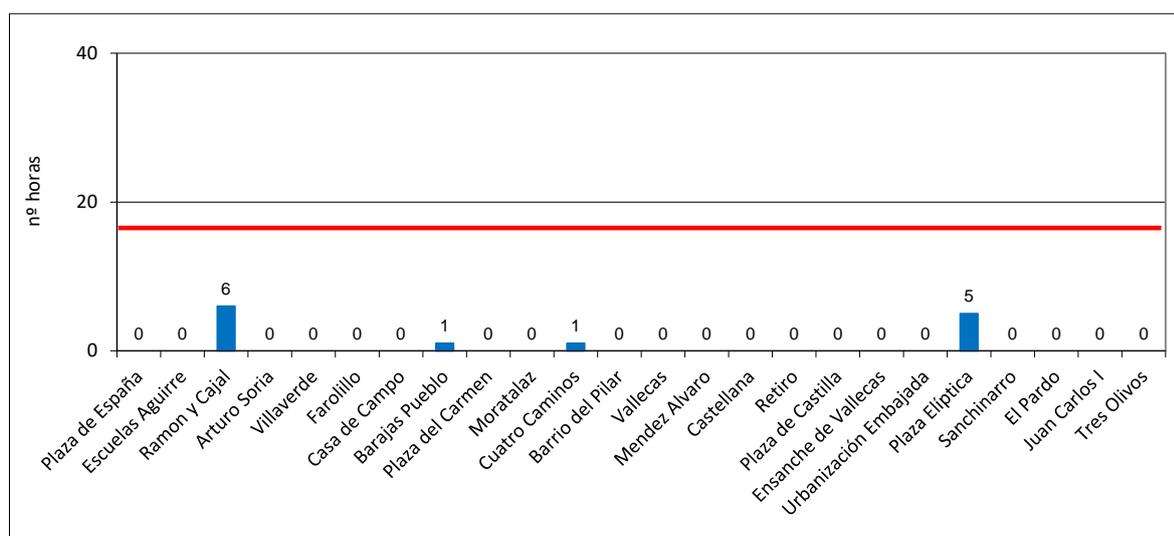
A continuación se muestran los valores medios de cada estación y su situación respecto al valor límite anual establecido de **40 µg/m³**.

Valores medios anuales de NO₂ en el año 2020 por estación



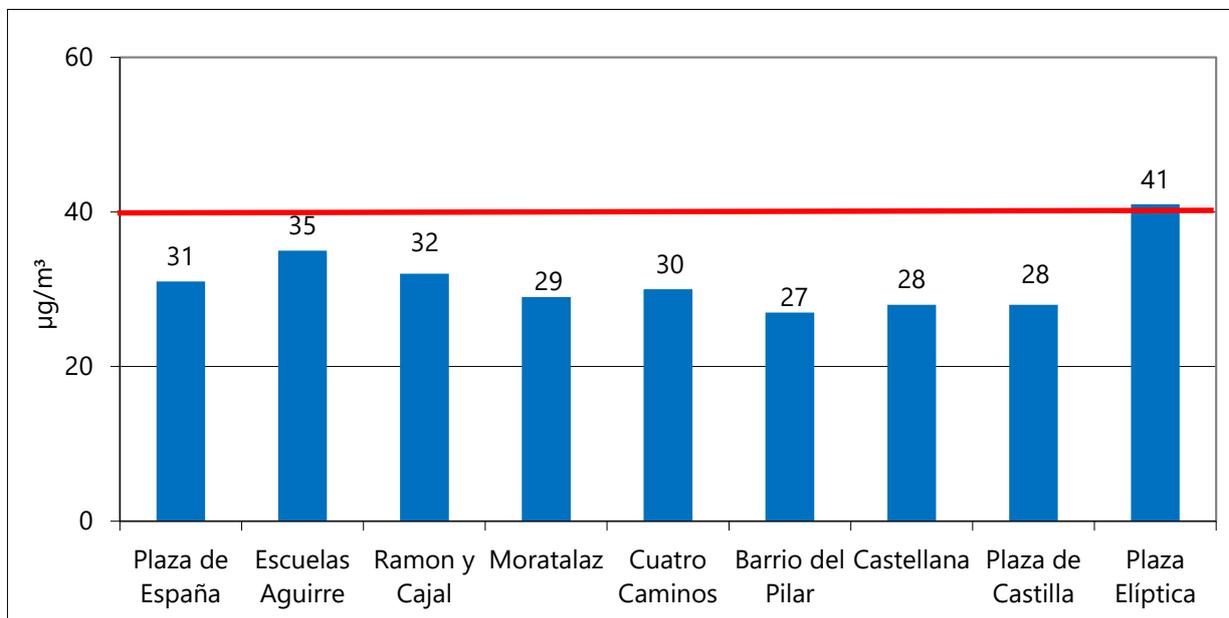
En la siguiente gráfica se muestra el número de superaciones del valor límite horario de 200 µg/m³ en cada una de las estaciones de la red que no se debe superar en más de 18 ocasiones al año por estación.

Superaciones del valor límite horario de NO₂

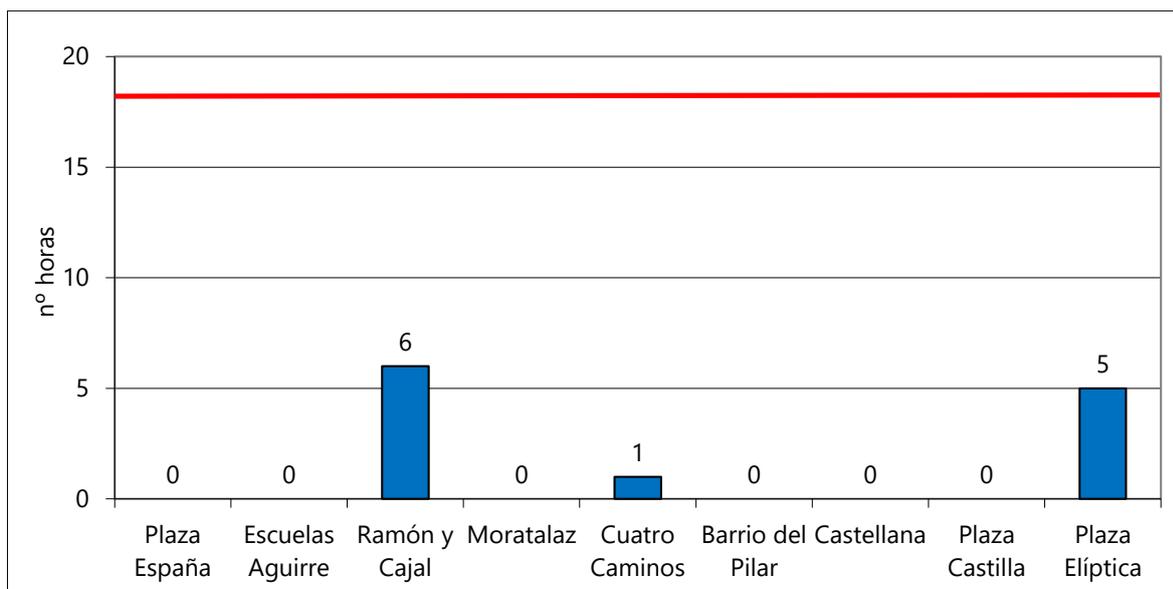


A continuación se presenta un análisis más completo sobre la distribución de las superaciones en función del tipo de estación (tráfico, fondo o suburbana) y en función de su distribución temporal a lo largo del día, de la semana y del mes.

Media anual de NO₂ de las estaciones de tráfico



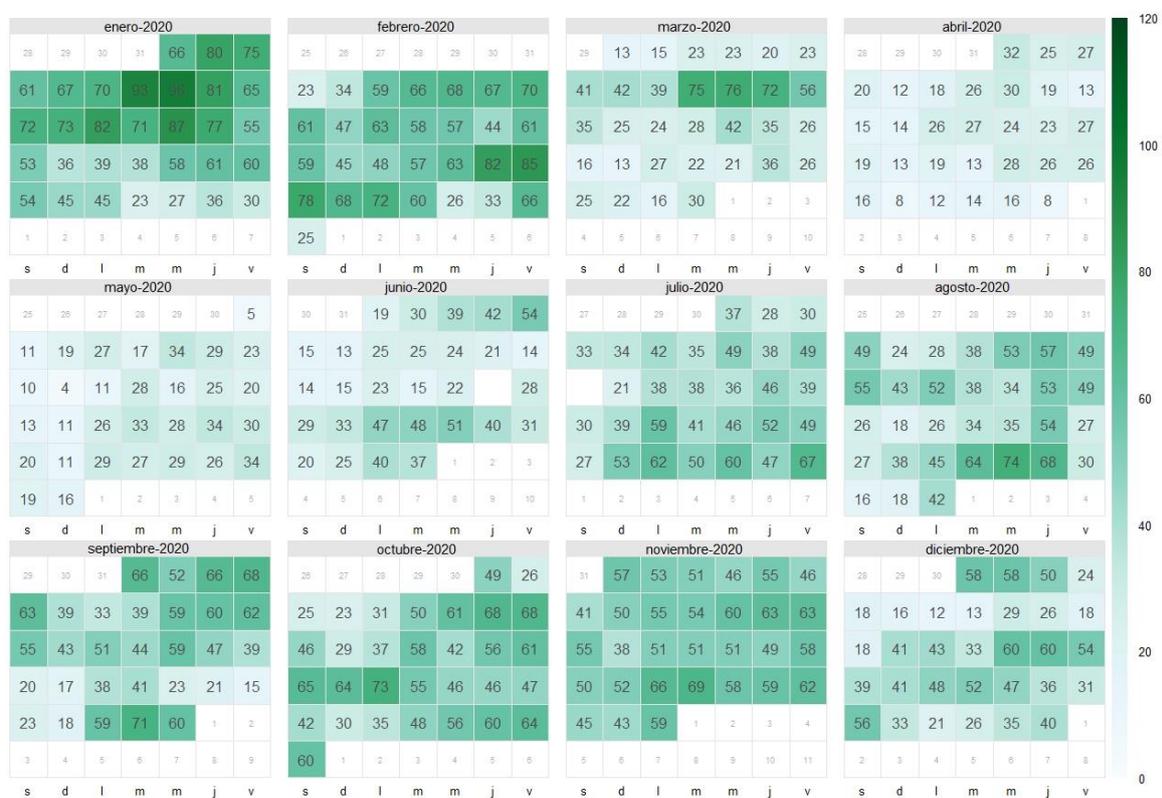
Número de superaciones del valor límite horario de NO₂ de las estaciones de tráfico



Se observa que solo una de las nueve estaciones de tráfico supera la media anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que es el valor marcado como valor límite anual. Ninguna excede el máximo de 18 horas de superación del valor límite horario establecido en $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Se muestra a continuación y a modo de ejemplo el calendario de los valores medios diarios de NO₂ en la estación de tráfico de Escuelas Aguirre. Se observa como los meses de enero y febrero registran los valores más altos del año. A partir de mediados de marzo, justo al inicio del estado de alarma, los niveles disminuyen de manera clara. A partir de julio experimentan una subida hasta el mes de noviembre que registra valores algo más altos pero sin llegar a los valores alcanzados en enero y febrero.

Medias diarias de NO₂ en la estación de Escuelas Aguirre

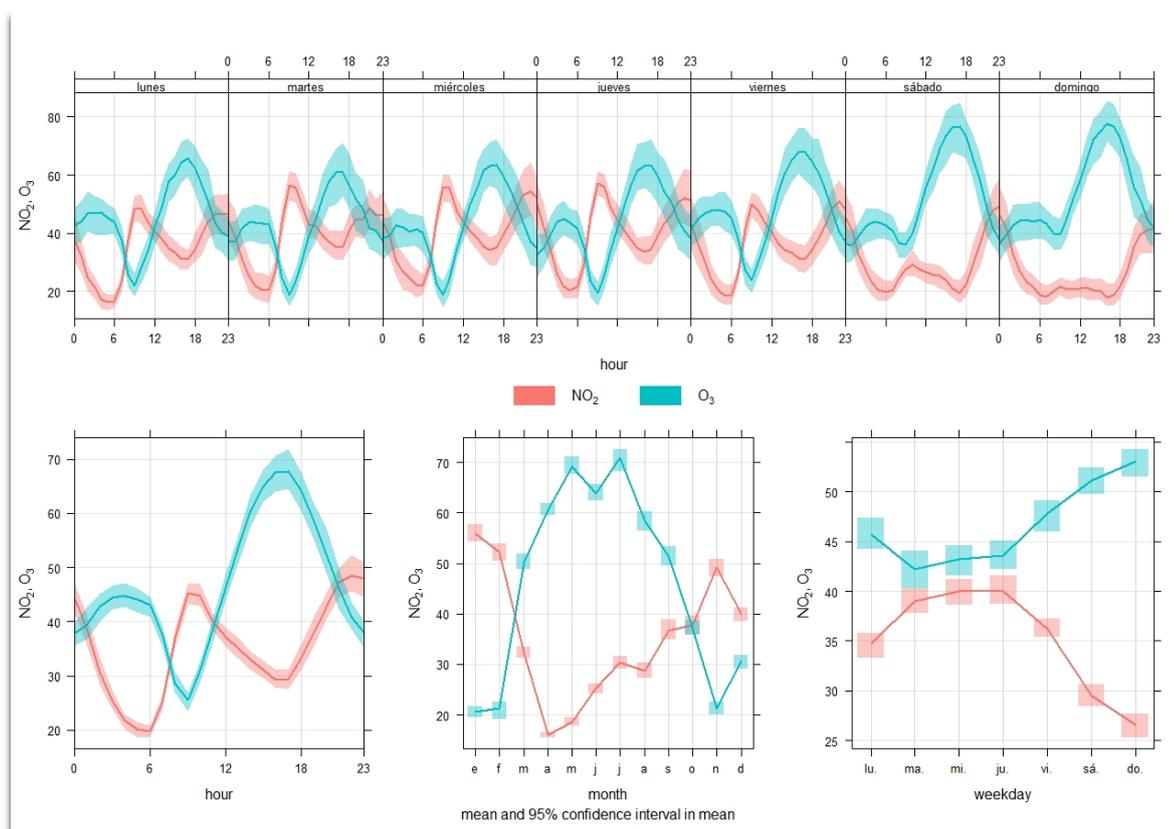


Valores en µg/m³

En el gráfico siguiente, se representan en la parte superior las concentraciones medias de NO₂ y ozono de la estación de Escuelas Aguirre en función de los días de la semana. Se observa como las concentraciones máximas de ozono se producen en las horas centrales del día y las de NO₂ se alcanzan a última hora del día.

A lo largo del fin de semana los valores de NO₂ disminuyen de manera importante. Por el contrario, los niveles de ozono aumentan debido al "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 las gráficas de la parte inferior se muestra la evolución de los valores por horas, meses del año y días de la semana.

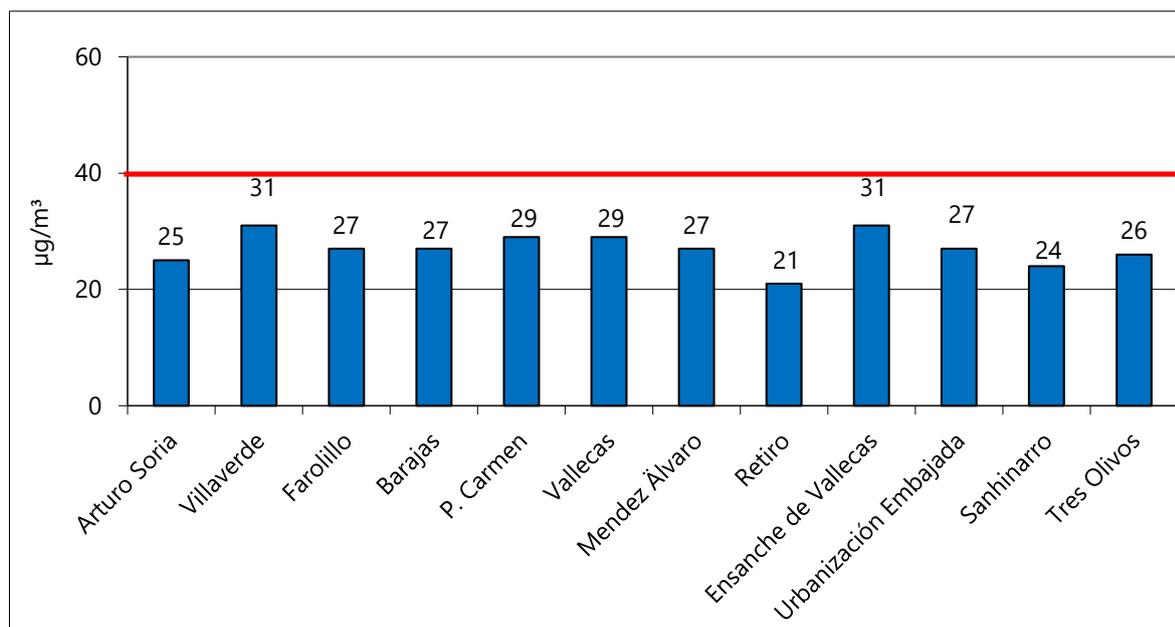


Valores en µg/m³

Se puede apreciar en el gráfico de evolución mensual la bajada significativa del NO₂ en los meses de marzo-abril, coincidiendo con el inicio del estado de alarma.

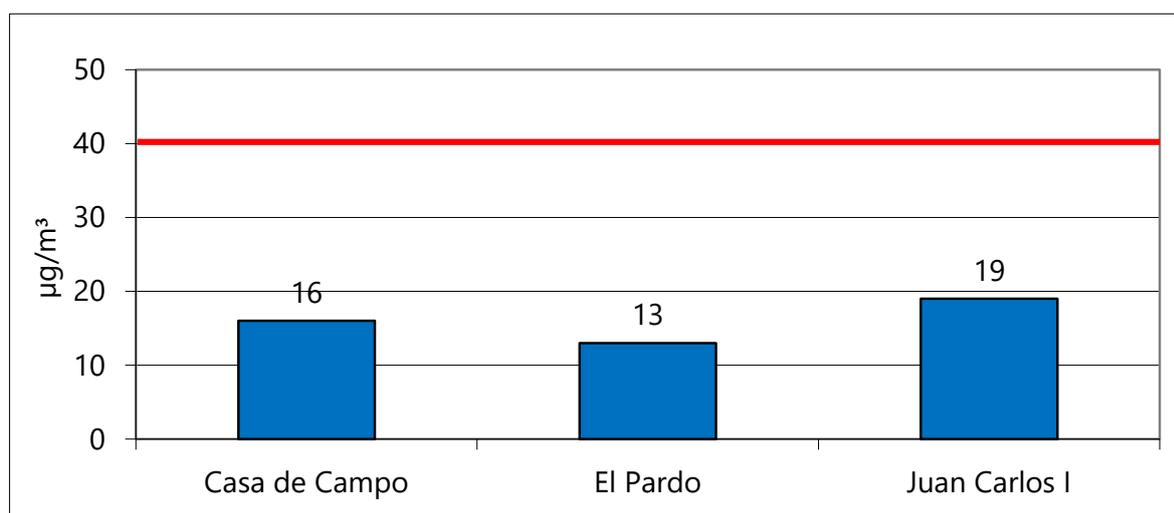
Respecto a las estaciones urbanas de fondo, ninguna estación ha superado el valor límite anual ni el valor límite horario a lo largo del año 2020. Se muestra a continuación la gráfica de los valores medios anuales.

Media anual de NO₂ de las estaciones de fondo



En cuanto a las estaciones suburbanas, las tres se han mantenido en niveles de concentración muy inferiores al valor límite anual.

Media anual de NO₂ las estaciones suburbanas

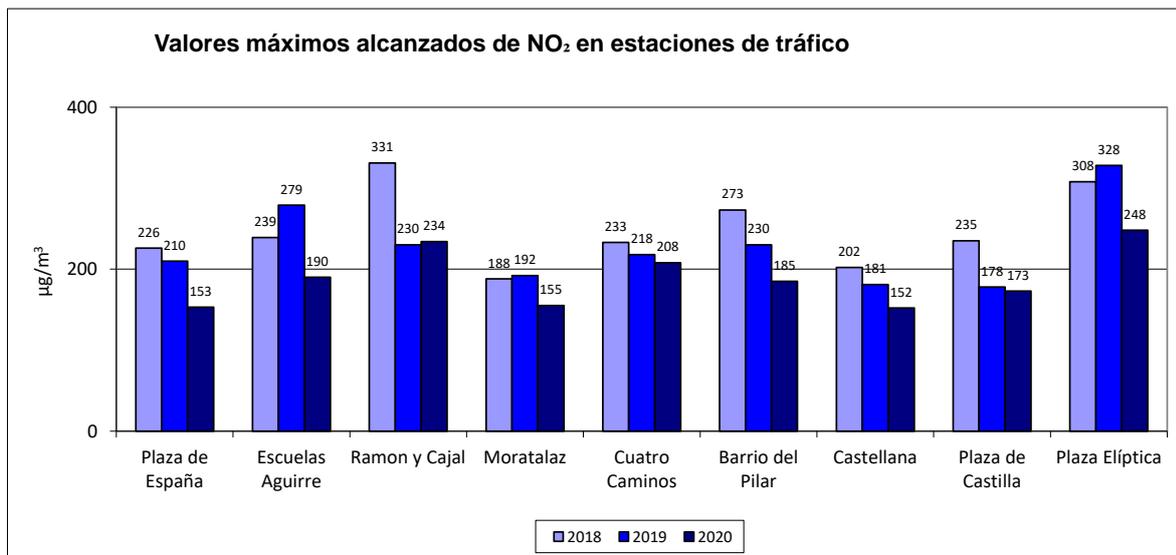


En la siguiente tabla se comparan los valores para los años 2018, 2019 y 2020 en las estaciones de la red de vigilancia, destacándose en amarillo las superaciones de los valores anuales y los casos en que se supera el límite horario permitido de 18 horas anuales.

ESTACIÓN	2018		2019		2020	
	Valor anual	Numero de valores horarios > 200 µg/m ³	Valor anual	Numero de valores horarios > 200 µg/m ³	Valor anual	Numero de valores horarios > 200 µg/m ³
	Límite: 40 µg/m ³	Límite: 18 horas	Límite: 40 µg/m ³	Límite: 18 horas	Límite: 40 µg/m ³	Límite: 18 horas
Pza. España	43	2	40	1	31	0
Escuelas Aguirre	55	5	51	7	35	0
Ramón y Cajal	43	24	39	15	32	6
Arturo Soria	37	1	34	4	25	0
Villaverde	37	0	39	0	31	0
Farolillo	34	0	33	0	27	0
Casa de Campo	20	0	20	0	16	0
Barajas Pueblo	36	1	36	0	27	1
Pza. del Carmen	45	0	36	0	29	0
Moratalaz	39	0	36	0	29	0
Cuatro Caminos	42	11	38	1	30	1
Barrio del Pilar	39	13	36	6	27	0
Vallecas	37	0	36	0	29	0
Méndez Álvaro	35	0	34	0	27	0
Castellana	39	1	34	0	28	0
Retiro	29	0	25	0	21	0
Pza.Castilla	40	2	37	0	28	0
Ensanche de Vallecas	37	4	37	8	31	0
Urb. Embajada	41	1	38	2	27	0
Plaza Elíptica	53	33	53	47	41	5
Sanchinarro	31	3	31	5	24	0
El Pardo	15	0	16	0	13	0
Juan Carlos I	25	1	26	0	19	0
Tres Olivos	28	0	25	0	26	0

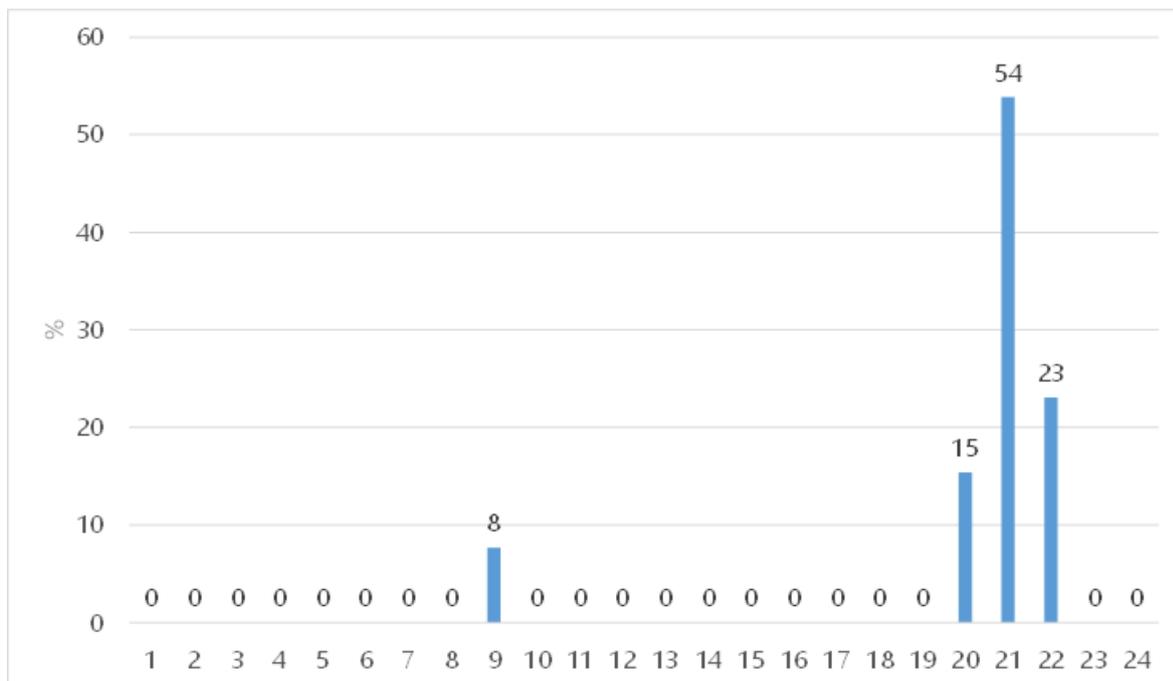
En 2020 se puede destacar el importante descenso de las concentraciones medias anuales y la reducción del número de superaciones del valor límite horario.

Se adjunta una gráfica con los valores máximos alcanzados en las estaciones de tráfico a lo largo de los últimos tres años, se puede observar el descenso de los máximos alcanzados.



A continuación se muestra el gráfico de la distribución temporal de las horas en las que se han superado el valor límite horario a lo largo del día. En él se observa cómo la mayor concentración de horas de superación se obtiene a partir de 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.

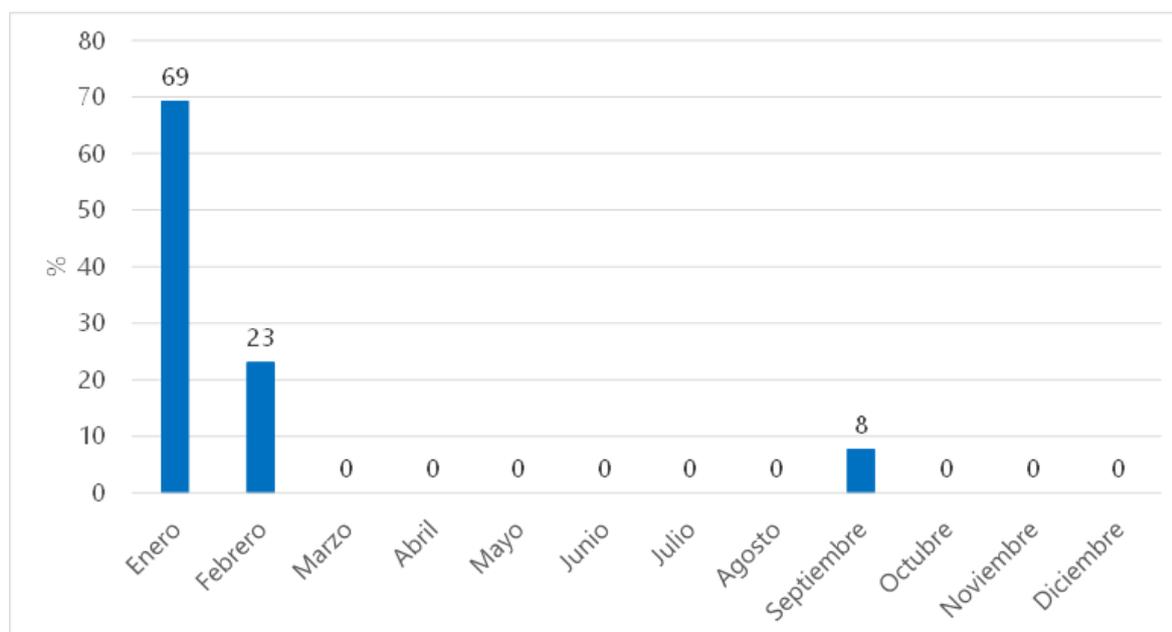
Distribución porcentual a lo largo del día de las superaciones del límite horario de NO₂



Se observa que la gran mayoría (97%) de las superaciones se concentran en horario de 20 a 22 horas.

Finalmente, a lo largo del año se puede observar cómo la mayor proporción de horas de superación del valor límite horario durante el año 2020 se produjo durante los meses de enero y febrero, con un 92% de las horas de superación. En septiembre se contabilizó el resto de las horas. A partir del mes de marzo se declaró el estado de alarma y la tónica del resto del año ha sido de valores a la baja.

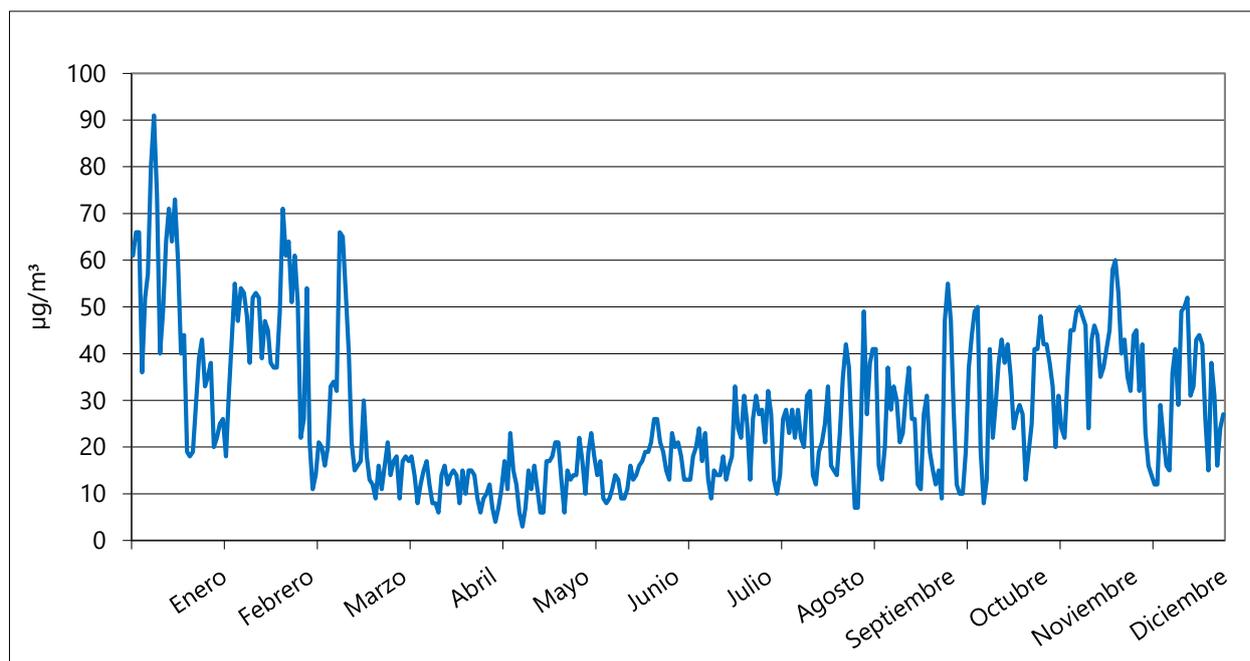
En este año se activó el protocolo de medidas a adoptar durante episodios de alta contaminación por dióxido de nitrógeno en el mes de enero. En el apartado dedicado a episodios de contaminación de la presente memoria se puede ver el detalle.

Distribución porcentual a lo largo del año de las superaciones del límite horario de NO₂

Indicadores de evolución

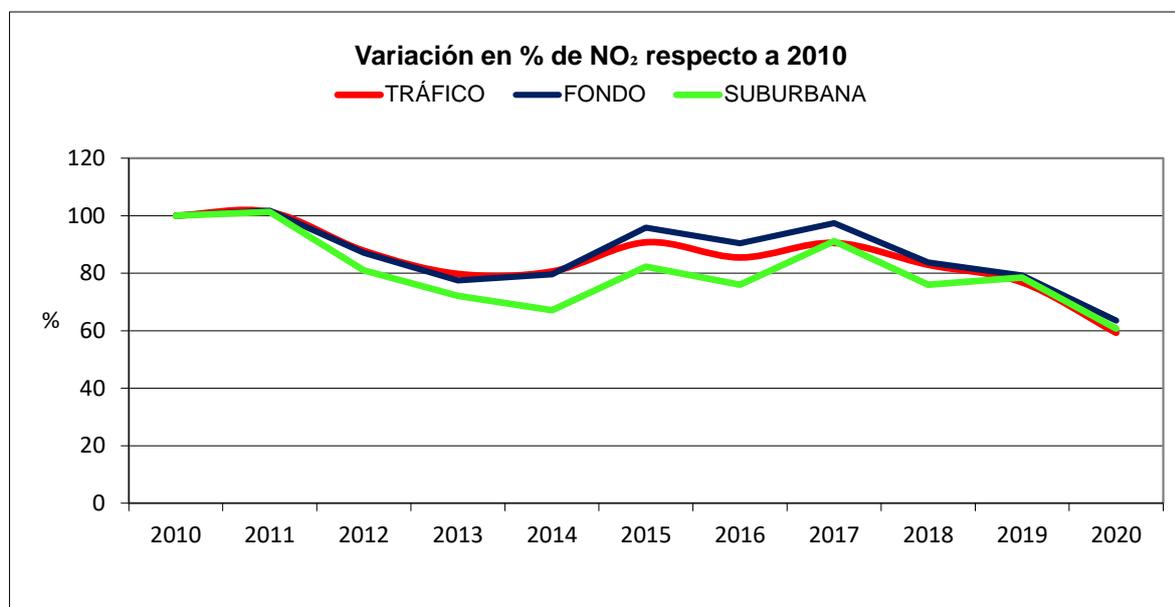
En las gráficas siguientes se representan la evolución del valor medio, a lo largo del año 2020, así como la evolución desde el año 2010 por tipo de estaciones.

Evolución diaria del NO₂ en el año 2020



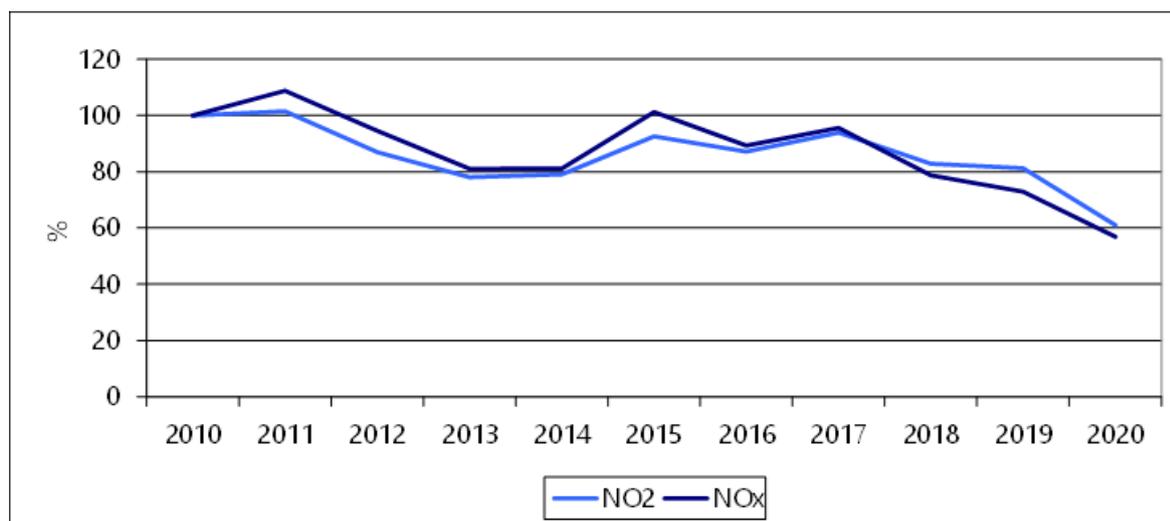
Los valores más elevados se han registrado durante los meses de enero y febrero. Las condiciones meteorológicas en la ciudad de Madrid en esos meses no favorecieron la dispersión de contaminantes.

Evolución anual del NO₂ desde el 2010 por tipo de estación



En el gráfico siguiente se puede observar la tendencia a la baja en los niveles de NO₂ y NO_x (en porcentaje) desde el año 2010.

Evolución NO₂ y NO_x desde el año 2010



3.5 Monóxido de carbono

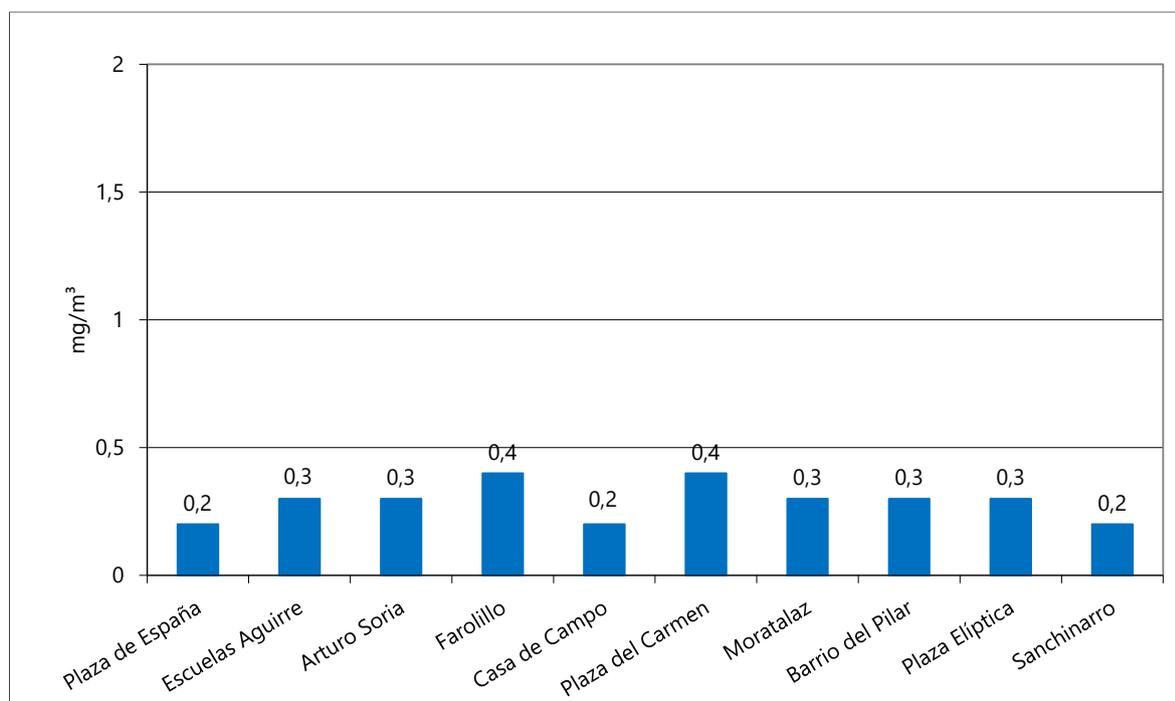
VALOR LÍMITE OCTO HORARIO**para la protección de la salud humana:****10 mg/m³**

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.

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

Valores medios anuales en el año 2020 por estación



En la siguiente tabla se presentan los valores para los años 2018, 2019 y 2020 en las estaciones de la red de vigilancia:

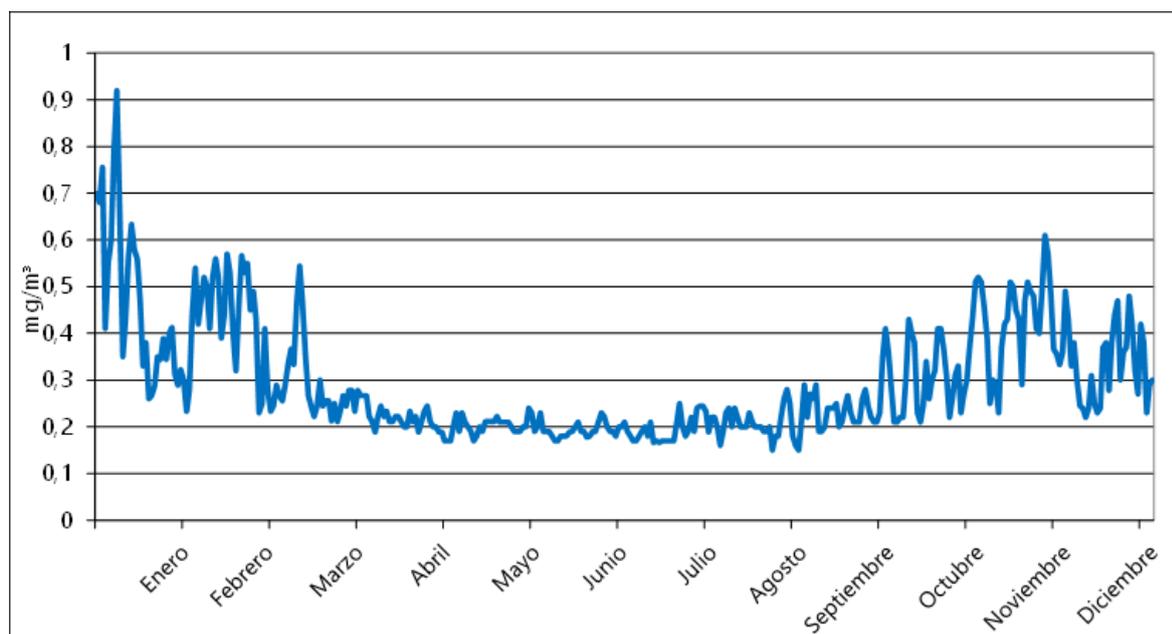
ESTACION	2018		2019		2020	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Plaza de España	0,4	2,7	0,4	2,7	0,2	2,4
Escuelas Aguirre	0,4	3,3	0,3	2,9	0,3	2,6
Arturo Soria	0,3	7,5	0,3	3,4	0,3	2,7
Farolillo	0,4	5,9	0,5	2,5	0,4	3,1
Casa de Campo	0,2	10,6	0,2	1,1	0,2	0,9
Plaza del Carmen	0,5	6,9	0,4	4,1	0,4	2,2
Moratalaz	0,3	2,2	0,3	2,3	0,3	1,5
Barrio del Pilar	0,3	3,6	0,3	3	0,3	3
Plaza Elíptica	0,4	2,8	0,3	2,8	0,3	2,9
Sanchinarro	0,3	2,2	0,3	2,5	0,2	2,1

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

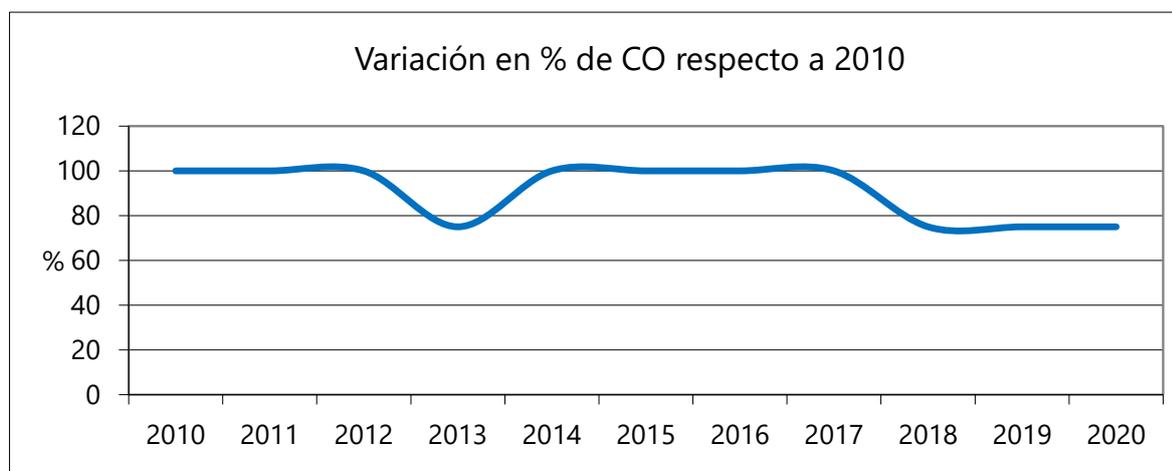
de los motores de los vehículos, manteniéndose en unos niveles muy por debajo de los valores límite establecidos en la normativa.

En la siguiente gráfica se puede comprobar como los valores más bajos de CO se registran en verano, cuando disminuye la intensidad del tráfico.

Indicadores de evolución Evolución diaria del CO en el año 2020



Evolución anual del CO desde el año 2010



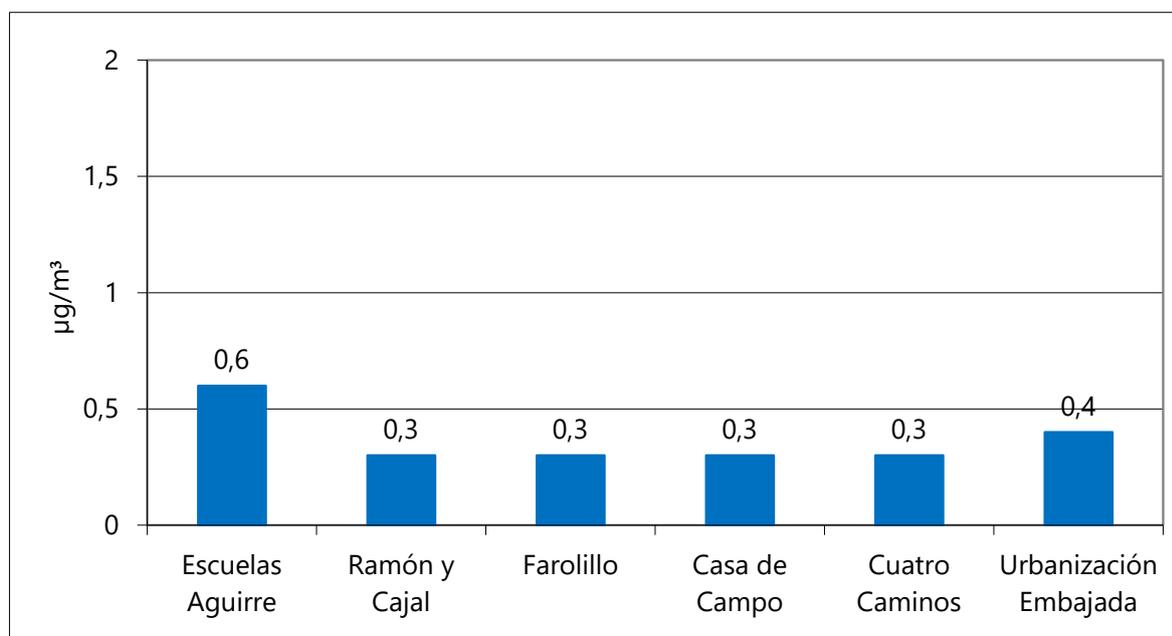
3.6 Benceno

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. 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.

En la siguiente gráfica se muestran los valores medios anuales de las distintas estaciones de la red. Se puede comprobar que los valores están muy por debajo de límite anual para la protección de la salud humana.

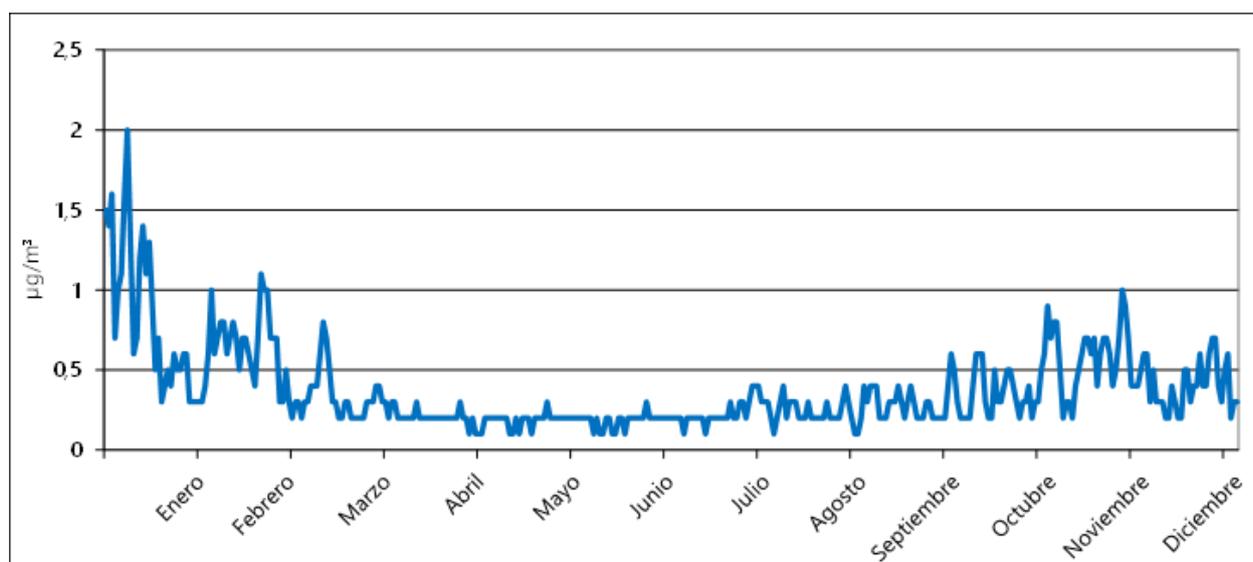
Valores medios anuales en el año 2020 por estación

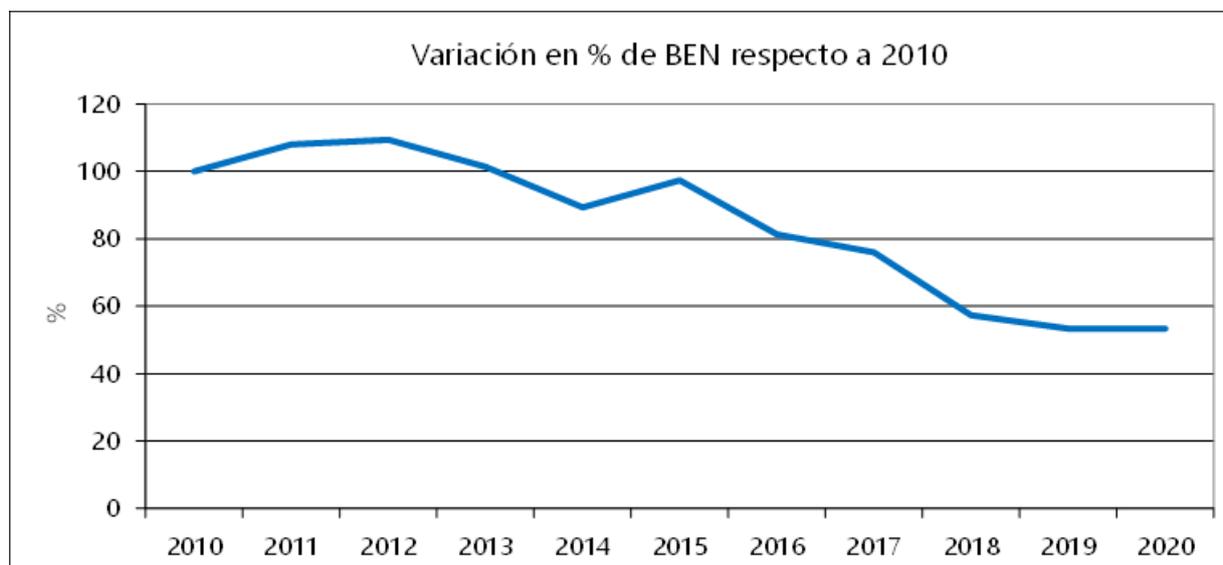


Se muestra a continuación los valores medios anuales y máximos horarios de los últimos tres años:

ESTACION	2018		2019		2020	
	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	0,7	9	0,7	9,6	0,6	5,4
Ramón y Cajal	0,4	12,5	0,4	8,1	0,3	11,8
Farolillo	0,3	6,3	0,4	9,8	0,3	6
Casa de Campo	0,3	3,3	0,3	9,6	0,3	6,4
Cuatro Caminos	0,5	8,7	0,5	10	0,3	4,8
Urb. Embajada	0,4	8	0,4	10,4	0,4	9,9

Indicadores de evolución Evolución diaria del benceno del año 2020



Evolución anual del BENCENO desde el año 2010

3.7 Ozono

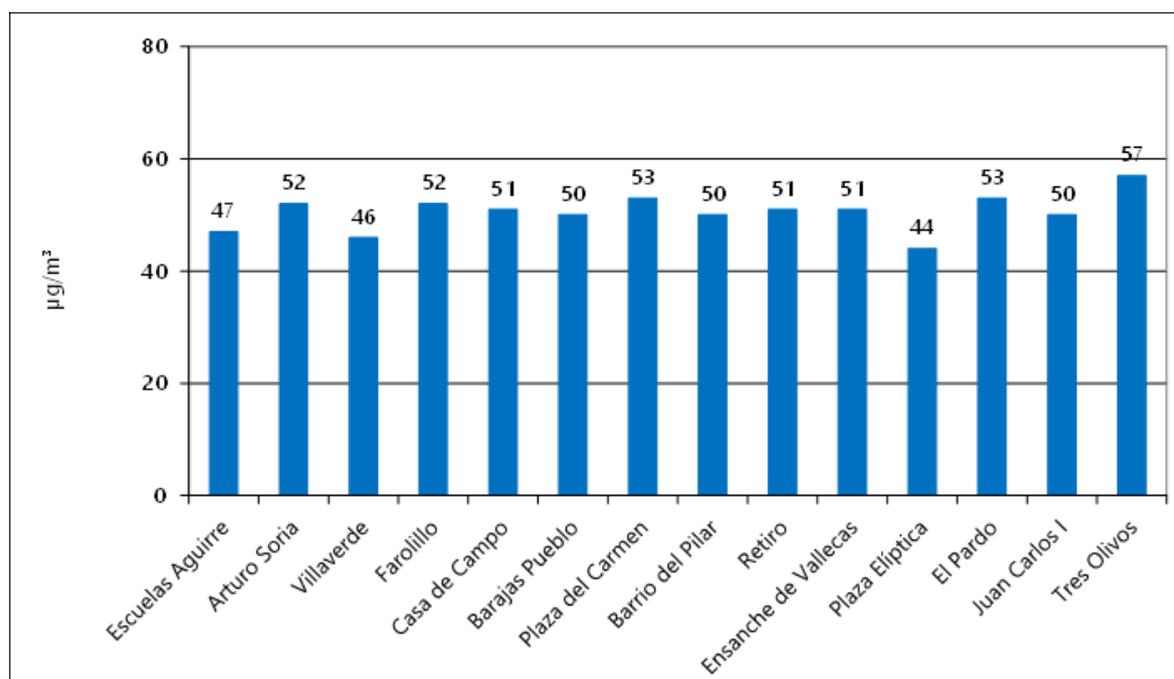
<p style="text-align: center;">UMBRAL DE INFORMACIÓN 180 µg/m³ (Como valor medio de 1 hora)</p>	<p style="text-align: center;">UMBRAL DE ALERTA 240 µg/m³ (Como valor medio de 1 hora)</p>	<p style="text-align: center;">VALOR OBJETIVO AÑO 2018 - 2020 para la protección de la salud humana: 120 µg/m³ (media 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 formado a partir de una serie de contaminantes primarios o precursores, tales como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Para que se forme el ozono deben presentarse condiciones de alta insolación y temperatura, por lo que los niveles más altos se dan en los meses de verano.

El ozono –una vez producido-, reacciona de nuevo con otros compuestos primarios –caso de existir en la atmósfera- y es consumido a gran velocidad. Sin embargo, el tiempo que estas reacciones requieren para la formación de cantidades apreciables de ozono retrasa la aparición de los niveles máximos hasta las horas de la tarde y sobre todo en las zonas periféricas de la ciudad.

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

Valores medios anuales por estación del año 2020



La legislación establece el valor objetivo para la protección de la salud humana como el máximo de las medias octohorarias en 120 µg/m³ que no deberá superarse en más de 25 ocasiones en un promedio de 3 años. Este valor entró en vigor el año 2012 y para su cálculo se deben tomar los valores medios de los últimos tres años. Se muestran a continuación, las superaciones del valor objetivo del periodo 2018-2020 de las estaciones de la red:

Estación	Días de superación del valor objetivo (promedio años 2018-2020)
Escuelas Aguirre	11
Arturo Soria	15
Villaverde	16
Farolillo	32
Casa de Campo	40
Barajas Pueblo	33
Plaza del Carmen	11
Barrio del Pilar	23
Retiro	12
Ensanche de Vallecas	20
Plaza Elíptica	2
El Pardo	48
Juan Carlos I	35
Tres Olivos	50

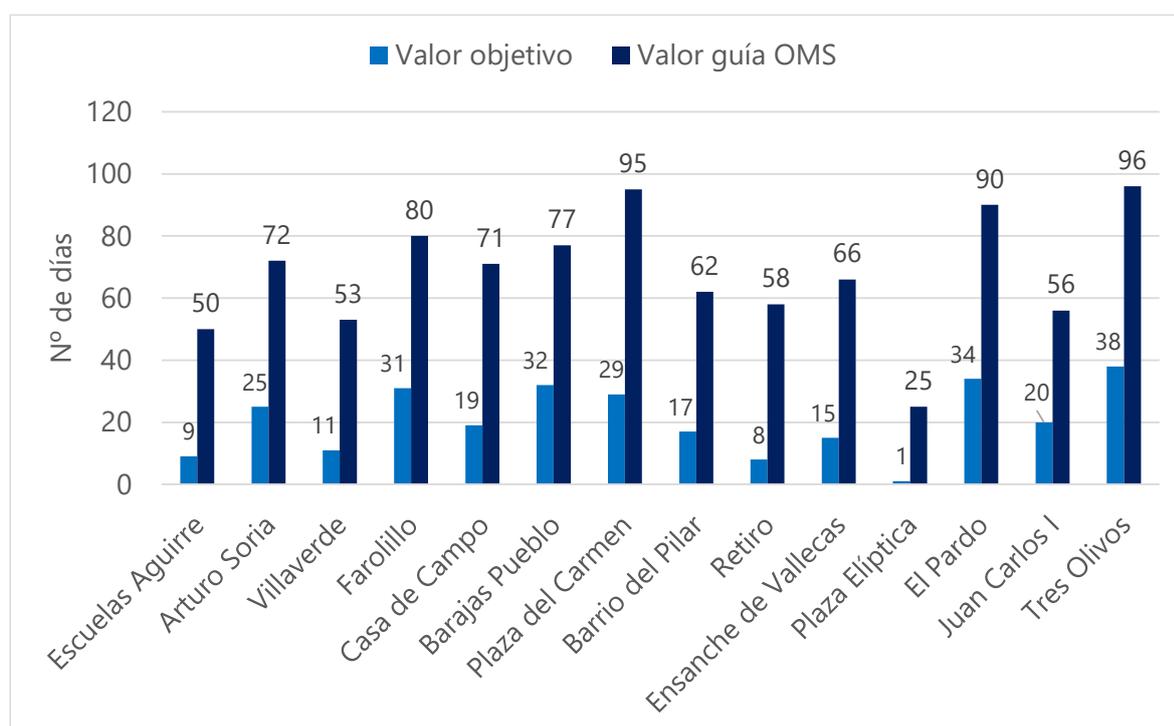
En el siguiente mapa se representan las estaciones según los días de superaciones de valores octohorarios de ozono de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Nº de días

- 0 a 13
- 14 a 28
- 29 a 42
- 43 a 57

Se muestra a continuación un diagrama con el número de días durante el año 2020 con valor octohorario mayor de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ por estación y los octohorarios mayores de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor guía de la Organización Mundial de la Salud.

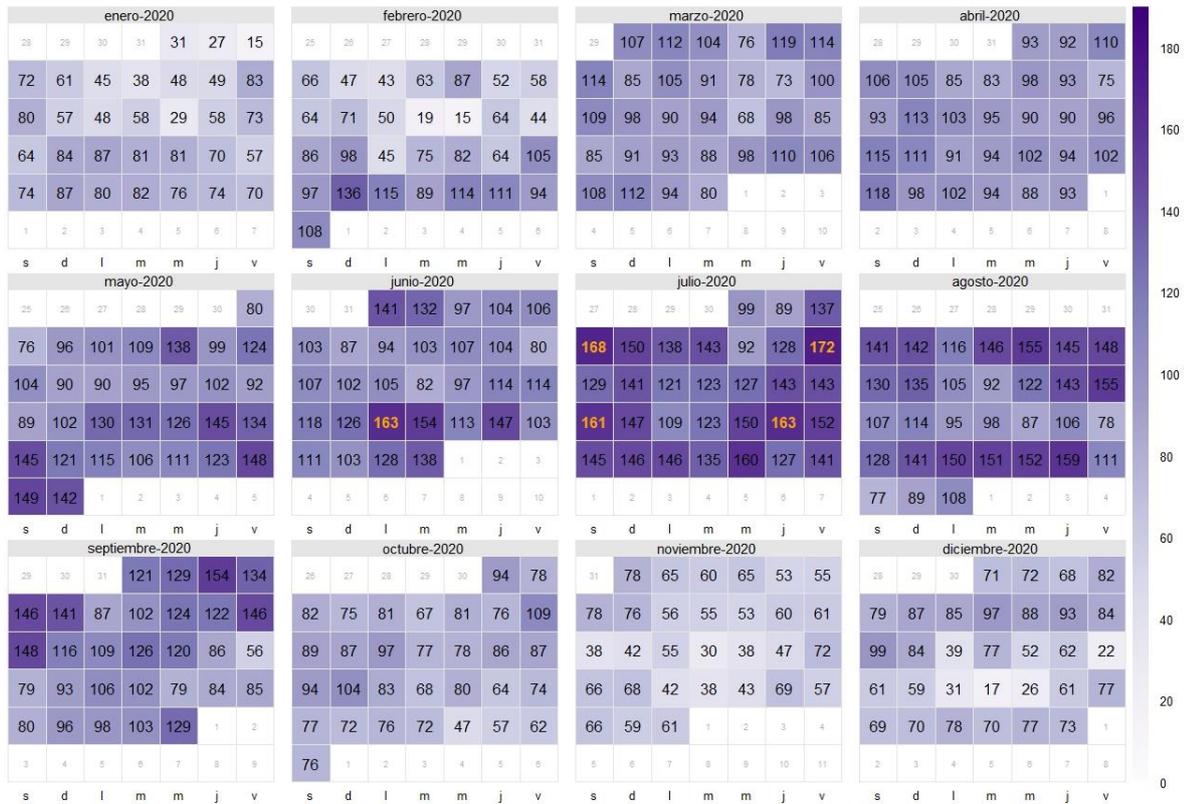


En la siguiente tabla se presentan los valores medios y máximos para los años 2018, 2019 y 2020 en las estaciones de la red de vigilancia.

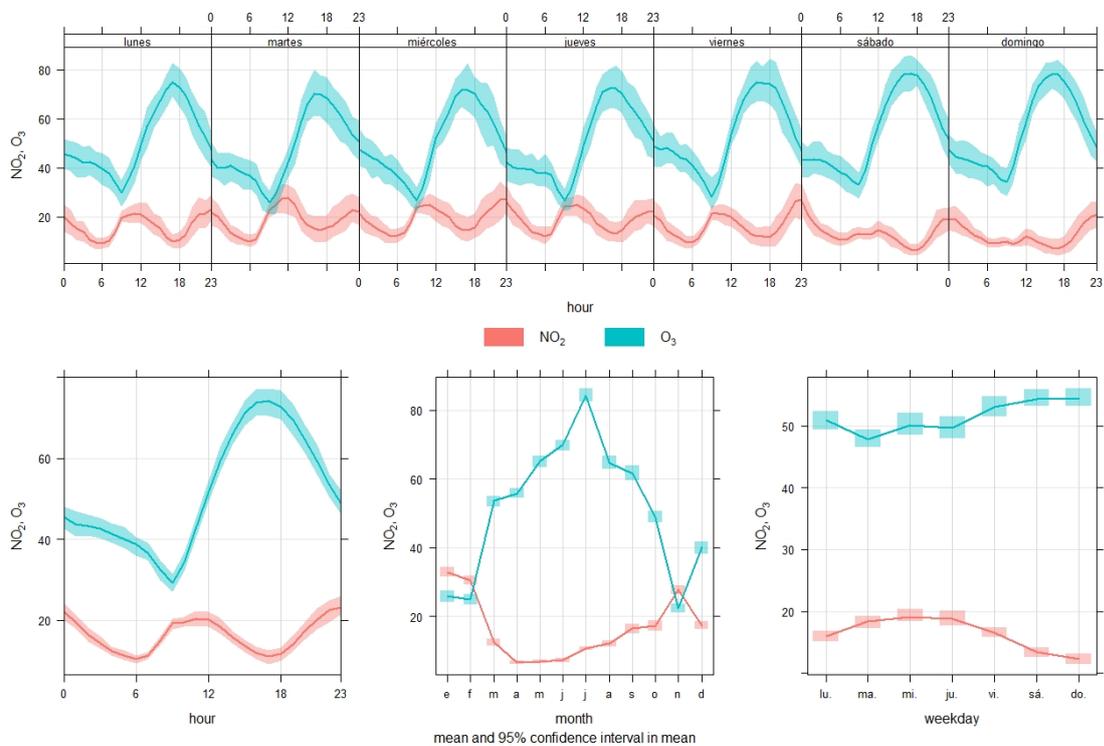
ESTACIÓN	2018		2019		2020	
	Media	Máximo	Media	Máximo	Media	Máximo
	µg/m ³					
ESCUELAS AGUIRRE	47	167	46	156	47	153
ARTURO SORIA	49	162	35	113	52	163
VILLAVERDE	48	176	50	157	46	149
FAROLILLO	51	170	56	174	52	171
CASA DE CAMPO	60	180	59	169	51	172
BARAJAS PUEBLO	50	175	52	193	50	163
PLAZA DEL CARMEN	40	151	45	135	53	158
BARRIO DEL PILAR	53	173	54	175	50	170
RETIRO	51	159	54	169	51	151
ENSANCHE DE VALLECAS	51	156	52	172	51	168
PLAZA ELÍPTICA	43	154	47	143	44	137
EL PARDO	57	195	59	174	53	164
JUAN CARLOS I	55	186	56	191	50	157
TRES OLIVOS	61	182	63	187	57	165

Se adjunta a continuación un calendario generado con el programa "R" (open-air), donde se indican los valores máximos alcanzados por las estaciones de la red a lo largo de todo el año 2020. Se puede apreciar que los meses de verano es cuando se registran los valores más altos para este contaminante.

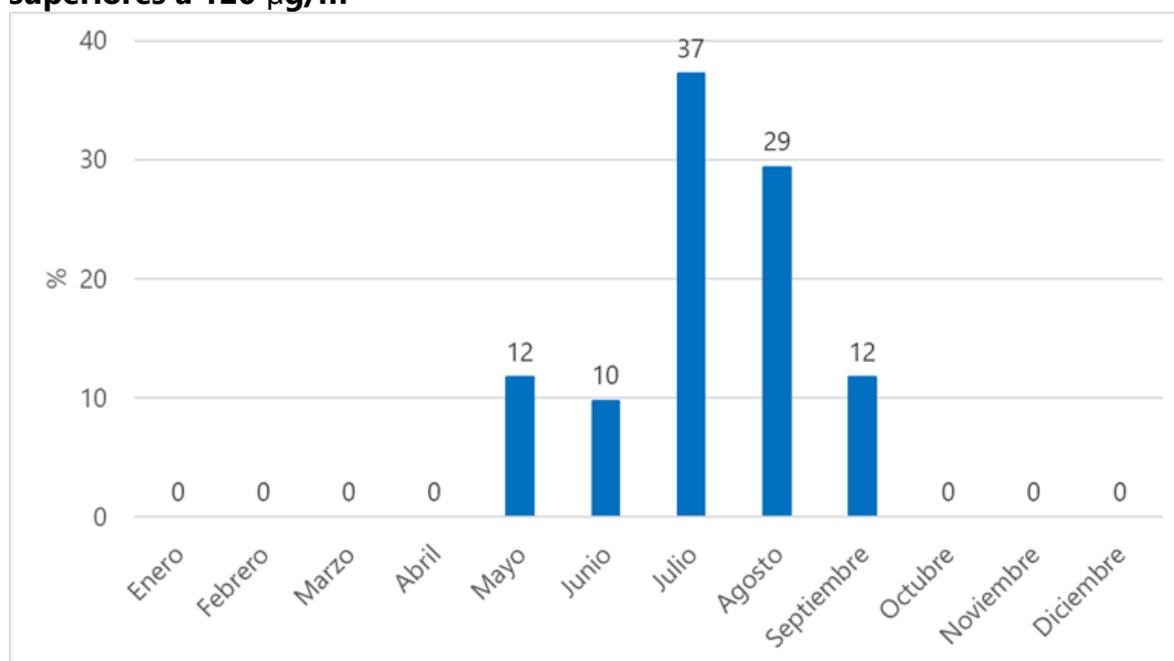
Nunca se ha producido una superación del umbral de alerta a la población en la ciudad de Madrid.



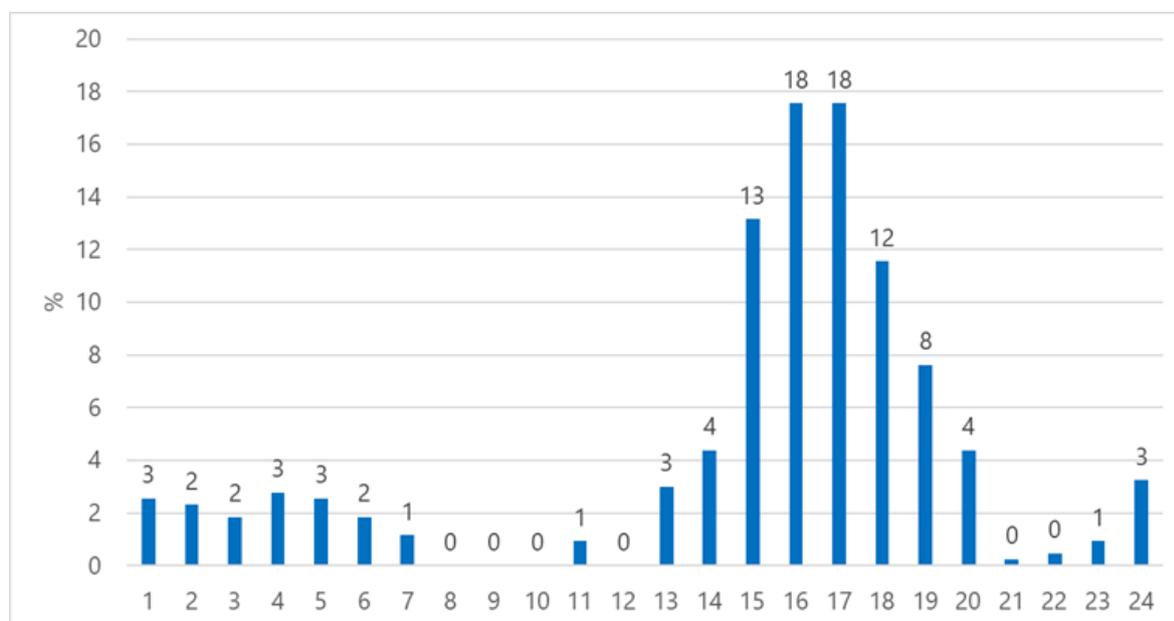
Valores en µg/m³



Valores en µg/m³

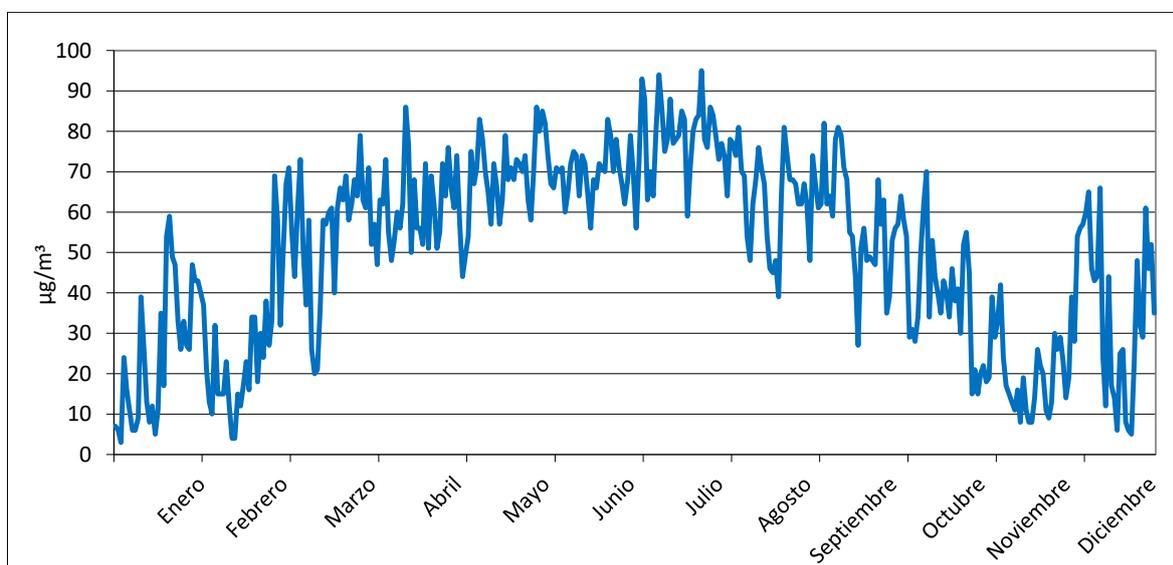
Distribución porcentual a lo largo del año de las medias octohorarias superiores a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Se puede observar como 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. Este año el mes con más superaciones ha sido julio.

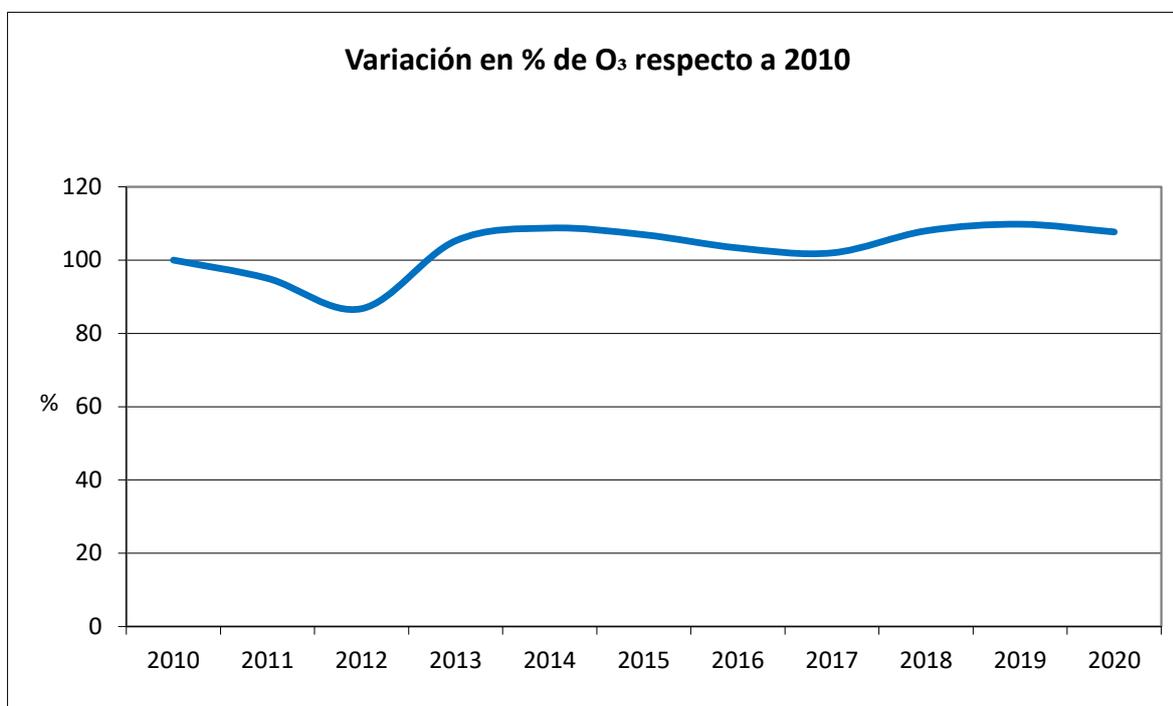
Distribución porcentual a lo largo del día de los valores máximos horarios

Las medias horarias más altas se registran a primera hora de la tarde. Se puede observar que prácticamente el 70% de los valores máximos obtenidos se producen en la franja horaria que va desde las 15:00 hasta las 19:00 horas.

Indicadores de evolución
Evolución diaria del ozono del año 2020



Evolución anual del OZONO desde el año 2010



Se incluye a continuación las superaciones registradas de ozono y el valor máximo horario alcanzado de los años 2010 a 2020:

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nº estaciones que superan 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ más de 25 días	3	5	0	8	7	12	7	6	6	6	5
Nº días con superación UI	2	1	0	4	3	8	9	2	3	2	0
Nº estaciones con superación UI	2	3	0	13	9	14	7	3	3	3	0
Valor máximo alcanzado en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	193	194	162	226	220	225	196	193	195	193	172

UI: Umbral de información a la población

3.8 Metales pesados

VALOR LÍMITE ANUAL PLOMO (Pb) para la protección de la salud humana 0,5 µg/m³(1)	VALOR OBJETIVO ANUAL NÍQUEL (Ni) para la protección de la salud humana 20 ng/m³ (1)
VALOR OBJETIVO ANUAL ARSÉNICO (As) para la protección de la salud humana 6 ng/m³ (1)	VALOR OBJETIVO ANUAL CADMIO (Cd) para la protección de la salud humana 5 ng/m³ (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 2020 en dicho laboratorio.

ESCUELAS AGUIRRE

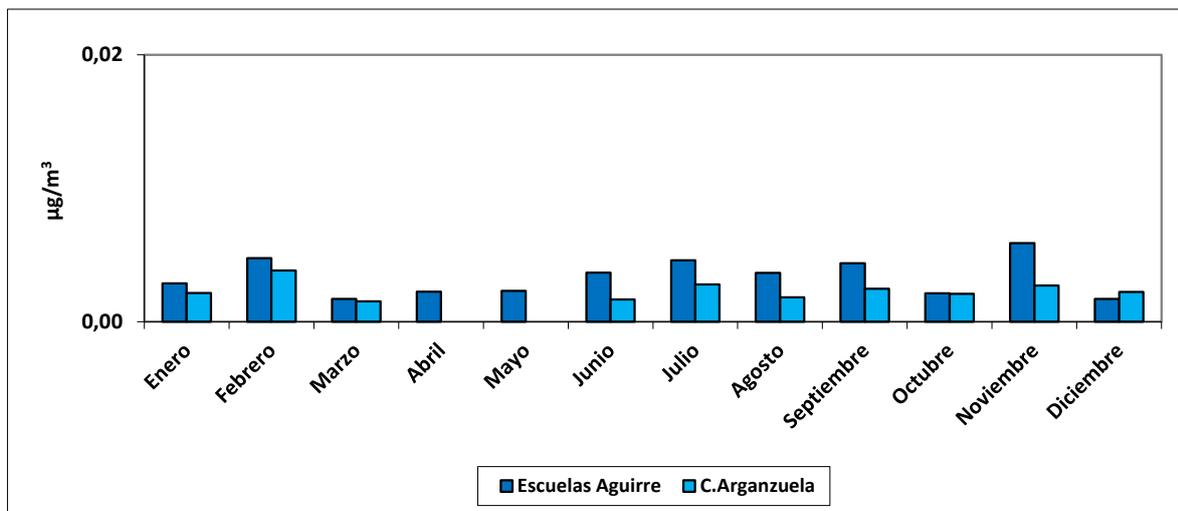
Metal	2018	2019	2020
Plomo (µg/m ³)	0,005	0,004	0,003
Níquel (ng/m ³)	3,1	1,9	1,8
Arsénico (ng/m ³)	0,6	0,4	0,4
Cadmio (ng/m ³)	0,1	0,1	0,1

CENTRO INTEGRADO ARGANZUELA

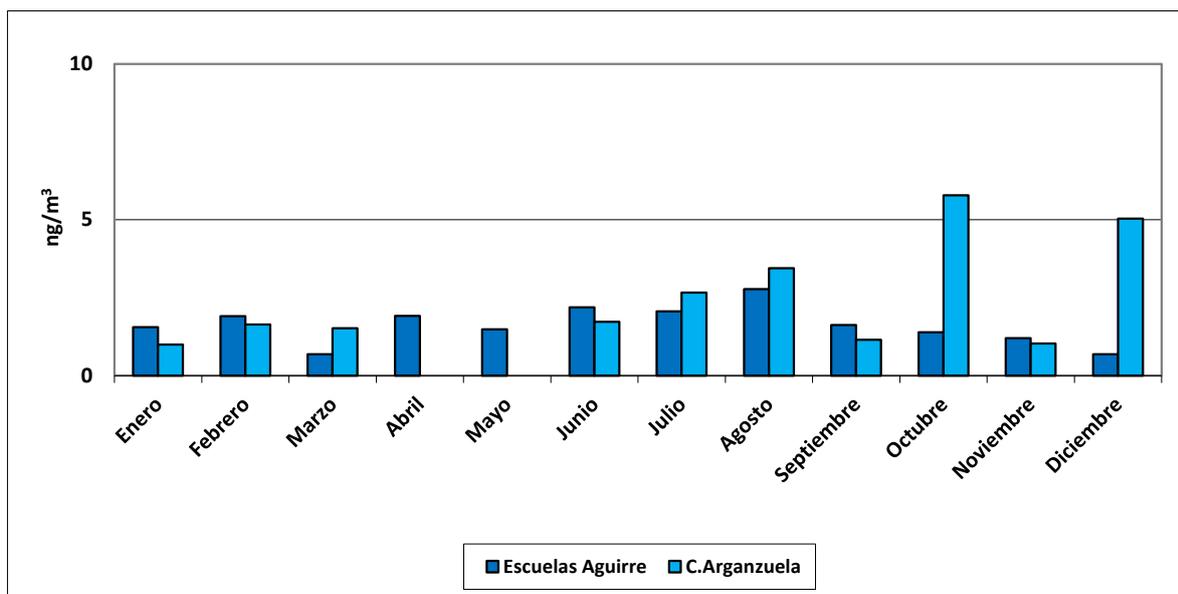
Metal	2018	2019	2020
Plomo (µg/m ³)	0,004	0,002	0,001
Níquel (ng/m ³)	3,5	1,2	2,6
Arsénico (ng/m ³)	0,9	0,6	0,5
Cadmio (ng/m ³)	0,2	0,1	0,1

Todos los valores medios anuales son inferiores a los valores límite u objetivo fijados por la normativa para estos metales. Durante los meses de abril y mayo no hay datos de la estación de C.I. Arganzuela por cierre de las instalaciones debido a la situación sanitaria.

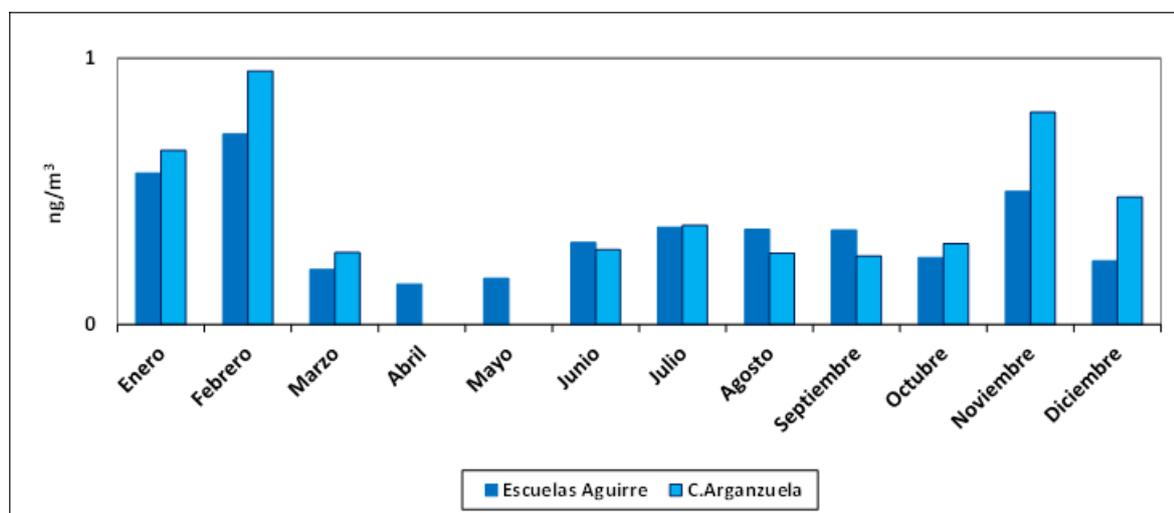
Evolución anual de plomo durante el año 2020



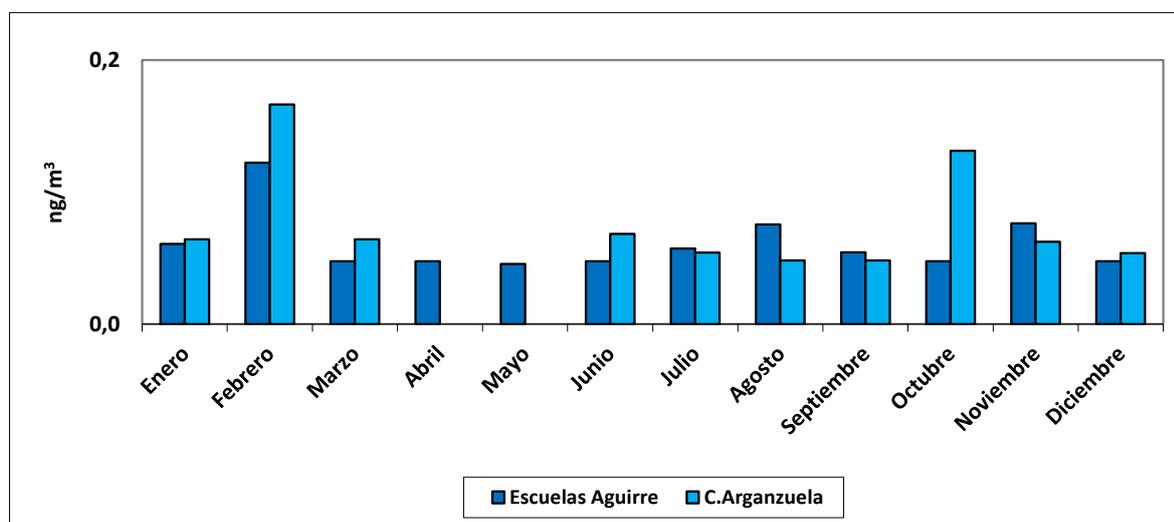
Evolución anual de níquel durante el año 2020



Evolución anual de arsénico durante el año 2020



Evolución anual de cadmio durante el año 2020



3.9 Benzo(a)pireno

VALOR OBJETIVO ANUAL
Benzo(a)Pireno
para la protección de la salud humana
1 ng/m³(1)

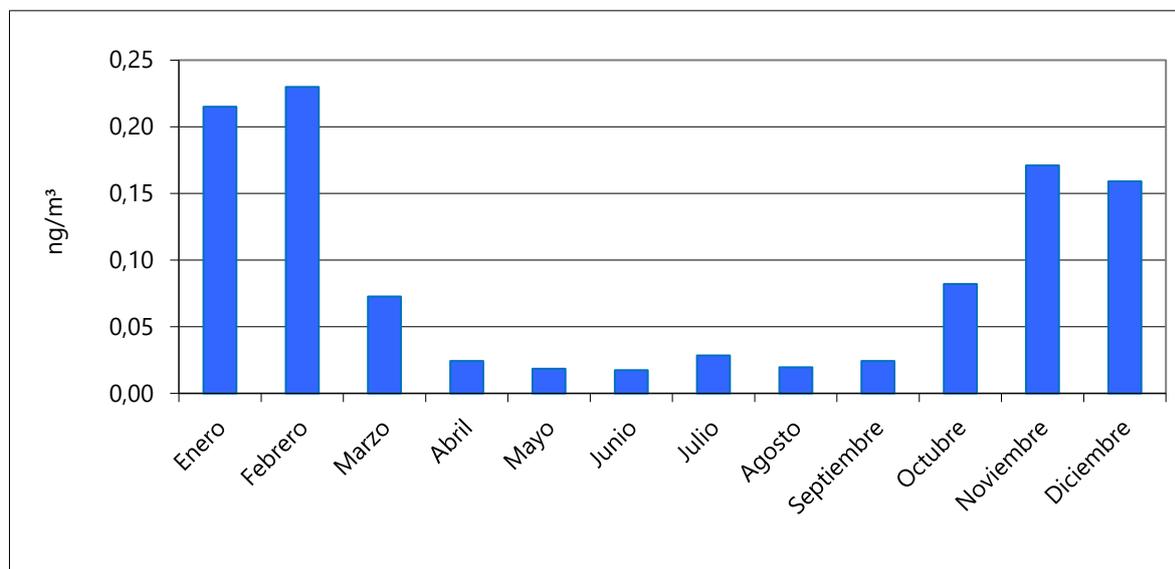
(1)Referido al contenido total en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.



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

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 2020 en dicho laboratorio.

Estación	Media Anual B(a)P		
	2018 ng/m ³	2019 ng/m ³	2020 ng/m ³
Escuelas Aguirre	0,12	0,10	0,10

EVOLUCIÓN ANUAL DEL BENZO(a)PIRENO DURANTE EL AÑO 2020

3.10 Amoníaco

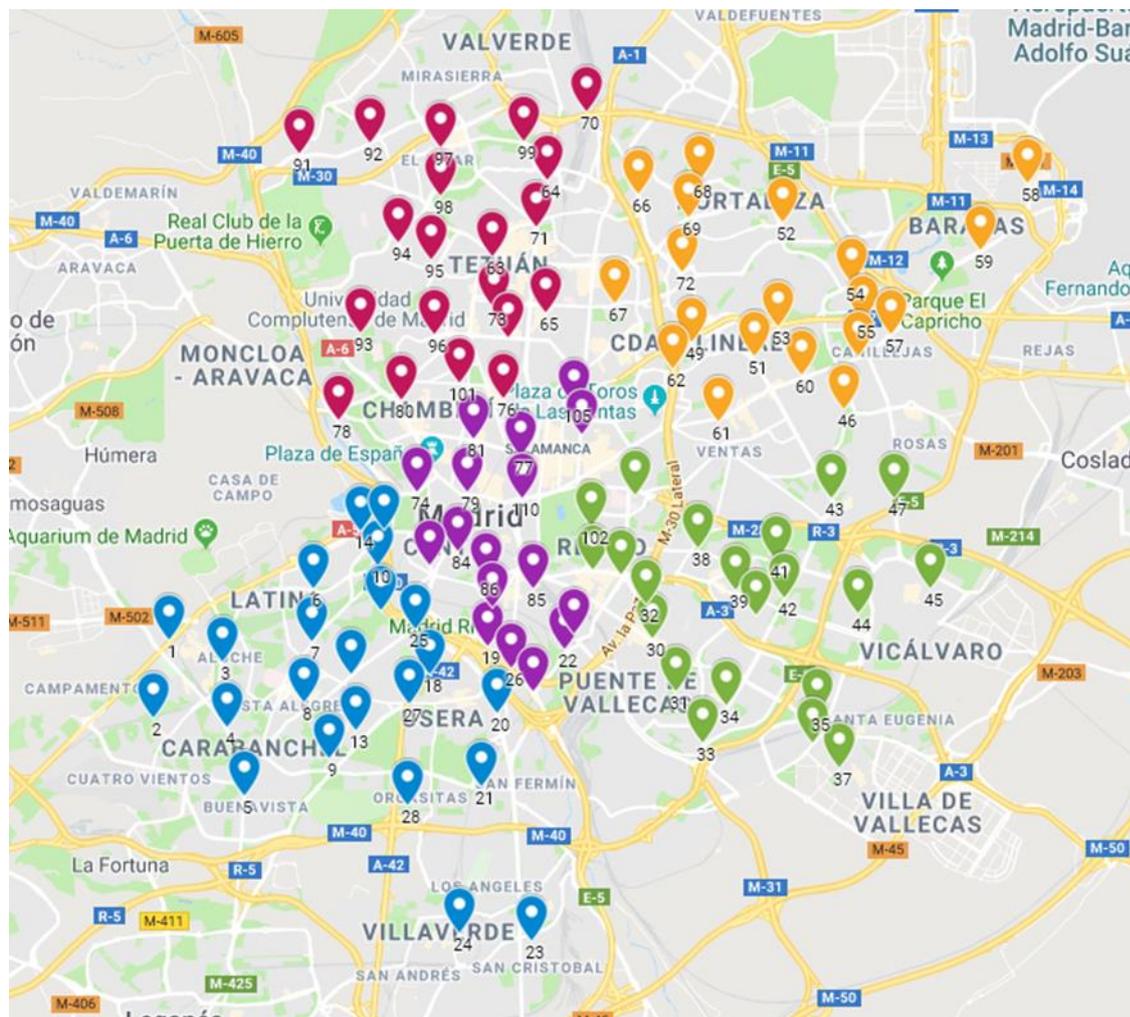
El Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, establece en el artículo 12, apartado 2 que las autoridades competentes garantizarán la medición de amoníaco (NH₃) en todas las ciudades con un número de habitantes superior a 500 000.

Por ello, el Servicio de Calidad del Aire de la Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental del Ayuntamiento de Madrid ha realizado una campaña de medición de amoníaco en aire ambiente en la ciudad de Madrid durante el año 2020.

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 10 y 29 de junio de 2020.

A continuación se muestran la división de la ciudad en 5 zonas, se instalaron unos 20 captadores pasivos en cada una de ellos:

- Zona suroeste (color azul)
- Zona centro (color morado).
- Zona noreste (color naranja).
- Zona sureste (color verde)
- Zona norte (color rojo)



La concentración de amoníaco (NH₃) en aire ambiente para toda la ciudad, presenta un rango de concentraciones de 1,45 µg/m³ a 8,08 µg/m³.

A continuación se muestran los resultados por zonas:

ZONA	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
Suroeste (azul)	8,08 µg/m ³	2,64 µg/m ³
Centro (morado)	6,61 µg/m ³	3,28 µg/m ³
Noreste (naranja)	7,43 µg/m ³	1,46 µg/m ³
Sureste (verde)	4,64 µg/m ³ .	1,45 µg/m ³
Norte (rojo)	6,61 µg/m ³ .	2,49 µg/m ³

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.



3.11 Carbono negro

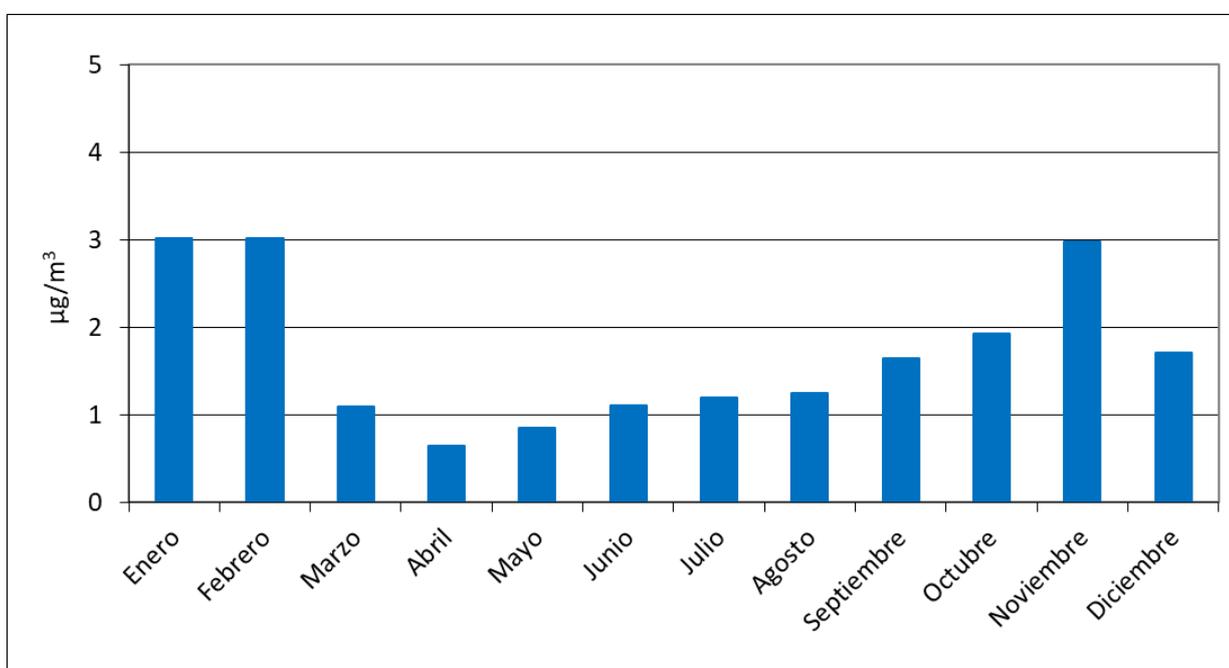
El carbono negro es un contaminante atmosférico que proviene de la combustión incompleta de combustibles fósiles y biomasa. Es el segundo agente después del CO₂ que más influye en el calentamiento del sistema terrestre. Como complemento a la red de vigilancia, el Servicio de calidad el aire ha instalado un analizador de carbono negro (aethalometro) en la estación de Escuelas Aguirre para controlar las concentraciones de dicho contaminante.



Equipo de medida de carbono negro

Estación	Media Anual Carbono negro		
	2018 ng/m ³	2019 ng/m ³	2020 ng/m ³
Escuelas Aguirre	2,3	2,1	1,7

EVOLUCIÓN ANUAL DEL CARBONO NEGRO DURANTE EL AÑO 2020



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 ponemos las administraciones a disposición de la ciudadanía para realizar nuevas aplicaciones, estudios, análisis, investigaciones, etc.

El Portal de Datos Abiertos está orientado a proporcionar la materia bruta, los datos, a personas que quieren hacer algo distinto con los datos del Ayuntamiento, 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.

Enlace de acceso a datos abiertos de calidad de aire y meteorología: bit.ly/3aAwOLI

5. RELACIÓN CALIDAD DEL AIRE-TRÁFICO.

Las medidas establecidas durante el estado de alarma por COVID-19, decretado entre el 15 de marzo y el 21 de junio de 2020, han tenido como consecuencia en la ciudad de Madrid una gran reducción del número de desplazamientos, y por tanto, de la intensidad de tráfico registrada en todos los modos de transporte, tal como demuestran tanto los informes de la D.G.T. como los datos de Ayuntamiento de Madrid.

Por este motivo, se han analizado los niveles de los principales contaminantes en las estaciones de la red de vigilancia del ayuntamiento de Madrid en el período de 1 de enero a 31 de julio, con especial atención al período del estado de alarma y se ha comparado con años anteriores. También se ha comparado la evolución del tráfico entre los meses de enero y julio de 2020 frente a los mismos meses del año anterior, con los niveles de los principales contaminantes registrados durante el mismo periodo en tres puntos representativos de la ciudad.

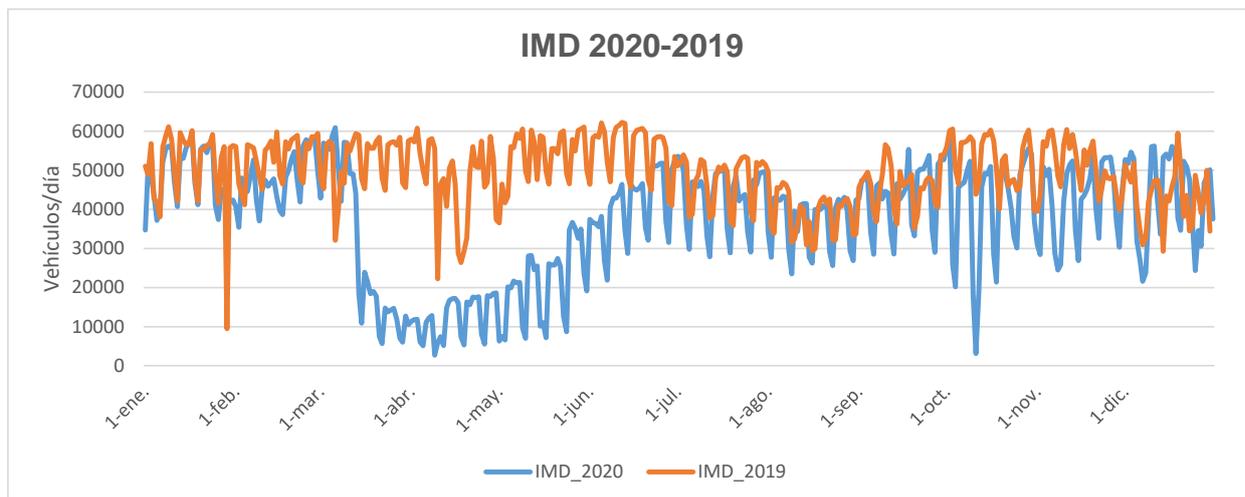
En todos los casos se observa que se ha producido una notable reducción de las intensidades de tráfico durante el periodo del estado de alarma, llevando aparejada una muy importante reducción de los niveles de concentración de contaminantes, especialmente de dióxido de nitrógeno (NO₂), quedando evidente su directa relación. Para el material particulado (PM10 y PM2,5) dicha relación, aunque existente no se traduce en general en disminuciones tan significativas, ya que pueden estar ocasionadas por otras actividades que se desarrollen en el entorno o los episodios de intrusiones de polvo sahariano.

En cuanto al comportamiento del ozono no se ha producido un descenso tan relevante en los niveles medios como en el caso de otros contaminantes, debido a que en su formación intervienen, además de las emisiones asociadas al tráfico, otros factores, como la intensidad de la radiación solar y los niveles de compuestos orgánicos volátiles de otras fuentes emisoras. Sí hay que destacar el descenso en las concentraciones de las estaciones suburbanas y la disminución del número de superaciones del valor objetivo de protección de la salud con respecto a años anteriores y el hecho de que en la época estival no se ha producido ninguna superación del umbral de información a la población.

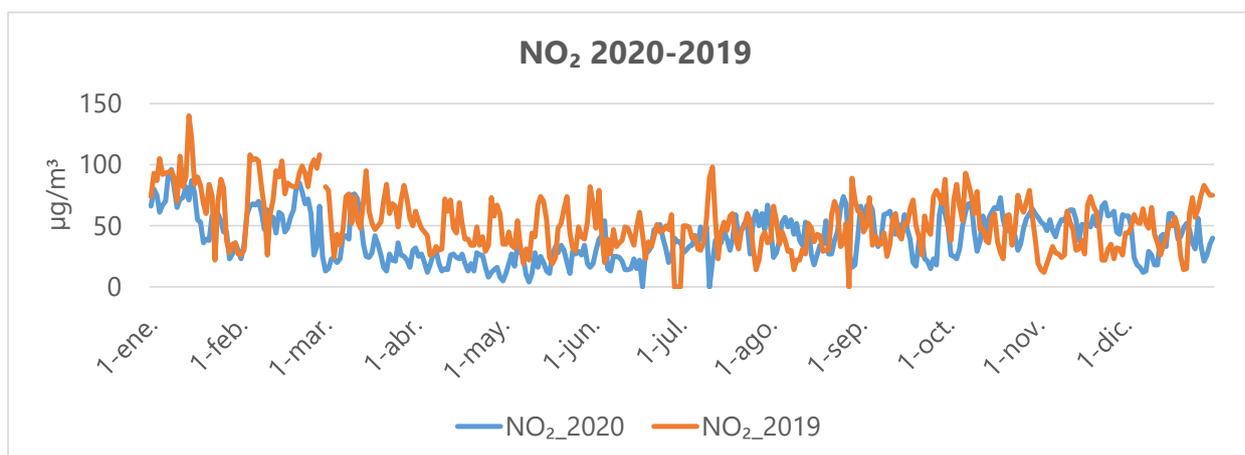
Enlace al informe completo de la Web: bit.ly/3fl2hUH

Para ampliar el análisis de intensidad de tráfico y concentraciones de dióxido de nitrógeno a todo el año 2020 se ha seleccionado la estación de Plaza Elíptica.

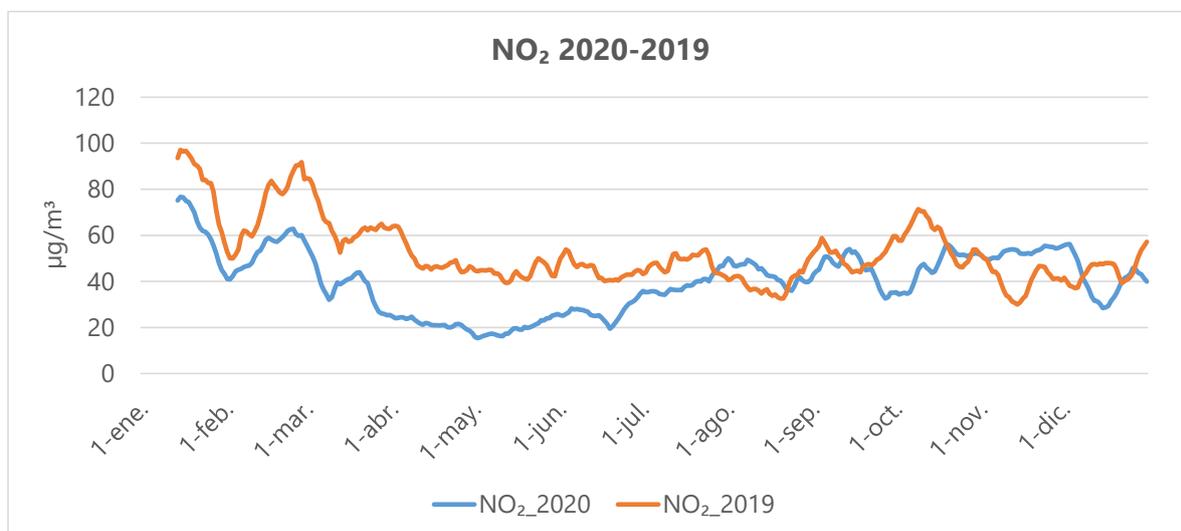
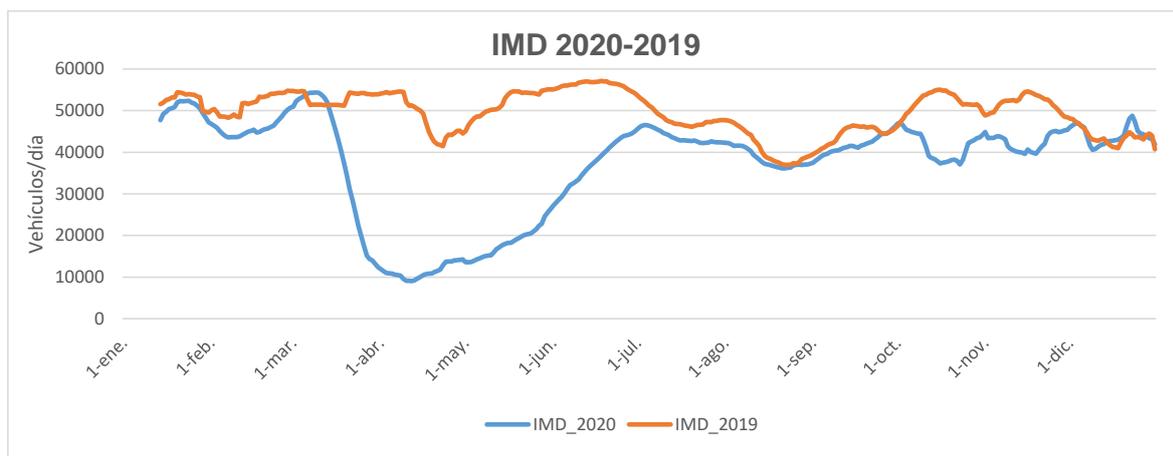
Intensidad media diaria (IMD) durante 2020 y 2019



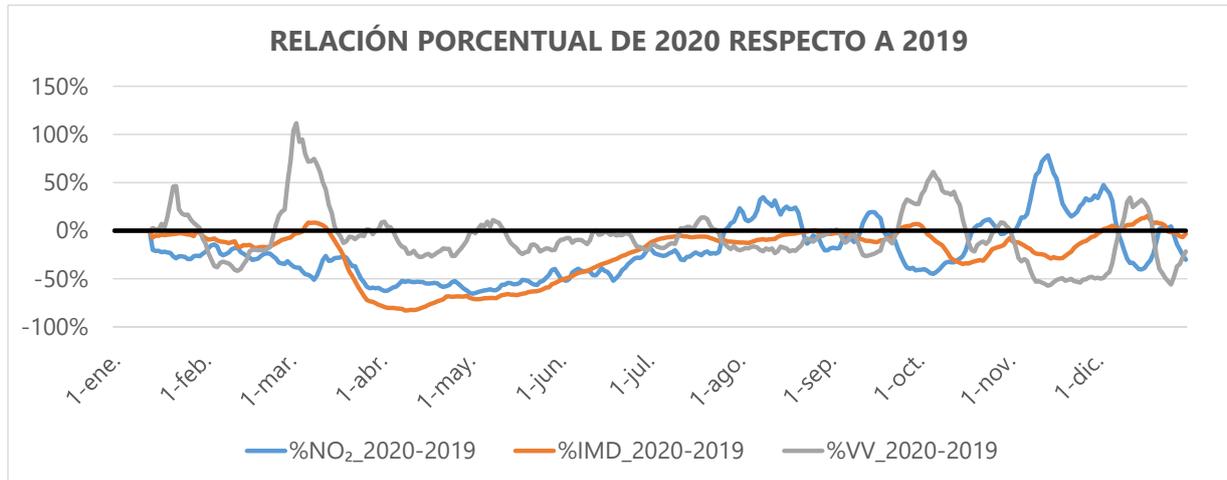
Se observa la drástica disminución del tráfico durante el estado de alarma (14 de marzo a 21 de junio) y, además, que, aunque se va recuperando a lo largo del año, no llega en ningún momento a recuperar los niveles del año anterior salvo, levemente, durante el mes de agosto. A continuación se muestra la gráfica de los valores de NO₂



Se muestran a continuación los dos gráficos representados mediante la media móvil de catorce días



Se muestra a continuación un gráfico en el que se expone a modo de resumen la variación en tanto por ciento de las concentraciones de dióxido de nitrógeno, IMD y velocidad del viento (representadas mediante la media móvil de catorce días):



6. RED PALINOCAM

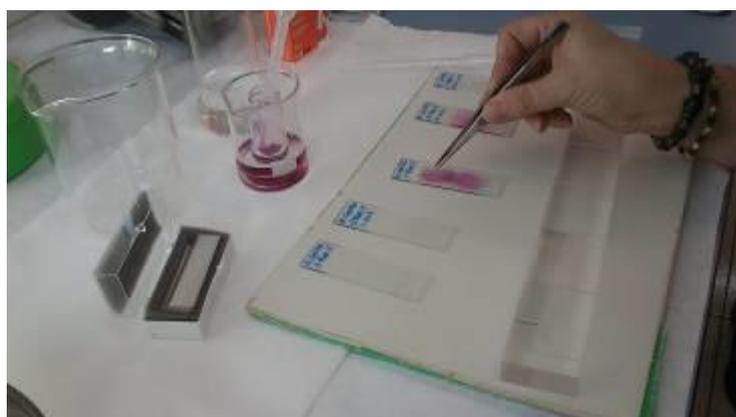
La Red Palinológica de la Comunidad de Madrid proporciona información sobre las concentraciones de los tipos polínicos más alergénicos presentes en la atmósfera de la Comunidad de Madrid.

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 <http://www.mambiente.madrid.es/> o directamente en la Web de la Red Palinocam <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud>



Detalle captador de polen



Detalle del tintado de la muestra

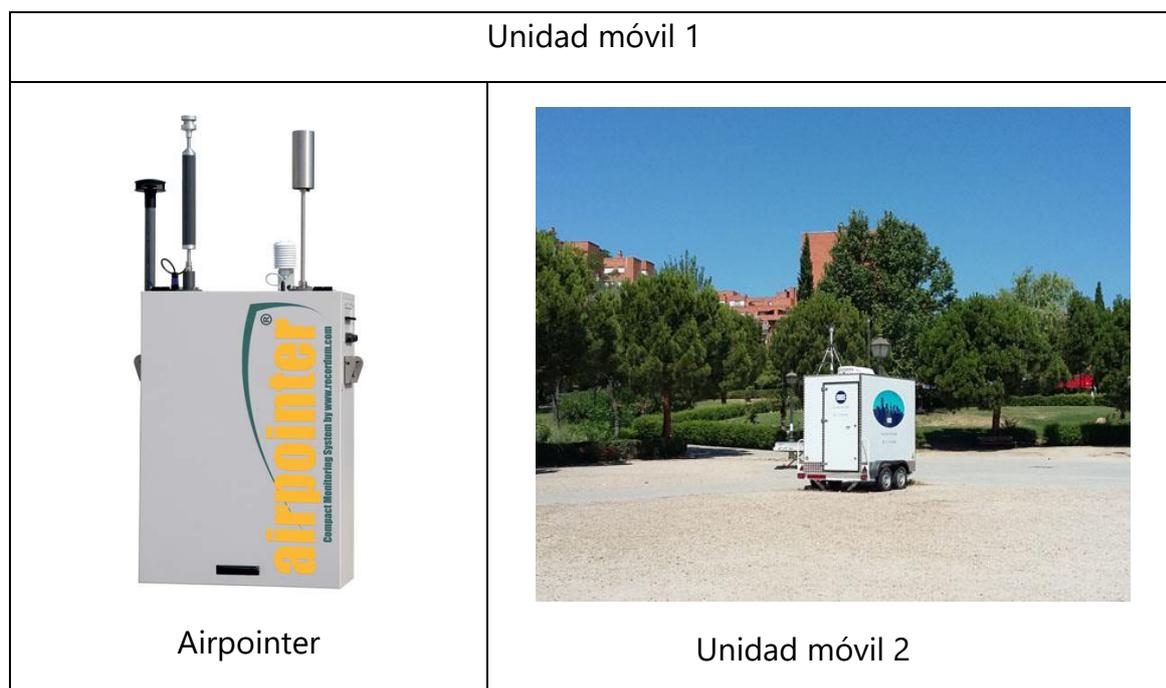
7. CAMPAÑAS

Durante el año 2020 se ha continuado con las campañas de medición de calidad del aire con unidades móviles para completar el conocimiento de los niveles de contaminantes en diferentes lugares de la ciudad. Además de las unidades móviles de las que se dispone, se cuenta con un equipo analizador de gases compacto para los contaminantes dióxido de nitrógeno y ozono.

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.

Las unidades móviles son vehículos equipados con analizadores automáticos para medir los contaminantes atmosféricos, se pueden desplazar y ubicar en la zona escogida para la campaña de medida.





En el año 2020 se han realizado campañas en varias zonas de la ciudad.

Las campañas suelen tener una duración media de un mes y una vez finalizadas se elabora un informe a partir de los datos obtenidos. Este año ha habido campañas que se han alargado en el tiempo debido a cierre de instalaciones como consecuencia de la crisis sanitaria.

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

En la tabla de resultados se muestra el valor obtenido en la unidad móvil, el valor medio obtenido por las estaciones de tráfico, fondo y suburbanas (solo para el ozono) y el valor máximo alcanzado por tipo de estación.

7.1 Polideportivo Plata y Castañar – Distrito Villaverde

La temperatura media del periodo ha sido de 8,5° C mientras que las medias de máximas y mínimas han sido de 12,8 y 5,2° C respectivamente. El periodo estudiado puede calificarse de normal.

La precipitación media acumulada por la red ha sido de 106 mm. que es lo normal en esta época del año.

Desde el día 24 de diciembre hasta el final del periodo se ha registrado un periodo de estabilidad prácticamente continuado que ha limitado seriamente la ventilación de la atmosfera de la ciudad.

Fechas campaña	7 de noviembre 2019 a 7 de enero de 2020
Ubicación	Polideportivo Plata y Castañar
Altura de captación respecto al suelo	CO, NO ₂ , BENCENO, O ₃ : 4 m
	Partículas PM10: 4 m.
Coordenadas	40°30'20.57"N 3°41.58'58.15"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	601 m.
Acometida Eléctrica	Conexión facilitada por polideportivo
	

Resultados

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
NO ₂ (µg/m ³)	30	39 / 43	44 / 50
CO (mg/m ³)	0.3	0,4 / 0,4	0,5 / 0,5
PM10 (µg/m ³)	17	13 / 16	19 / 17
O ₃ (µg/m ³)	35	30 / 28 / 33	36 / 32 / 36
BENCENO (µg/m ³)	0.4	0,7 / 0,7	0,8 / 0,9

Donde:

■ Estación de fondo
 ■ Estación de Tráfico
 ■ Estación suburbana

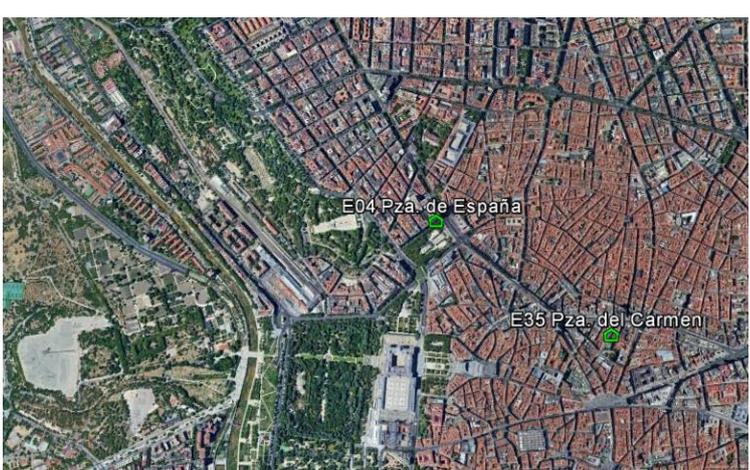
Enlace al informe completo: bit.ly/3cuvzNL

7.2 Puente del Rey – Distrito Moncloa – Aravaca

La temperatura media del periodo ha sido de 10,6 °C mientras que las medias de máximas y mínimas han sido de 16 y 6,1 °C respectivamente. El periodo estudiado puede calificarse de muy cálido.

La precipitación media acumulada por la red ha sido de 2 mm., extremadamente inferior a lo normal en esta época del año.

Desde el día 19 de febrero y hasta el día 24 se ha registrado un periodo de estabilidad durante el que se ha visto limitada la ventilación de la atmosfera de la ciudad. Durante el resto del periodo, a pesar de la práctica total ausencia de precipitaciones, dicha ventilación ha estado garantizada.

Fechas campaña:	6 de febrero a 9 de marzo de 2020
Ubicación	Puente del Rey, Madrid Rio
Altura de captación respecto al suelo	CO, NO ₂ , BENCENO, O ₃ : 4 m
	Partículas PM10: 4 m.
Coordenadas	40°25'8"N 3°43'19"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	575 m.
Acometida Eléctrica	Conexión facilitada por Calle 30
	

Resultados

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
NO ₂ (µg/m ³)	26	41 / 44	46 / 50
CO (mg/m ³)	0.3	0,5 / 0,4	0,8 / 0,4
PM10 (µg/m ³)	24	21 / 24	32 / 26
O ₃ (µg/m ³)	32	35 / 31 / 35	42 / 34 / 39
BENCENO (µg/m ³)	0.4	0,5 / 0,6	0,5 / 0,9

Donde:

 Estación de fondo  Estación de Tráfico  Estación suburbana

Enlace al informe completo: bit.ly/3cvjDLC

7.3 Polideportivo Entrevías – Distrito Puente de Vallecas

Esta campaña se alargó en el tiempo debido al cierre de las instalaciones durante el estado de alarma.

Las condiciones de temperatura han sido muy cálidas tanto las máximas como las mínimas.

Por su parte, las precipitaciones han sido muy escasas resultando un periodo extremadamente seco para la época del año

Fechas campaña:	8 de noviembre de 2019 a 14 de julio de 2020
Ubicación	Polideportivo Entrevías
Altura de captación respecto al suelo	CO, NO ₂ , BENCENO, O ₃ : 4 m Partículas PM10 y PM2,5: 4 m.
Coordenadas	40°22'42"N 3°40'24"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	615 m.
Acometida Eléctrica	Conexión facilitada por Polideportivo
	

Resultados

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL 2	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
NO ₂ (µg/m ³)	28	28 / 31	34 / 37
CO (mg/m ³)	0,3	0,3 / 0,3	0,4 / 0,3
PM10 (µg/m ³)	16	26 / 16	22 / 18
PM2,5 (µg/m ³)	9	9 / 10	9 / 10
O ₃ (µg/m ³)	49	49 / 46 / 48	57 / 49 / 51
BENCENO (µg/m ³)*	0,2	0,4 / 0,4	0,5 / 0,6

- Sin datos de benceno durante el estado de alarma (13 de marzo a 20 de junio 2020)

Donde:

 Estación de fondo
  Estación de Tráfico
  Estación suburbana

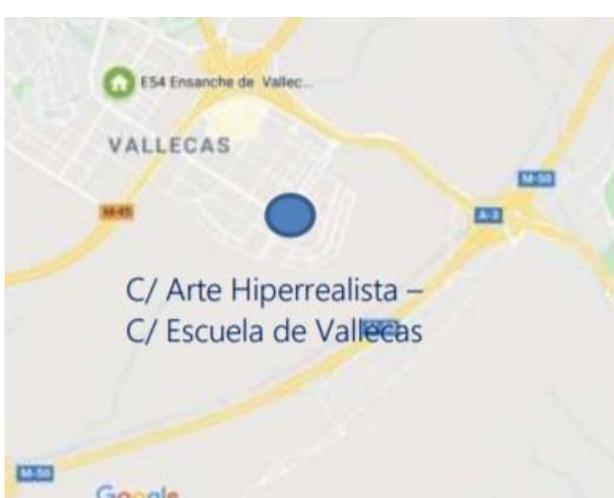
Enlace al informe completo: bit.ly/3cpl8K0

7.4 Calle Arte Hiperrealista – Distrito Villa de Vallecas

La temperatura media del periodo ha sido de 26,3 °C mientras que las medias de máximas y mínimas han sido de 33 y 19,4 °C respectivamente. El periodo estudiado puede calificarse de cálido.

La precipitación media acumulada por la red ha sido de 25 mm., normal para la época del año aunque muy poco uniforme como también corresponde a la época veraniega de la que tratamos caracterizada principalmente por ser de carácter tormentoso.

Durante la época estival, la alta insolación garantiza la aparición de vientos convectivos durante la tarde que, aunque llegan a anularse por la noche, garantizan la ventilación atmosférica. Sin embargo, al ir finalizando la estación va declinando la insolación y con ella los vientos vespertinos por lo que la ventilación tiende a hacerse más dependiente de la inestabilidad que pueda producir la circulación general de la atmósfera.

Fechas campaña:	16 de julio a 16 de septiembre de 2020
Ubicación	Avda. Principal
Altura de captación respecto al suelo	CO, NO ₂ , BENCENO, O ₃ : 4 m
	Partículas PM10 y PM2,5: 4 m.
Coordenadas	40°21'31,26"N 3°35'21,45"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	615 m.
Acometida Eléctrica	Conexión facilitada por compañía eléctrica
 	

Resultados

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL 2	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
NO ₂ (µg/m ³)	16	24 / 28	31 / 46
CO (mg/m ³)	0,1	0,3 / 0,2	0,3 / 0,3
PM10 (µg/m ³)	26	20 / 19	24 / 23
PM2,5 (µg/m ³)	8	8 / 10	8 / 10
O ₃ (µg/m ³)	81	71 / 61 / 72	78 / 69 / 74
BENCENO (µg/m ³)	0,1	0,3 / 0,3	0,3 / 0,3

Donde:



Estación de fondo



Estación de Tráfico



Estación suburbana

Enlace al informe completo: bit.ly/3lhrUXo

7.5 Parque de la Peseta - Distrito Carabanchel

La temperatura media del periodo ha sido de 9,2° C mientras que las medias de máximas y mínimas han sido de 13,7 y 6,3° C respectivamente. El periodo por lo tanto ha sido cálido principalmente el final del periodo.

La precipitación media acumulada por la red ha sido de 52 mm. Del mismo modo que ocurre con las temperaturas, el periodo ha resultado muy seco debido a que la última parte del mismo lo ha sido.

Fecha:	22 de septiembre a 22 de octubre 2020
Ubicación	Parque de la Peseta
Altura de captación respecto al suelo	CO, NO ₂ , BENCENO, O ₃ : 4 m
	Partículas PM10 y PM2,5: 4 m.
Coordenadas	40°21'51,53"N 3°45'26,94"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	679 m.
Acometida Eléctrica	Facilitada por compañía eléctrica
 	

Resultados

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL 2	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
NO ₂ (µg/m ³)	27	28 / 33	3 / 456
CO (mg/m ³)	0,2	0,3 / 0,3	0,4 / 0,3
PM10 (µg/m ³)	11	14 / 14	19 / 216
PM2,5 (µg/m ³)	5	6 / 7	6 / 9
O ₃ (µg/m ³)	53	48 / 40 / 51	52 / 46 / 54
BENCENO (µg/m ³)	0,1	0,3 / 0,4	0,4 / 0,6

Donde:

 Estación de fondo
  Estación de Tráfico
  Estación suburbana

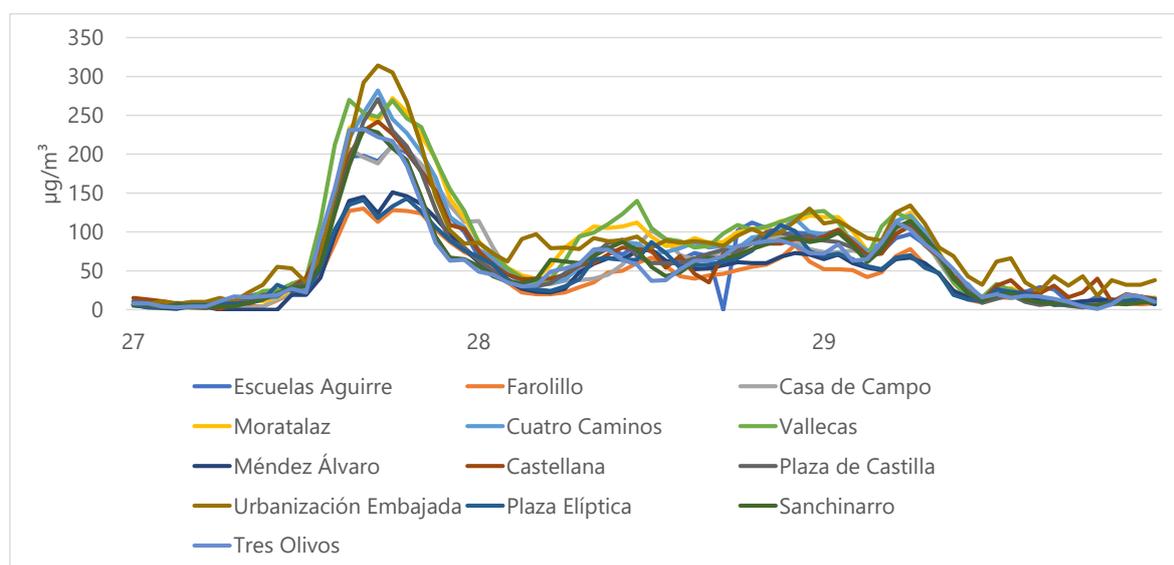
Enlace al informe completo: bit.ly/3qPrAAz

8. EPISODIOS DE CONTAMINACIÓN

8.1 Partículas en suspensión PM10

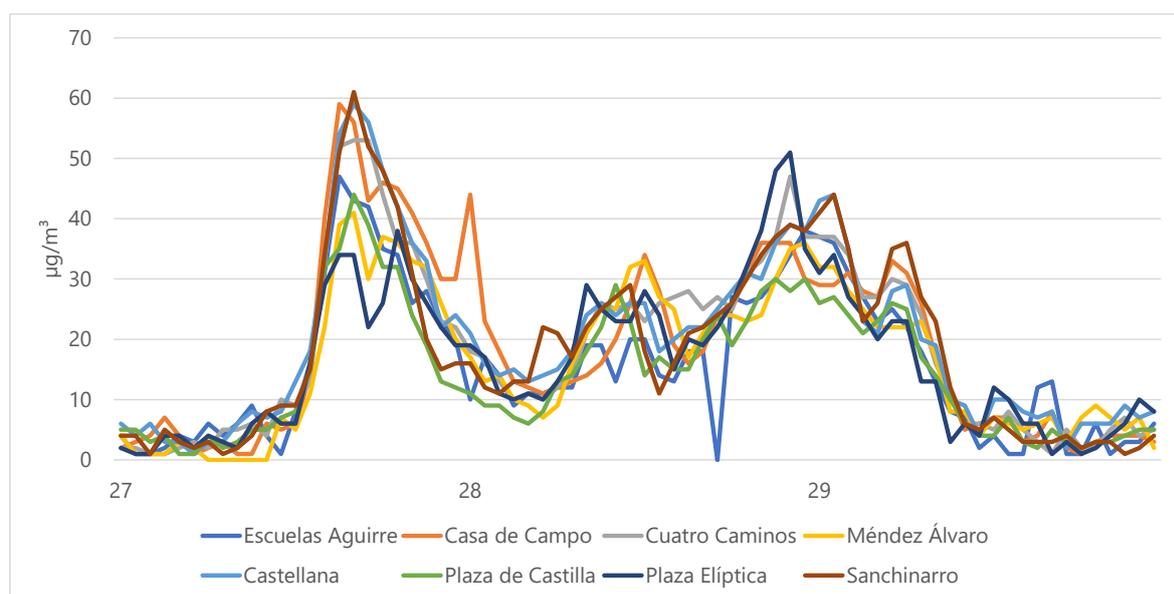
En la tarde del 27 de febrero y durante el día 28 se produjeron intrusiones de polvo sahariano con niveles muy superiores a los habituales en toda la península, llegando a registrar en la ciudad de Madrid un valor máximo horario de $314 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación de Urbanización Embajada. Se superó el valor límite diario de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en todas la estaciones de la red de vigilancia. 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

	Escuelas Aguirre	Farolillo	Casa de Campo	Moratalaz	Cuatro Caminos	Vallecas	Méndez Álvaro	Castellana	Plaza de Castilla	Urbanización Embajada	Plaza Elíptica	Sanchinarro	Tres Olivos
27/02/2020	80	51	80	95	91	104	70	85	82	101	57	72	77
28/02/2020	72	47	68	89	74	91	55	65	67	90	62	65	60
29/02/2020	45	27	39	49	46	47	31	48	40	65	32	41	41



El material particulado PM2.5 se vio igualmente afectado por dicha intrusión, tal como se puede observar en el siguiente cuadro resumen de valores diarios de PM2.5 y en la gráfica de evolución de los valores horarios.

	Escuelas Aguirre	Casa de Campo	Cuatro Caminos	Méndez Álvaro	Castellana	Plaza de Castilla	Plaza Elíptica	Sanchinarro
27/02/2020	17	20	19	19	21	15	14	18
28/02/2020	19	23	24	21	23	18	24	23
29/02/2020	13	13	14	13	16	11	12	15



8.2 Dióxido de nitrógeno

A lo largo del año 2020 se ha activado en una ocasión el Protocolo de actuación para episodios de contaminación por dióxido de nitrógeno (aprobado por la Junta de Gobierno de la ciudad de Madrid el 10 de diciembre de 2018).

Los días **8 a 10 de enero** se han aplicado en la ciudad de Madrid medidas de actuación en episodios de contaminación por dióxido de nitrógeno, incluyendo tanto medidas de carácter informativo como de tráfico:

- Medidas informativas y de recomendación
- Medidas de promoción del transporte público
- Limitación de la velocidad a 70 km/h en M-30 y accesos

limitación de velocidad.

Las **condiciones atmosféricas** que han caracterizado esos días han sido de alta estabilidad. Bajo estas condiciones meteorológicas se ha producido una acumulación de contaminantes en la ciudad de Madrid, especialmente de dióxido de nitrógeno

-Superación de los niveles de contaminación establecidos:

PREAVISO en **zonas 1 y 3 y toda la ciudad.**

-Condiciones meteorológicas desfavorables.

SECUENCIA DE SUPERACIONES Y ESCENARIOS ALCANZADOS

Previsión meteorológica	Desfavorable	Favorable	Favorable
	8/1/2020	9/1/2020	10/1/2020
ZONAS	Lunes	Martes	Miércoles
1	Preaviso		
3	Preaviso		
toda la ciudad	Preaviso		
Actuaciones		Escenario 1 (L 70*)	Escenario 1 (L 70*)

* **L 70:** Limitación de velocidad a 70 km/h en la M-30 y en los tramos de las carreteras de acceso a Madrid, comprendidas en el interior de la M-40.

Detalle de superaciones que han generado los preavisos y las superaciones del valor límite horario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Valores horarios expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$:

		ZONA 3		
Fecha	Hora	Arturo Soria	Barajas Pueblo	Sanchinarro
08/01/2020	20:00	185	194	
08/01/2020	21:00		206	192

		ZONA 1			
Fecha	Hora	Escuelas Aguirre	Ramon y Cajal	Cuatro Caminos	Barrio del Pilar
08/01/2020	22:00		228	183	
08/01/2020	23:00		186		181
08/01/2020	24:00:00	190			185

		Toda la ciudad						
Fecha	Hora	Ramon y Cajal	Arturo Soria	Barajas Pueblo	Cuatro Caminos	Barrio del Pilar	Plaza Elíptica	Sanchinarro
08/01/2020	20:00	211	185	194			248	
08/01/2020	21:00	201		206			203	192
08/01/2020	22:00	228			183			200
08/01/2020	23:00	186				181		190

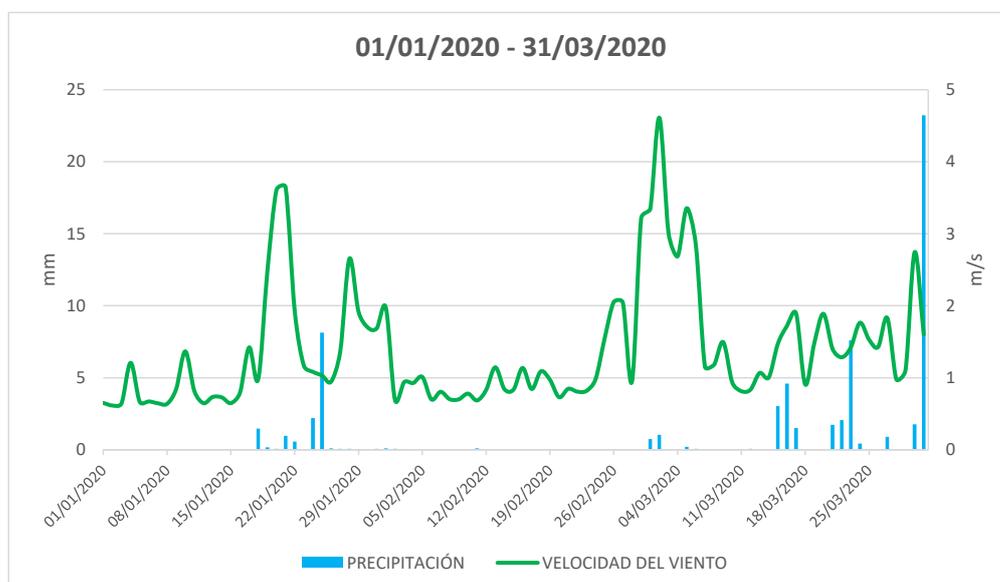
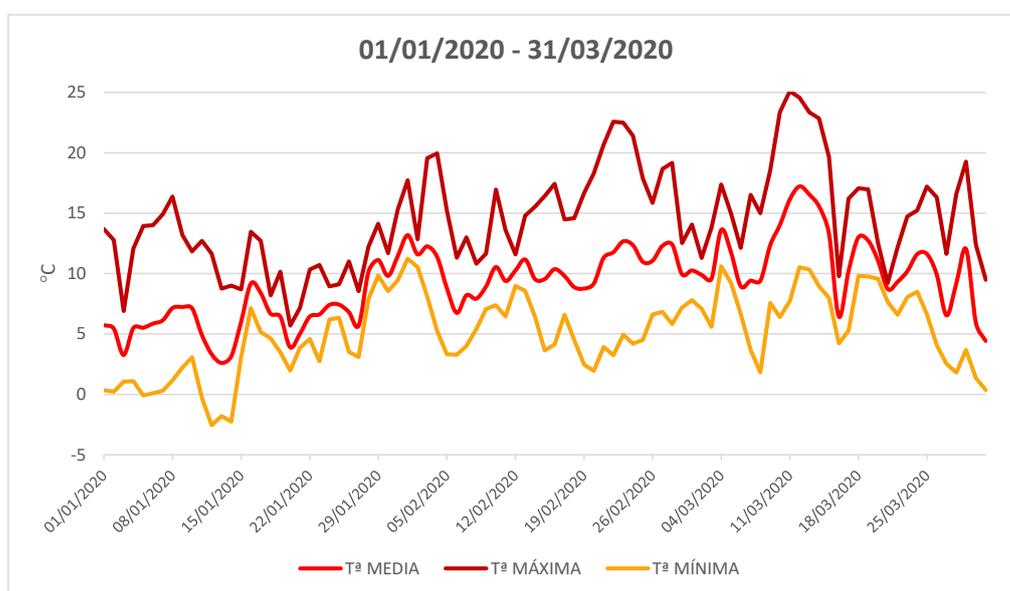
9. BALANCE METEOROLÓGICO

Invierno: Enero, febrero y marzo de 2020

La temperatura media del periodo ha sido de 9.3° C. Las medias de máximas y mínimas han sido de 14.5 y 5.1° C. El trimestre ha sido más cálido de lo normal.

La precipitación media acumulada ha sido de 63 mm., el trimestre ha sido más seco de lo normal.

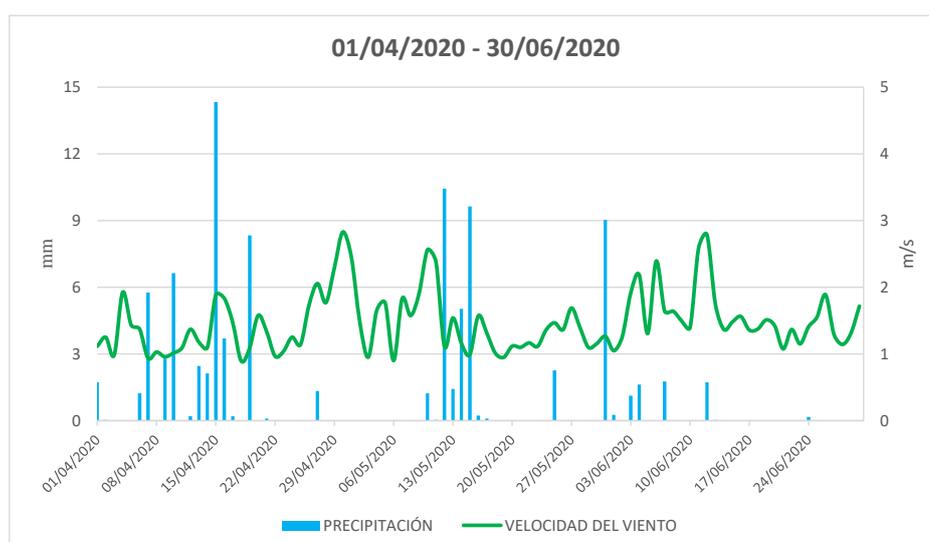
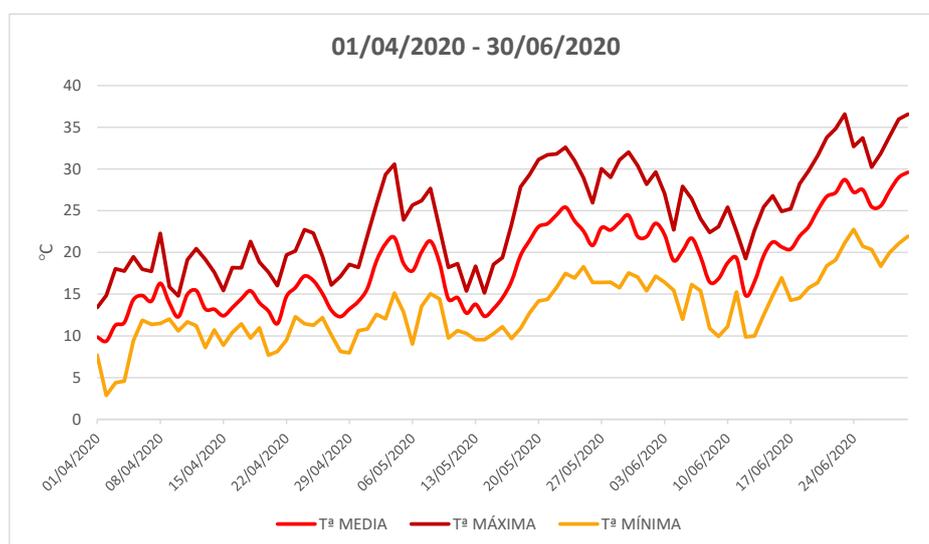
Se han identificado dos periodos de estabilidad atmosférica, entre el 8 y 10 de enero y el 20 y el 24 de febrero, durante los cuales se visto comprometida la ventilación favoreciéndose la acumulación de contaminantes.



Primavera: Abril, mayo y junio de 2020

La temperatura media del periodo ha sido de 18.6° C. Las medias de máximas y mínimas han sido de 24.2 y 13.1° C. El trimestre ha sido más cálido de lo normal. La precipitación media acumulada ha sido de 97 mm., el trimestre ha sido más seco de lo normal.

Éste trimestre se caracteriza en nuestra latitud por una alta variabilidad atmosférica y durante el que se deja sentir el aumento de la insolación que, ya hacia el final, deja paso a condiciones veraniegas. Así pues, no son esperables situaciones de estabilidad reseñables como, efectivamente, ha sido.



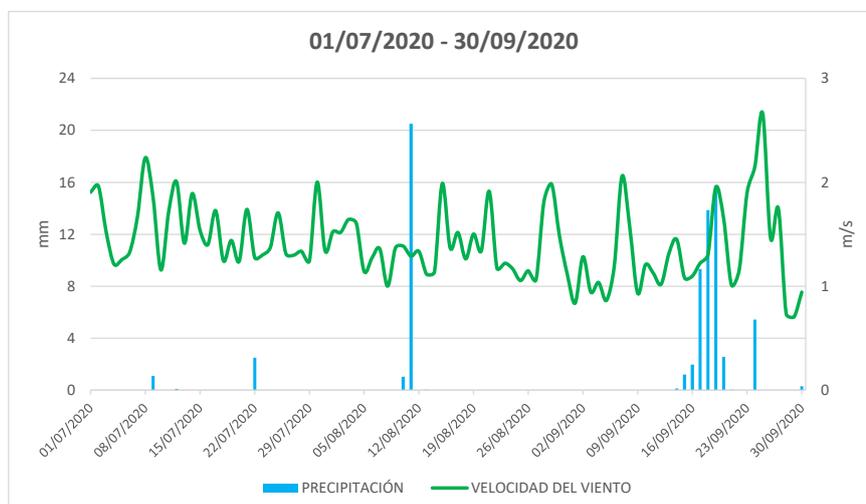
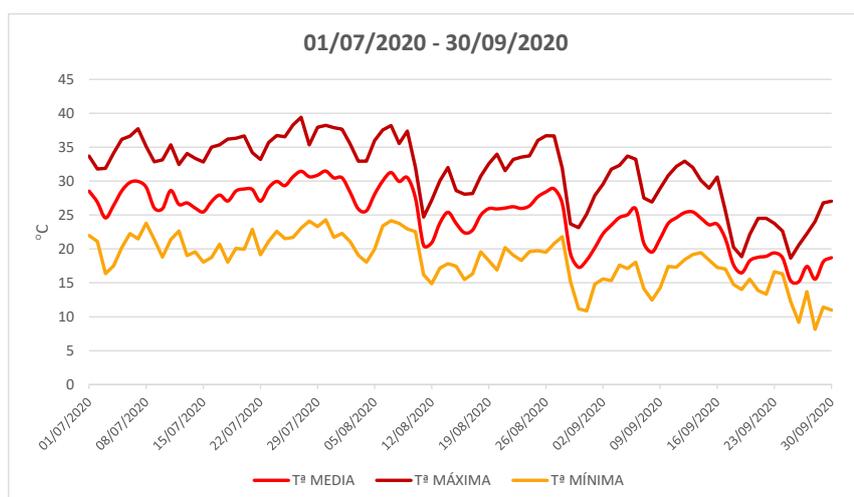
Verano: Julio, agosto y septiembre de 2020

La temperatura media del periodo ha sido de 25° C. Las medias de máximas y mínimas han sido de 31.5 y 18.3° C. El trimestre ha sido normal.

La precipitación media acumulada ha sido de 75 mm., el trimestre ha sido muy lluvioso.

Periodo caracterizado por una alta insolación (que empieza a declinar al final) que garantiza una buena ventilación atmosférica favorecida por la presencia de vientos convectivos vespertinos inducidos precisamente por la mencionada insolación y por el reducido tiempo de duración de las posibles inversiones térmicas nocturnas debido a la corta duración de la noche.

Durante el verano, dada la caracterización continental de la ciudad, no se suelen registrar precipitaciones pero cuando éstas hacen acto de presencia, lo hacen en forma de fenómenos tormentosos con una gran variabilidad de intensidad y que durante este año han dejado registros de precipitación más elevados de la habitual.

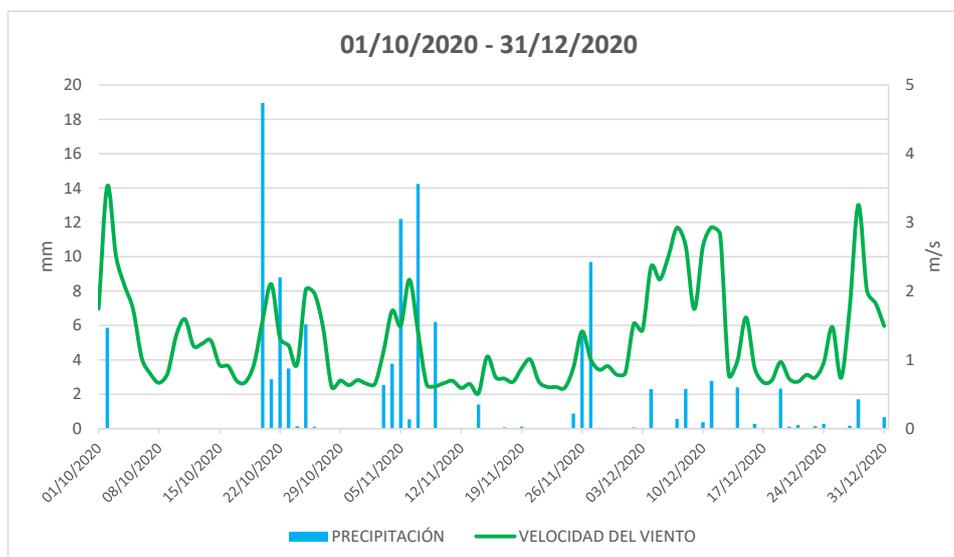
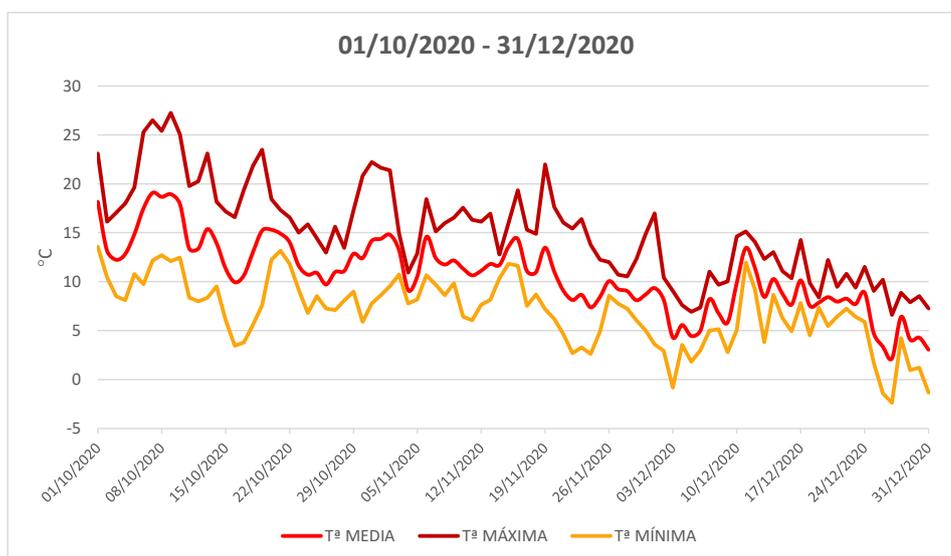


Otoño: Octubre, noviembre y diciembre de 2020

La temperatura media del periodo ha sido de 10.7° C. Las medias de máximas y mínimas han sido de 15.2 y 6.9° C. El trimestre ha sido normal.

La precipitación media acumulada ha sido de 120 mm., el trimestre ha sido más seco de lo normal.

Aunque la precipitación acumulada ha sido escasa, ésta ha estado muy repartida a lo largo de todo el trimestre lo que deja en evidencia el continuo paso de frentes sobre la ciudad que garantizado la ventilación atmosférica de la misma y relegando las situaciones de estabilidad a muy cortos y dispersos periodos de tiempo que no han permitido elevadas acumulaciones de contaminantes.



Calidad del Aire Madrid 2020



Subdirección General de Sostenibilidad
Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental



MADRID

medio ambiente y
movilidad