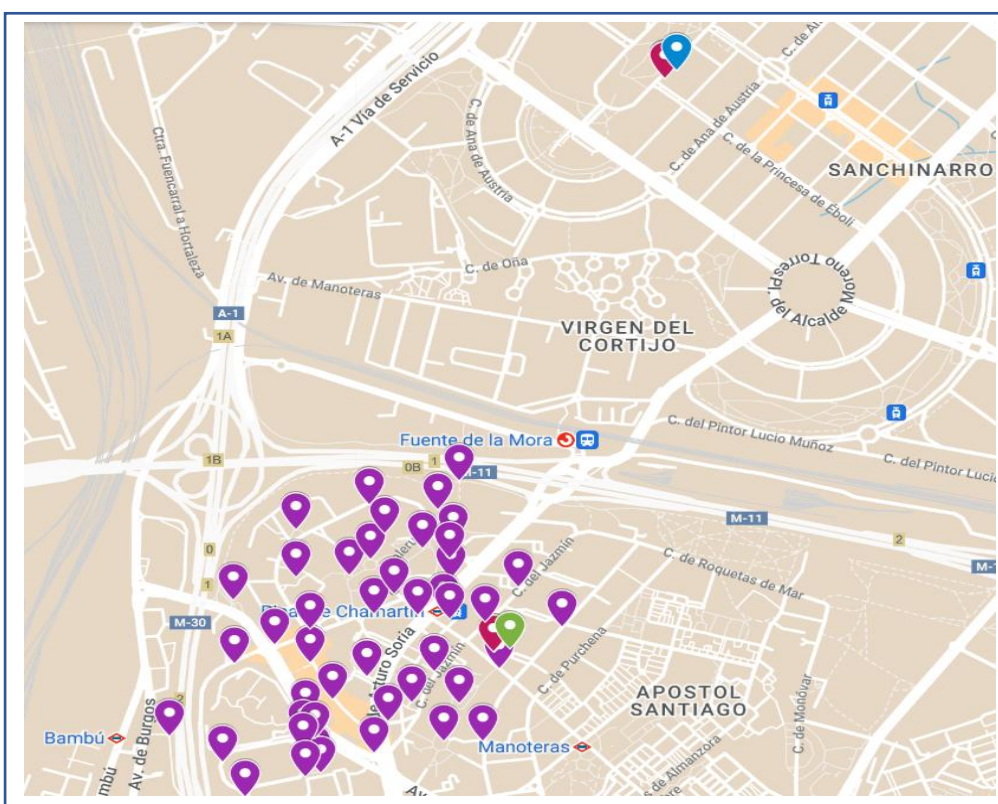




INFORME DE LA CAMPAÑA DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO

12 de noviembre de 2024 al 16 de enero de 2025
CIUDAD LINEAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. RESULTADOS DE LA CABINA PORTÁTIL	5
2.1 UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	5
2.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS	6
2.3 RESULTADOS DE LA CAMPAÑA Y COMPARACIÓN CON LA RED DE VIGILANCIA.....	9
2.3.1 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO ₂).....	10
2.3.2 PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	13
2.3.3 OZONO (O ₃).....	18
3. RESULTADOS DE LOS CAPTADORES PASIVOS.....	20
3.1. METODOLOGÍA.....	21
3.2. DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO	23
3.3 RESULTADOS	24
4. CONCLUSIONES	26
ANEXO. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.....	27
I. RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	27
II. PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.....	29
III. LEGISLACIÓN.....	30
IV. ENLACES DE INTERÉS	33

1. INTRODUCCIÓN

Desde mediados del mes de noviembre del 2024 hasta mediados del mes de enero del 2025 se ha realizado una amplia campaña en el distrito de Ciudad Lineal, concretamente en la zona de Condado Treviño, que ha consistido en la instalación de una cabina portable (o armario) dotado con analizadores de gases y partículas en suspensión y equipos para determinar las principales variables meteorológicas.

Se ha completado con la colocación de un total de 50 captadores pasivos para la determinación de dióxido de nitrógeno, con objeto de conocer en mayor detalle la distribución espacial de ese contaminante en la zona de estudio.

Resaltar que, de esos 50 captadores, se ha colocado un doble punto de pasivo cerca de la estación fija de Sanchinarro y otro doble punto cerca de la cabina.

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 de motor diésel (emisiones directas o «primarias»), pero se produce también en la atmósfera a partir de las emisiones de monóxido de nitrógeno (NO) de los vehículos; por un proceso químico, dicho gas se transforma en NO_2 (contaminante «secundario»).

Los valores límite establecidos por la legislación para la protección de la salud humana son los siguientes:

VALOR LÍMITE ANUAL: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valor medio anual de los valores horarios que no deberá superarse en ninguna estación al finalizar el año.

VALOR LÍMITE HORARIO: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

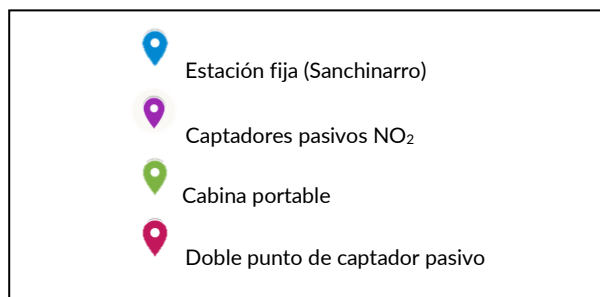
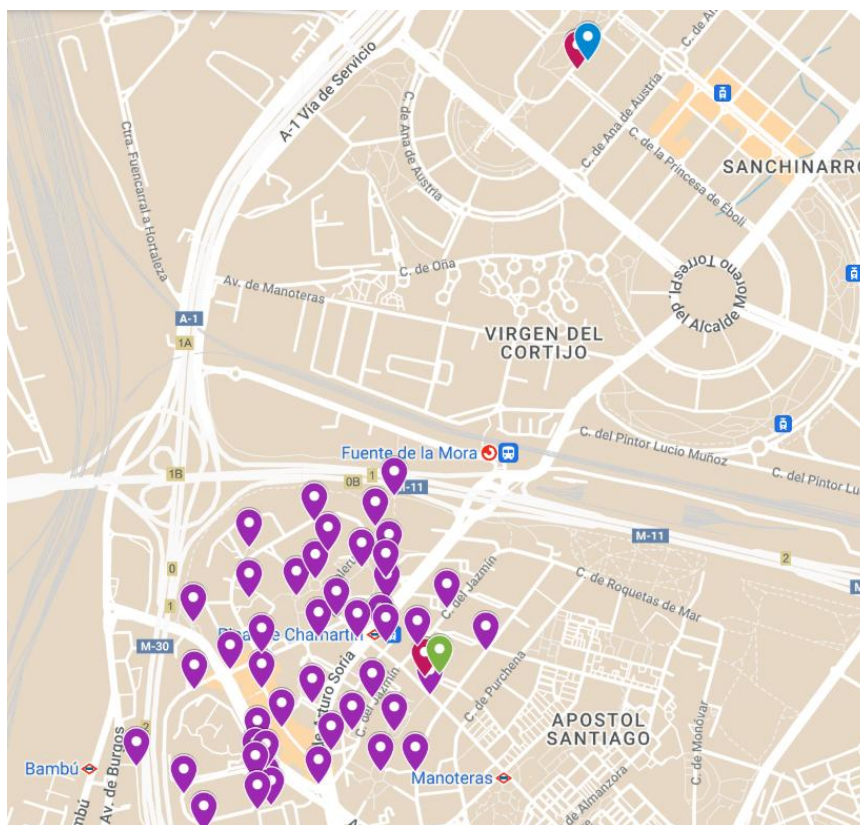
Valor horario que no deberá superarse más de 18 horas al año en ninguna estación.

UMBRAL DE ALERTA: $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valor horario que no deberá superarse 3 horas consecutivas en un área mayor de 100 km^2 .

Para cumplir el objetivo de la campaña se efectuaron las siguientes actuaciones:

- Establecer los puntos de medida.
- Planificación de la instalación de los captadores pasivos.
- Obtención del material necesario para llevar a cabo la campaña.
- Instalación de los 50 captadores pasivos el día 13 de diciembre.
- Una vez transcurrido un periodo de 17 días, desmontaje de los captadores pasivos la mañana del día 30 de diciembre.
- Envío de los captadores pasivos al laboratorio para su análisis.
- Recepción de los informes de laboratorio y procesamiento del dato.
- Elaboración de mapas de distribución de los contaminantes medidos y estudios asociados.



En este informe se muestran los resultados obtenidos en los distintos puntos de muestreo, así como una comparativa con las estaciones de la red de vigilancia de calidad del aire del ayuntamiento de Madrid.

2. RESULTADOS DE LA CABINA PORTÁTIL

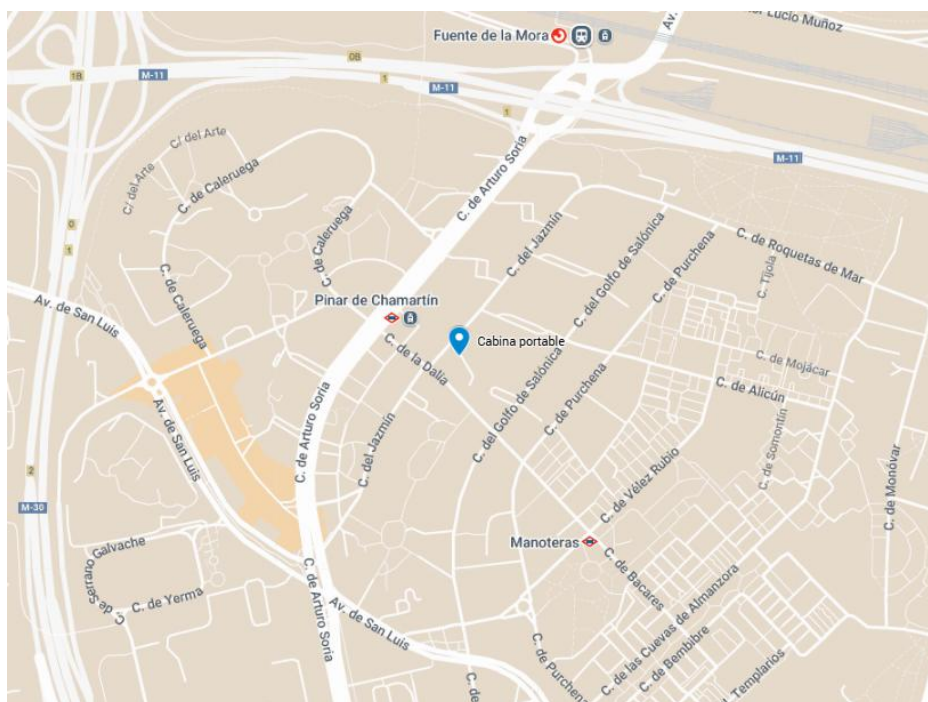
Este apartado muestra los resultados obtenidos por la cabina portátil instalada en el centro municipal de Mayores Carmen Laforet, en Ciudad Lineal.

Se incluyen en la siguiente tabla la fecha de inicio y fin de la campaña y los contaminantes medidos:

Campaña	Periodo de medida		Contaminantes
	Fecha inicio	Fecha fin	
Centro Municipal de Mayores Carmen Laforet	12/11/2024	16/01/2025	NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ y PM _{2,5}

2.1 UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO

A continuación, se incluye información sobre la ubicación de la cabina portable:



Ubicación	C/ del Jazmín, 46, Ciudad Lineal
Altura de captación respecto al suelo	2m
Distancia al edificio más cercano	5m
Coordenadas	40°28'45"N 3°39'56"W



Imagen 1. Cabina portable instalada en Centro Municipal de Mayores Carmen Laforet.

2.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

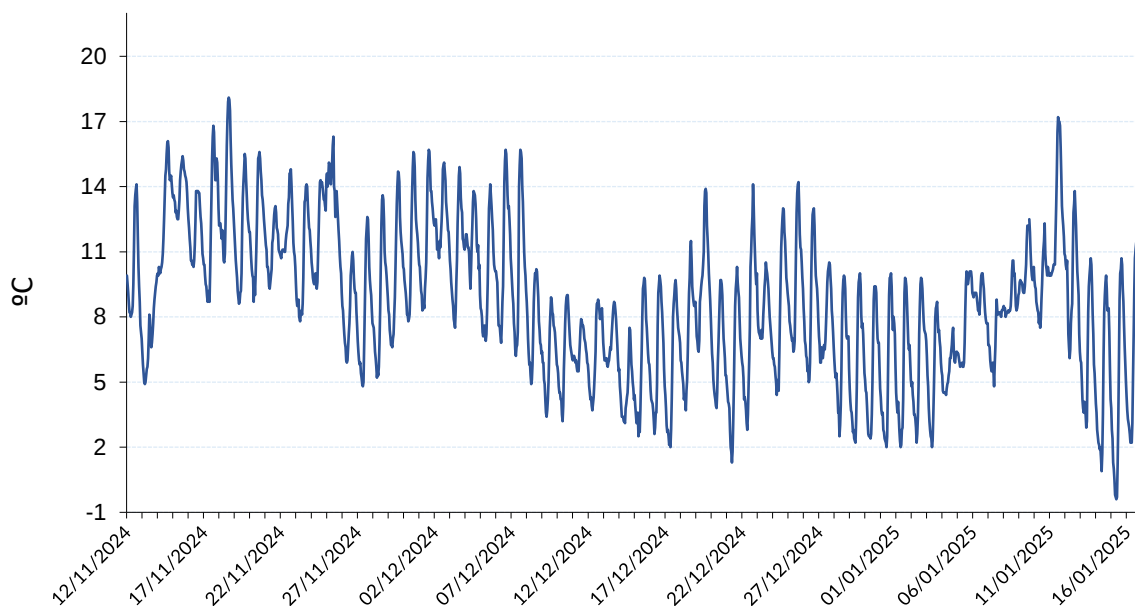
La temperatura media registrada en la cabina portátil durante el periodo en estudio ha sido de 9°C. Se ha alcanzado una temperatura máxima de 18,1°C el día 18 de noviembre y una temperatura mínima de -0,4°C el día 15 de enero.

En el gráfico puede observarse como las temperaturas más elevadas se recogen al principio de la campaña, en la segunda quincena de noviembre.

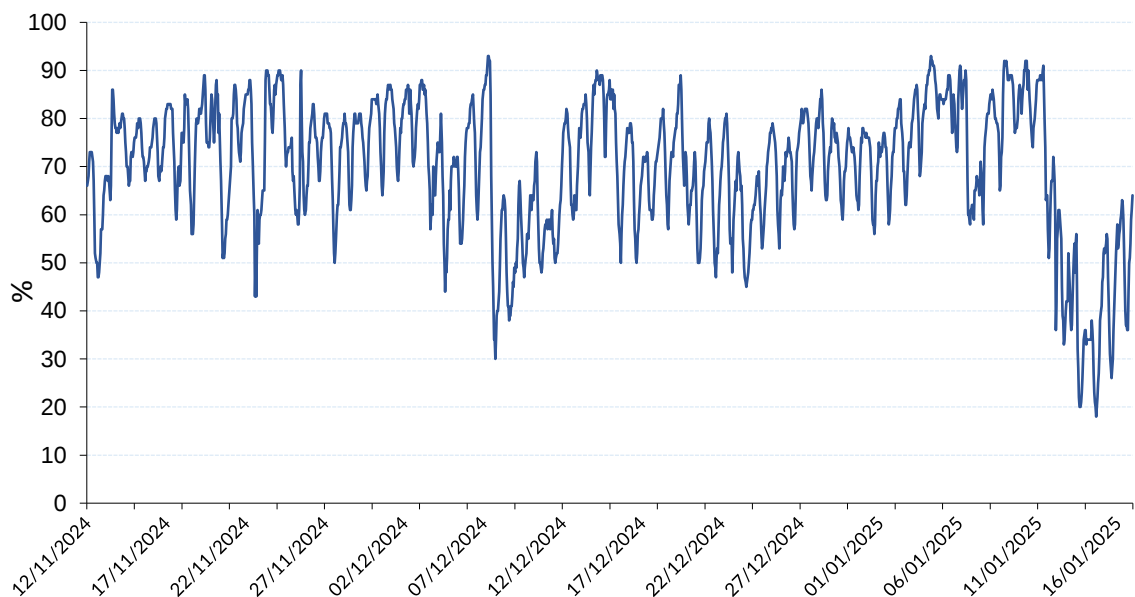
Durante la campaña, la humedad registrada por la cabina portátil se encuentra comprendida entre 18 y 93%, con una media de 70%.

A continuación, se muestran los datos de los principales parámetros meteorológicos obtenidos por la cabina durante la campaña.

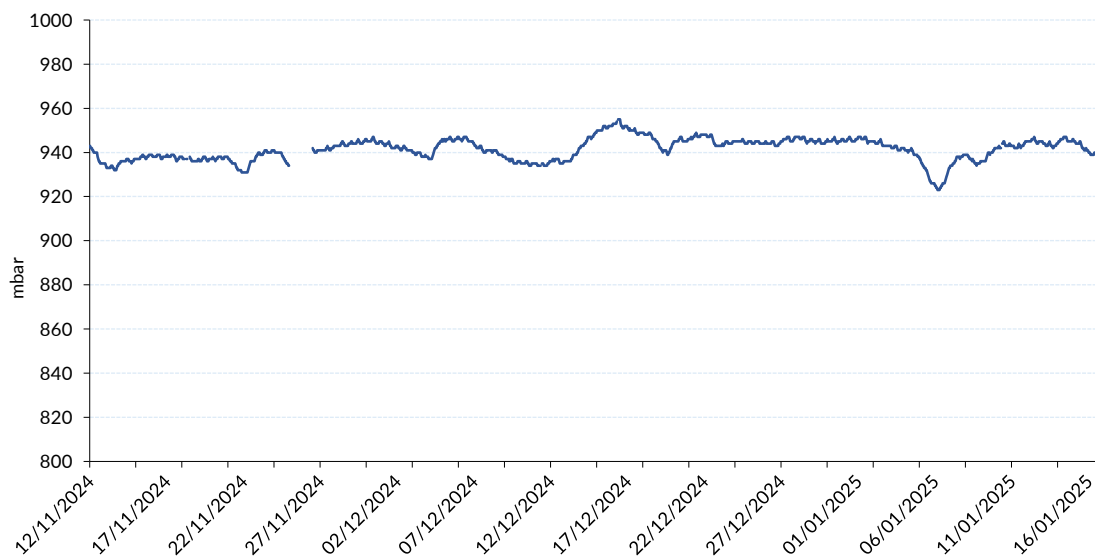
MEDIAS HORARIAS TEMPERATURA



MEDIAS HORARIAS HUMEDAD



MEDIAS HORARIAS PRESIÓN



Según la información de análisis y predicción diaria de condiciones de ventilación atmosférica en Madrid, elaborada por la Agencia Estatal de Meteorología, la ventilación durante el periodo en estudio ha sido favorable, excepto los días:

- 17, 18, 25, 27, 28, 29 y 30 de noviembre
- 1, 2, 4, 5, 6, 14, 16, 17, 20, 21, 24, 25, 28 y 30 de diciembre.
- 1, 14 y 15 de enero.

2.3 RESULTADOS DE LA CAMPAÑA Y COMPARACIÓN CON LA RED DE VIGILANCIA

A continuación, se incluye una tabla con los datos obtenidos por la cabina portátil, efectuando comparativas con la media de las estaciones de fondo, de tráfico y suburbanas.

Contaminantes	Cabina		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)	31	103	39	157	36	145	24	125
PM10 (µg/m ³)	18	125	21	132	20	108	14	60
PM2,5 (µg/m ³)	10	43	11	45	10	43	7	29
O ₃ (µg/m ³)	29	76	27	79	27	90	31	88

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

La cabina portable ha registrado una concentración máxima horaria de NO₂ inferior al resto de las estaciones. No obstante, la concentración media ha sido similar a las demás estaciones, sobre todo a la de las estaciones de fondo. Las estaciones suburbanas han registrado el valor medio más bajo de toda la red.

Las concentraciones máximas horarias más elevadas de PM10 se han registrado en las estaciones de tráfico, aunque los valores medios son similares a los de las demás estaciones. Las estaciones de tráfico han registrado los valores medios ligeramente más elevados.

En cuanto a las concentraciones medias de PM2,5 se han registrado valores muy similares entre la cabina portable, las estaciones de fondo y las estaciones de fondo. Las estaciones suburbanas han presentado los valores más bajos. La máxima horaria recogidas en la cabina portable es muy parecida a la recogida por las estaciones de tráfico y a las de fondo.

Respecto al ozono, la cabina portable ha registrado la máxima horaria más baja de entre todas las estaciones y el valor medio es muy parejo al valor medio de las estaciones suburbanas.

El índice de calidad del aire en la ciudad de Madrid durante la campaña ha sido el siguiente:

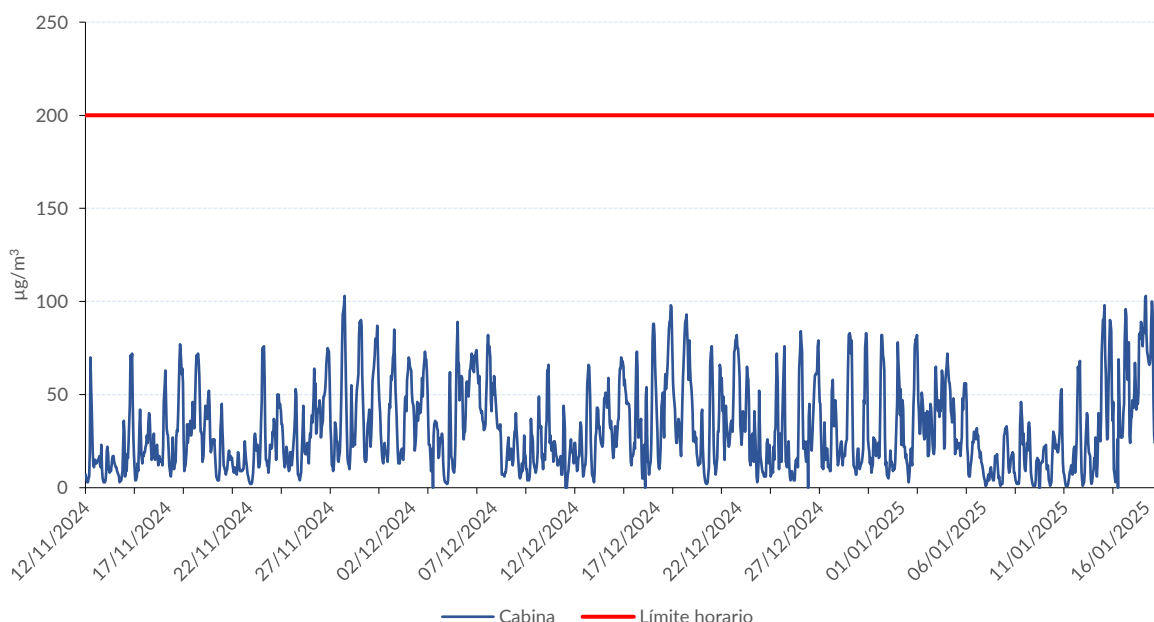
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
NOVIEMBRE												Λ	Λ	Λ	~	Λ	~	~	~	~	Λ	Λ	Λ	Λ	~	~	~	~	~	~	
DICIEMBRE	~	~	~	~	~	~	Λ	Λ	Λ	~	Λ	~	Λ	~	~	~	~	~	V	Λ	~	~	Λ	~	~	~	~	~	~	~	
ENERO	~	~	~	~	~	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	~	Λ	~	~	~	V															

Más información sobre el [índice de calidad del aire](#).

2.3.1 DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

Se incluye un gráfico donde se representan las concentraciones medias horarias de NO₂ registradas por la cabina durante el periodo de campaña frente al límite horario (200 µg/m³, no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año) establecido en la legislación para este contaminante, junto con una tabla con el número de superaciones producidas durante este periodo.

MEDIAS HORARIAS NO₂

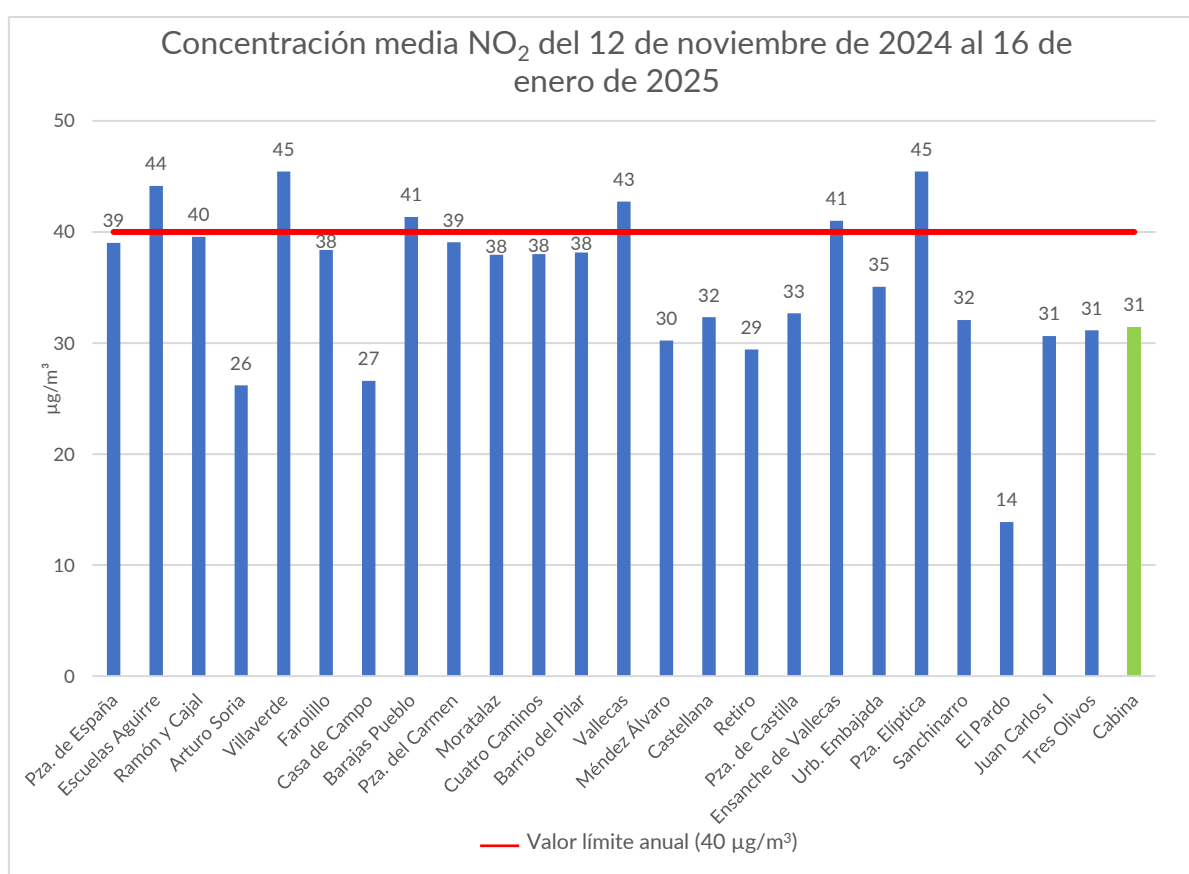


Superaciones del valor límite horario (200 µg/m³)
No más de 18 superaciones por año

0

Durante el periodo en estudio no se ha producido ninguna superación del valor límite horario marcado por la legislación, las medias horarias de NO₂ registradas se encuentran alejadas de dicho valor.

A continuación, se muestran los valores medios obtenidos tanto en las estaciones de la red fija como en la cabina portable a lo largo del periodo correspondiente a la campaña.

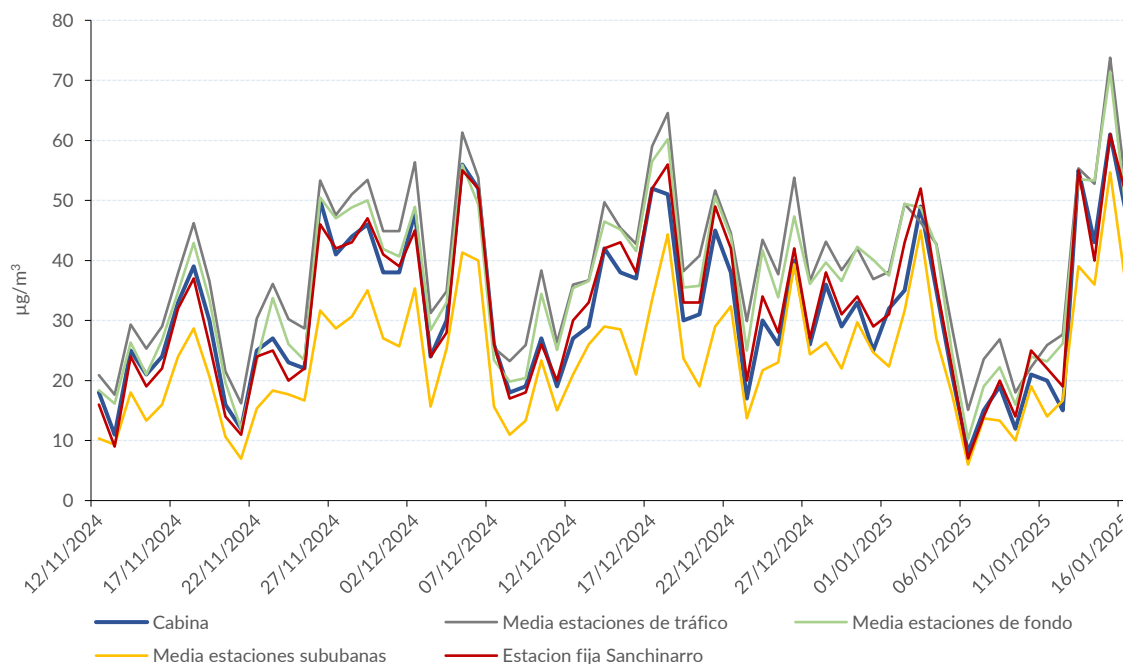


La concentración media de NO₂ de la cabina portable es de 31 µg/m³, alejada del valor límite anual (40 µg/m³).

La estación que ha registrado la media más baja es la estación suburbana de El Pardo con un valor medio de 14 µg/m³ y las más elevadas, Plaza Elíptica y Villaverde con 45 µg/m³.

Se incluye una comparativa de las concentraciones medias diarias registradas por la cabina, por la estación fija de Sanchinarro y la media de las estaciones de tráfico, las estaciones de fondo y las estaciones suburbanas de la red.

Comparativa concentraciones diarias NO₂



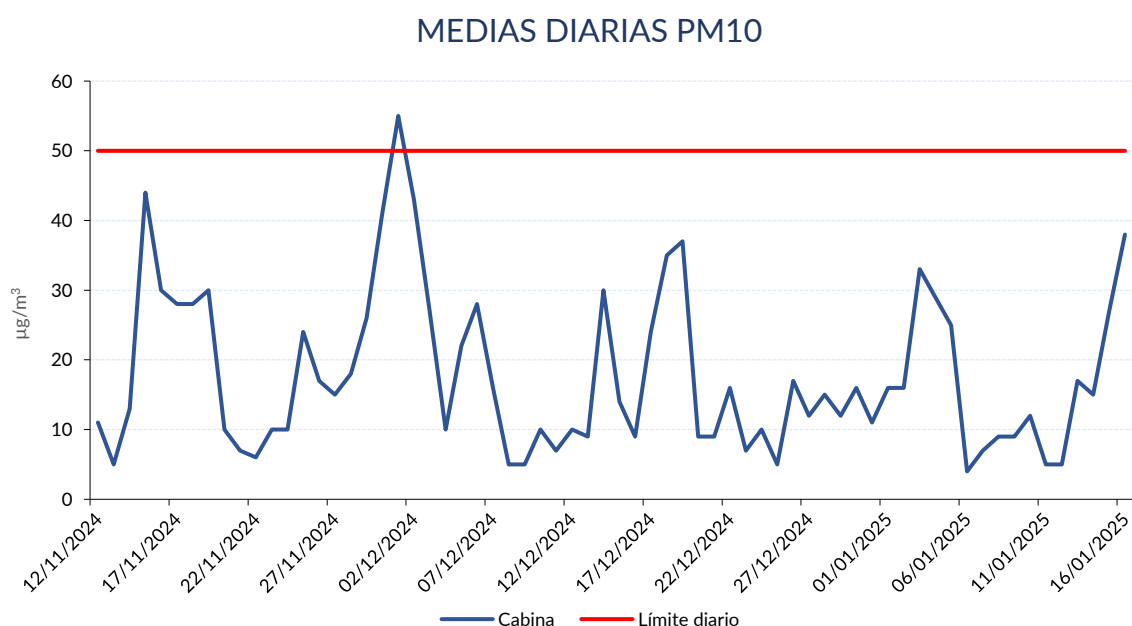
La cabina portable presenta una evolución similar a las estaciones de la red de vigilancia de calidad del aire del ayuntamiento de Madrid, registrando valores similares a la media de las estaciones de fondo y de tráfico, aunque ligeramente inferiores a ellas y muy pareja a la estación fija de Sanchinarro que es la más próxima a la cabina.

La media de las estaciones suburbanas ha sido la más baja durante el periodo de campaña, como cabía esperar.

2.3.2 PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN

PARTÍCULAS PM10

Con el objetivo de mostrar la evolución de las concentraciones de partículas PM10, se expone un gráfico de las medias diarias registradas por la cabina portable, junto con una tabla con el número de superaciones del valor límite diario ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

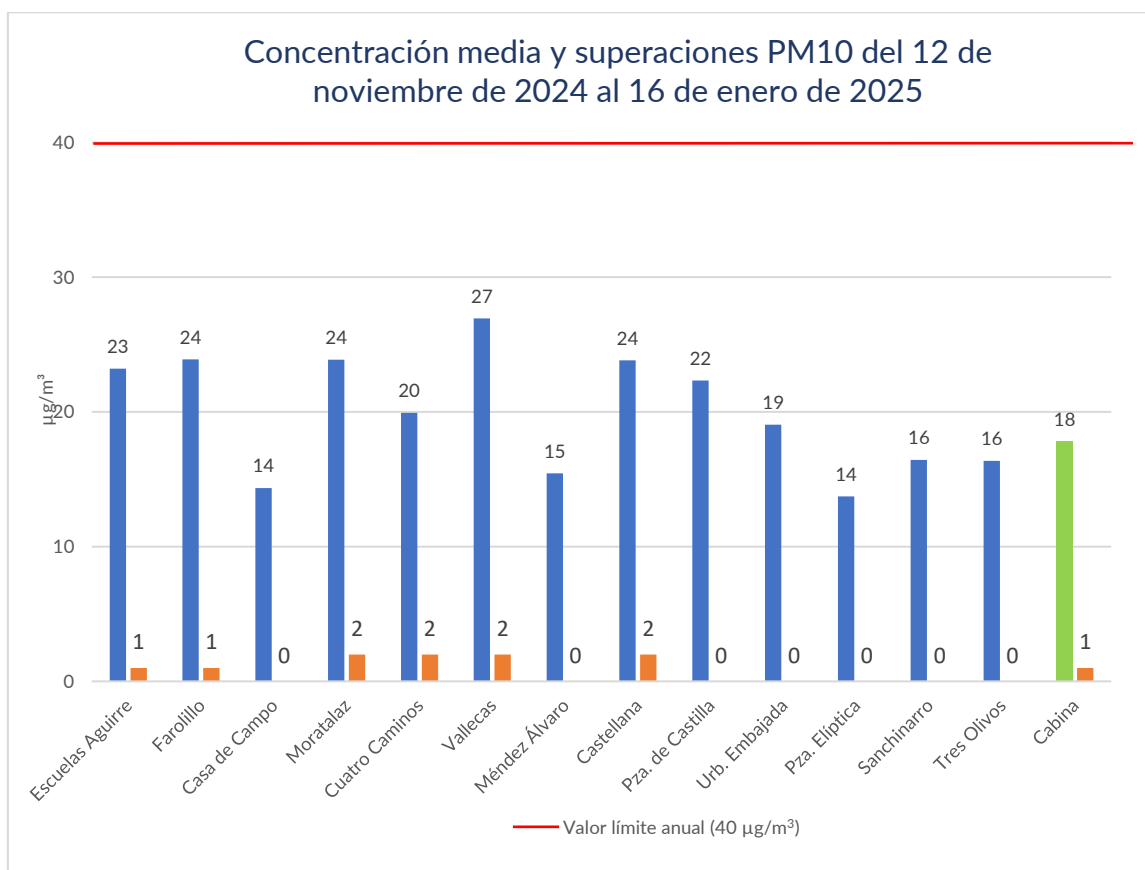


Superaciones del valor límite diario ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
No más de 35 superaciones por año

1

La cabina ha registrado un total de 1 superación del valor límite diario de PM10 en el periodo de campaña, el día 1 de diciembre con una concentración media de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, coincidiendo con un episodio de intrusión de polvo sahariano.

En el siguiente gráfico se representan la concentración media obtenida durante el periodo de campaña y las superaciones del valor límite diario de PM10, tanto en la cabina como en las estaciones del sistema de vigilancia de calidad del aire.



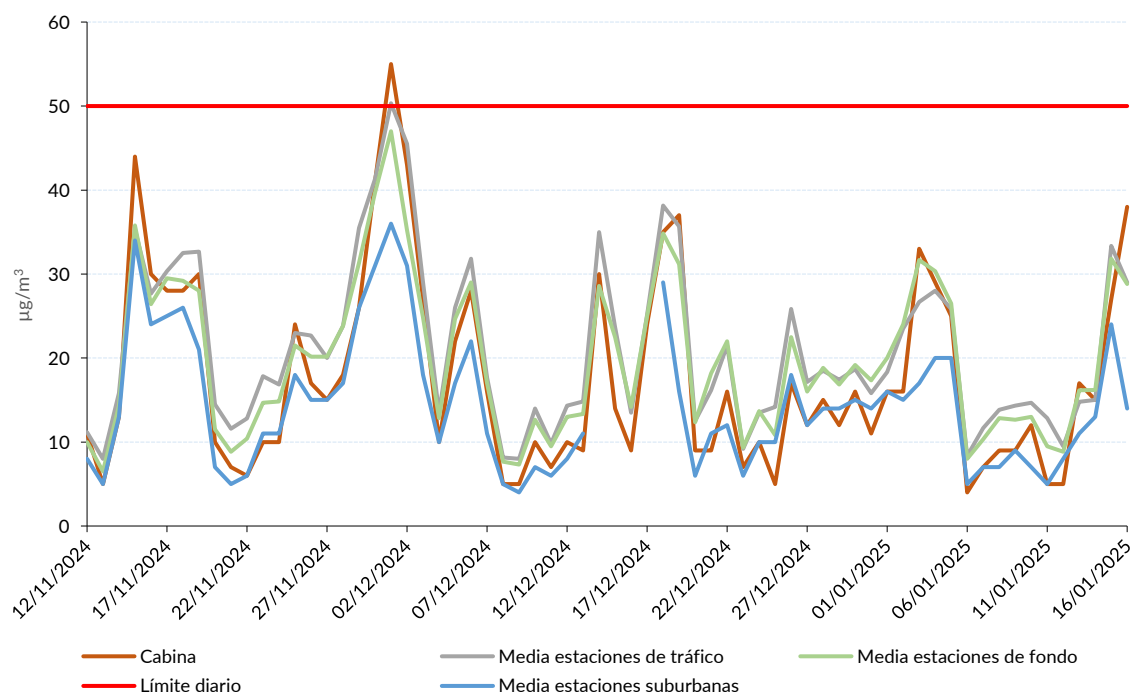
Las estaciones fijas de la red del ayuntamiento de Madrid han registrado entre 1 y 2 superaciones del valor límite diario de PM10 establecido en 50 µg/m³, concentradas el 1 y 2 de diciembre.

La concentración media obtenida en la cabina durante la campaña es de 18 µg/m³, siendo ligeramente inferior a la mayoría de las estaciones de la red de vigilancia de calidad del aire.

Todas las estaciones se encuentran alejadas del valor límite anual establecido por la legislación en 40 µg/m³.

En la siguiente gráfica se representan las medias diarias registradas por la cabina portable y la media de las estaciones de tráfico, las estaciones de fondo y las estaciones suburbanas.

Comparativa concentraciones diarias PM10

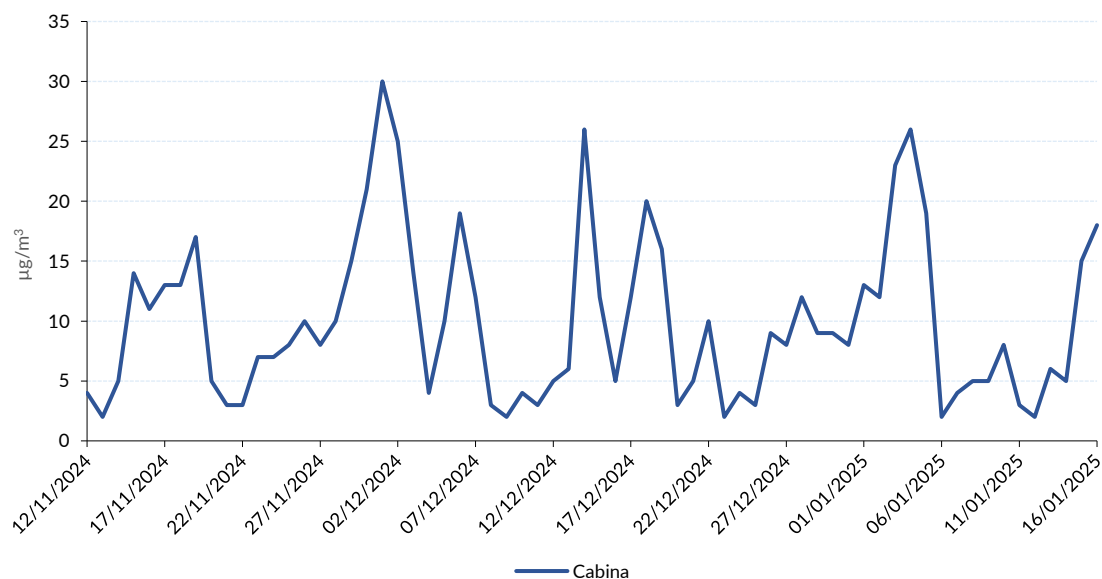


Se registra una evolución similar en todas las estaciones a lo largo del periodo de estudio.

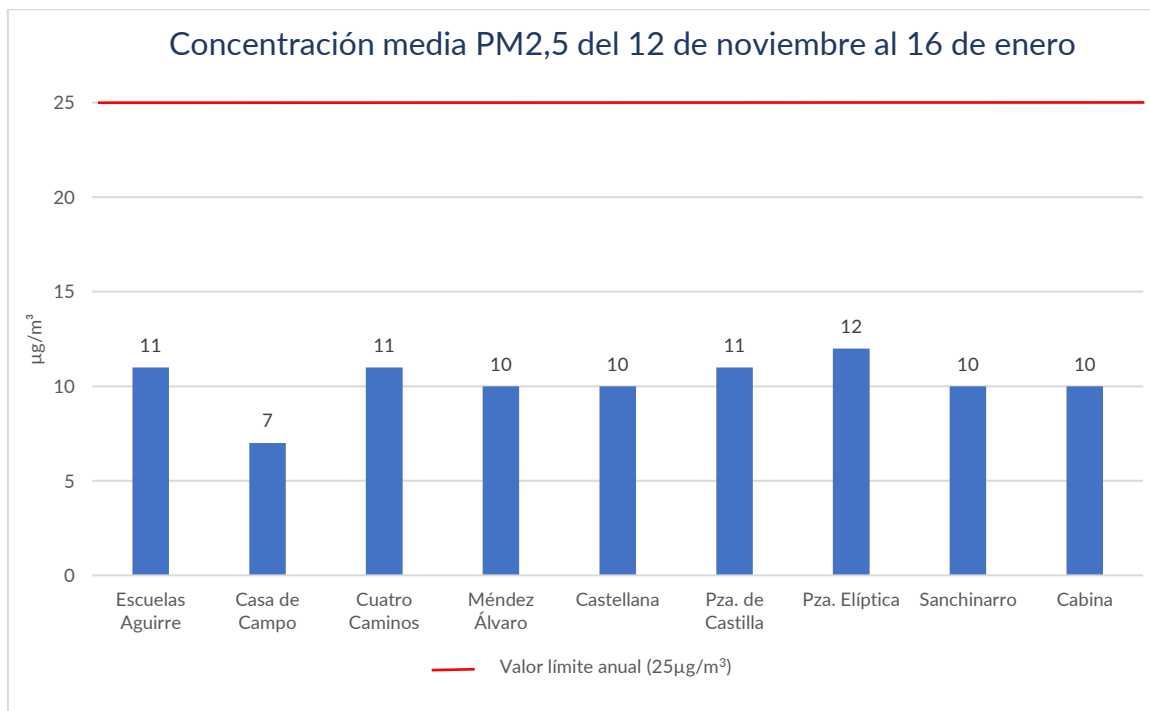
PARTÍCULAS PM2,5

En el siguiente gráfico se representan las medias diarias de PM2,5 registradas por la cabina portable durante el periodo de campaña.

MEDIAS DIARIAS PM_{2,5}



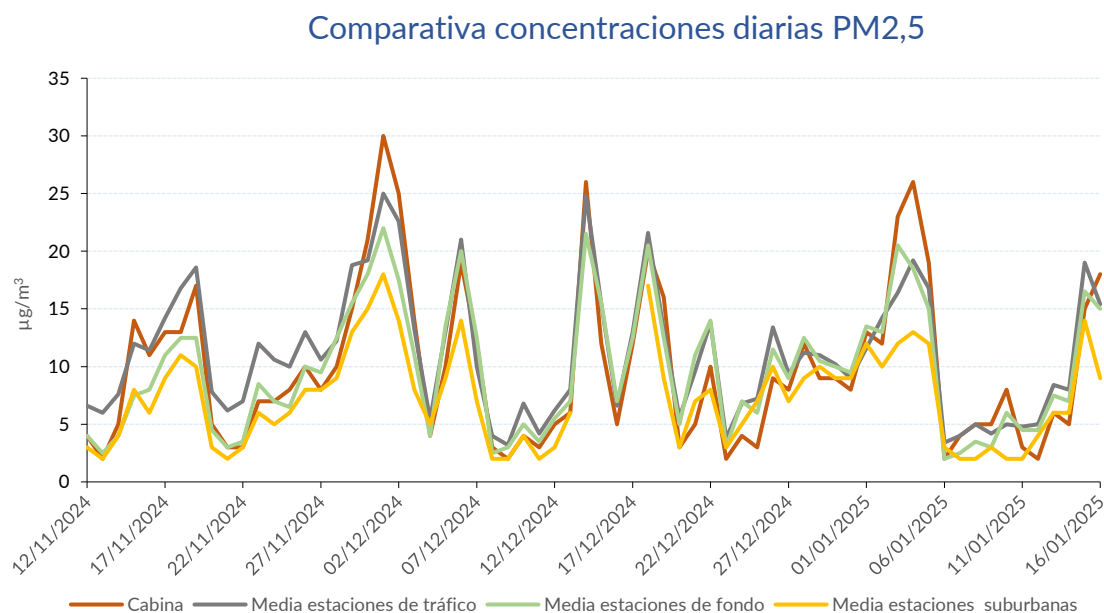
A continuación, se incluye un gráfico en el cual se compara la concentración media obtenida en la cabina con las concentraciones medias registradas en las demás estaciones de la red.



La cabina portable ha registrado una concentración media de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ similar a la de las estaciones suburbanas de la red de vigilancia de calidad del aire del ayuntamiento de Madrid e inferior a la media registrada por las estaciones de tráfico y de fondo.

Todas se encuentran alejadas del valor límite anual establecido por la legislación en $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

El siguiente gráfico incluye una comparación entre las medias diarias registradas por la cabina portable y las medias diarias de las estaciones de fondo, de tráfico y suburbanas.



La evolución de las concentraciones de PM_{2,5} es similar en todos los casos, si bien, al comienzo de la campaña la cabina registraba concentraciones ligeramente superiores al resto de estaciones e inferiores al finalizar la campaña.

FUENTES NATURALES

Las intrusiones saharianas son masas de aire procedentes de regiones áridas del continente africano con altas concentraciones de partículas que pueden afectar a las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2,5} registradas en nuestra ciudad. A continuación, se incluye una tabla con los episodios de intrusión sahariana que han tenido lugar del 18 al 19 de diciembre en la zona centro.

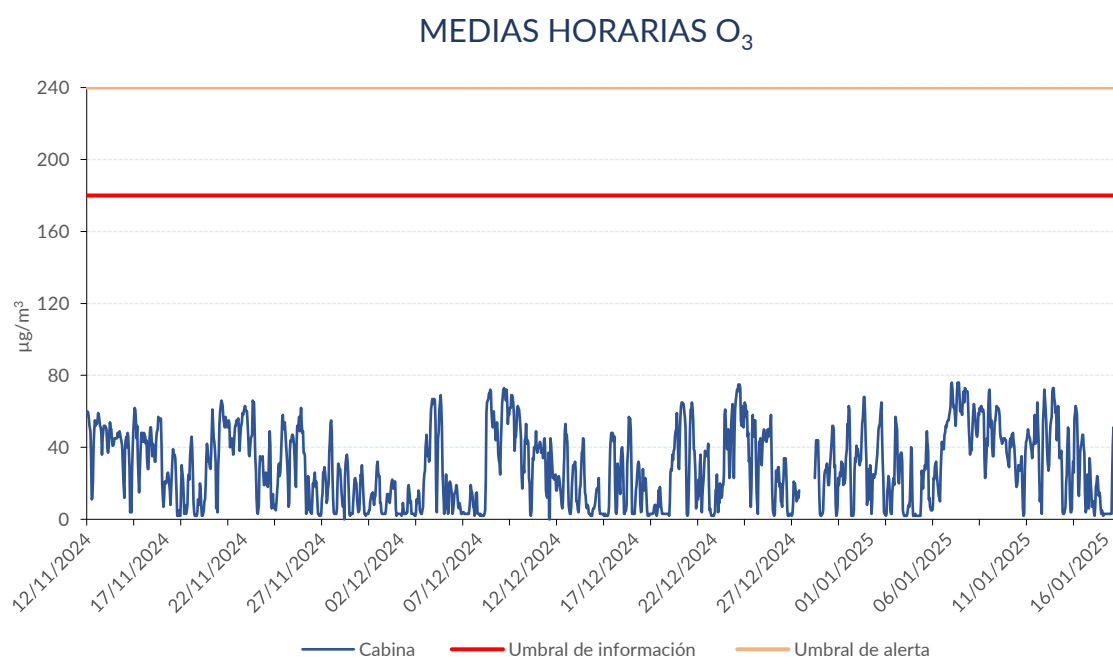
Toda la información sobre la predicción de los episodios de intrusiones saharianas se encuentra disponible en la página web del [Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico](#).

MES	DÍAS CON PREVISIÓN EPISODIOS DE INTRUSIÓN
NOVIEMBRE	15-20 25 29-30
DICIEMBRE	1-4 18-19
ENERO	5

La cabina ha registrado un total de 1 superación del valor límite diario de PM10 en el periodo de campaña, el día 1 de diciembre con una concentración media de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, coincidiendo con un episodio de intrusión de polvo sahariano.

2.3.3 OZONO (O₃)

A continuación, se representan las concentraciones medias horarias de O₃ registradas por la cabina portable durante el periodo de campaña frente al umbral de información (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y el umbral de alerta (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) establecido en la legislación para este contaminante.

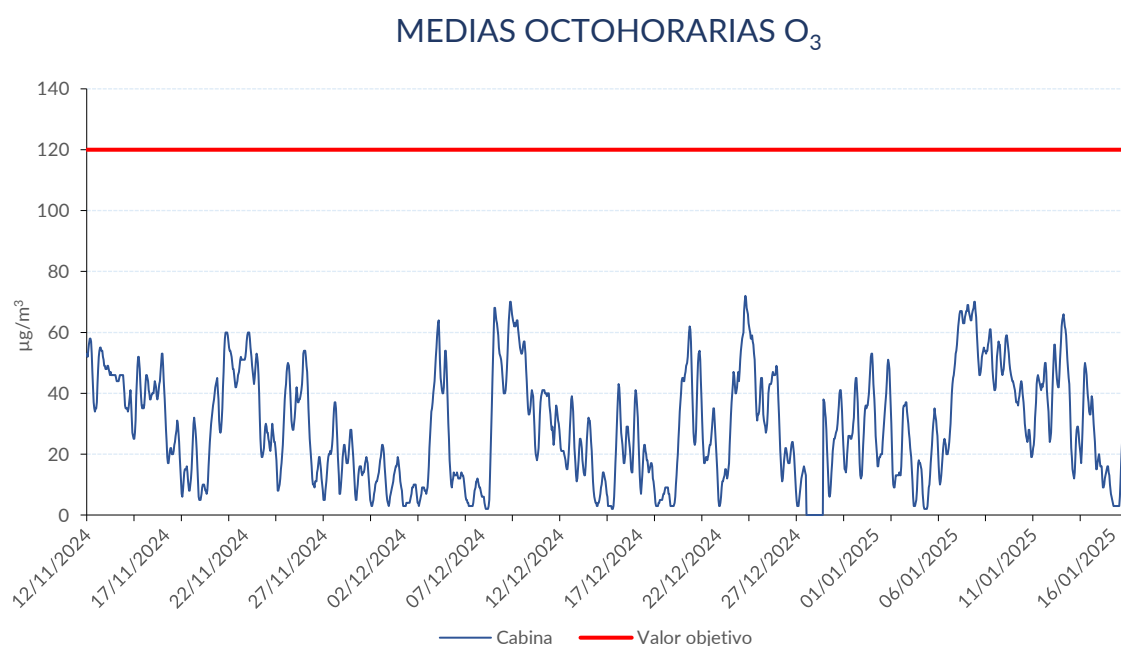


No se disponen de datos válidos del 27 al 28 de diciembre debido a una incidencia en el analizador de ozono de la cabina.

Los valores de O₃ registrados se encuentran alejados del umbral de información (180 µg/m³) y del umbral de alerta (240 µg/m³) establecidos por la legislación. No se ha producido ninguna superación de ninguno de ellos.

En el siguiente gráfico se representan las concentraciones octohorarias de ozono registradas del 12 de noviembre al 16 de enero en la cabina.

Se incluye el valor objetivo establecido en 120 µg/m³, que no podrá superarse en más de 25 días por año civil de promedio en un periodo de 3 años.



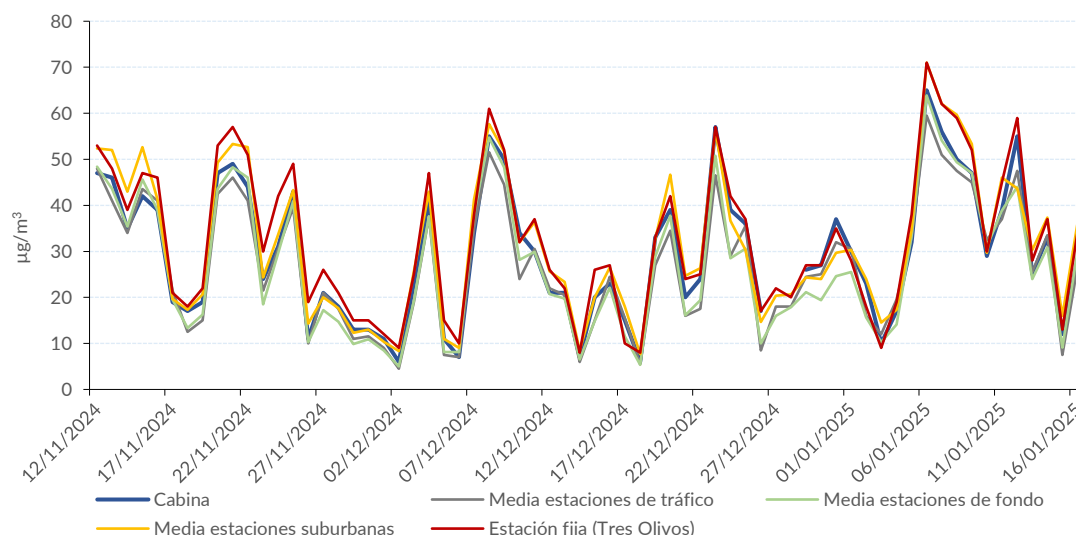
**Superaciones del valor objetivo octohorario
(120 µg/m³) No más de 25 superaciones por año**

0

Durante el periodo de campaña no se ha producido ninguna superación del valor objetivo octohorario (120 µg/m³).

En la siguiente gráfica se representan las concentraciones diarias de ozono registradas por la cabina, la estación fija de Tres Olivos y la media de las estaciones de tráfico, las estaciones de fondo y las estaciones suburbanas de la red.

Comparativa concentraciones diarias O₃



Todas las estaciones muestran una evolución similar a lo largo del periodo en estudio.

3. RESULTADOS DE LOS CAPTADORES PASIVOS

Del 13 al 30 de diciembre se instalaron un total de 50 captadores pasivos de NO₂.

Para cumplir el objetivo de la campaña se efectuaron las siguientes actuaciones:

- Establecer los puntos de medida.
- Planificación de la instalación de los captadores pasivos.
- Obtención del material necesario para llevar a cabo la campaña.
- Instalación de los 50 captadores pasivos el día 13 de diciembre.
- Una vez transcurrido un periodo de 17 días, desmontaje de los captadores pasivos la mañana del día 30 de diciembre.
- Envío de los captadores pasivos al laboratorio para su análisis.
- Recepción de los informes de laboratorio y procesamiento del dato.
- Elaboración de mapas de distribución de los contaminantes medidos y estudios asociados.

3.1. METODOLOGÍA

Los sistemas de captación pasiva tienen su fundamento en los fenómenos de difusión y permeación: las moléculas de un gas están en constante movimiento y son capaces de penetrar y difundirse espontáneamente a través de la masa de otro gas hasta repartirse uniformemente en su seno, así como atravesar una membrana sólida que presente una determinada capacidad de permeación para la molécula en cuestión.

Los captadores pasivos para la captación de gases se rigen por la Ley de Fick que relaciona el flujo de un gas que difunde desde una región de alta concentración (extremo abierto del tubo), con el tiempo de exposición y el área del captador que está expuesto al contaminante.

CAMPAÑA	PERIODO DE MEDIDA		CONTAMINANTES
	Fecha inicio	Fecha Fin	
Pasivos	13/12/2024	30/12/2024	NO ₂

La campaña se ha realizado utilizando 50 tubos de difusión de NO₂ tipo Palmes.

Los tubos de difusión deben mantenerse en posición vertical con el extremo abierto hacia abajo durante el muestreo. Por lo general, se coloca un clip permanente (como un clip Terry o un clip de plástico) de manera que los tubos puedan cambiarse fácilmente. Es importante que el extremo abierto del tubo esté expuesto a la circulación libre del aire.

Los tubos de difusión tipo Palmes son de plástico transparente o translúcido incoloro y contienen como reactivo químico para absorber el NO₂ trietanolamina (TEA). Las rejillas de acero inoxidable en el extremo cerrado del tubo se recubren con una solución a base de agua o acetona de este absorbente.

El análisis de los tubos de difusión de NO₂ se basa en la colorimetría. Se agrega una mezcla de agua y reactivos a los tubos para disolver el nitrito recogido en las rejillas. Los reactivos reaccionan con el nitrito formando un compuesto de color morado, cuya intensidad se mide con espectrofotometría, de lo cual se ha encargado la Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Ingeniería Química de la Escuela Superior de Ingeniería Industrial).

La concentración de nitrito se utiliza para calcular la masa recogida y la concentración promedio de NO₂ en el ambiente. El método de cálculo de las concentraciones obtenidas en el tiempo de exposición, tal y como indica el fabricante, es el siguiente:

Teniendo en cuenta el tiempo y la temperatura de exposición, la concentración de NO₂ se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{1}{\text{"s.rate"}} \times \frac{m}{t}$$

Donde:

C= la concentración de NO₂ en la atmósfera (µg/m³)

"s.rate" = la tasa de muestreo de NO₂ (m³/h)

m= masa de nitrito recogida en el tubo (µg)

t= tiempo de exposición en minutos



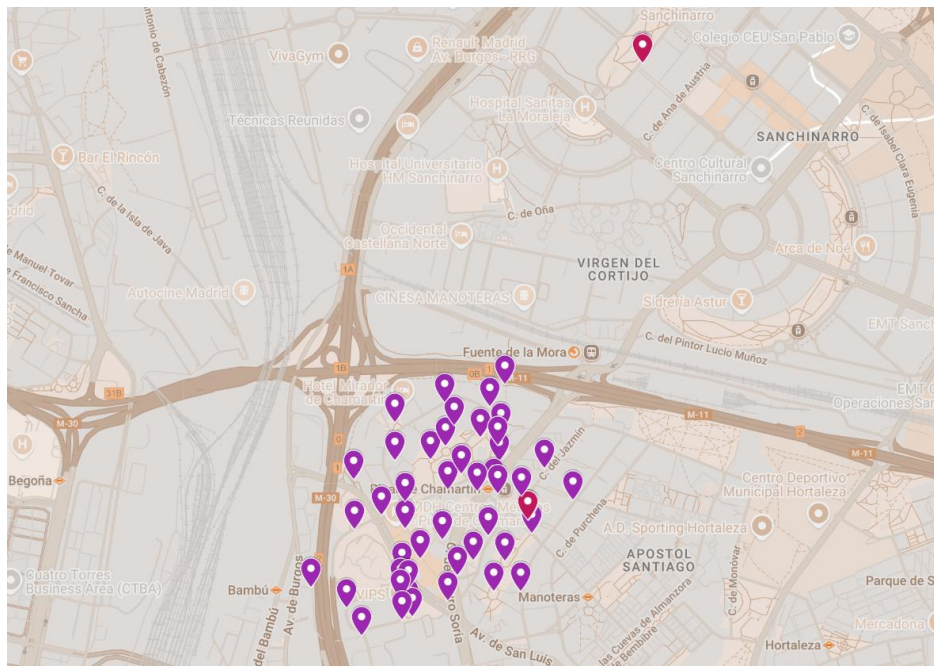
Imagen 2. Captador pasivo de NO₂.

3.2. DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

Los captadores pasivos se han instalado en farolas de alumbrado público, a una altura entre 2,5 y 3,5 m, y se han distribuido de forma homogénea en el distrito de Ciudad Lineal, concretamente en la zona de Condado Treviño. Han sido un total de 50 captadores pasivos de los cuales dos se han colocado cerca de la estación fija de Sanchinarro y otros dos cerca de la cabina.

El tiempo de exposición ha sido de 17 días. Transcurrido ese intervalo, se procedió a la recogida de los captadores y su envío al laboratorio para su análisis.

En la siguiente imagen se observa un mapa con la distribución de los puntos de medición.

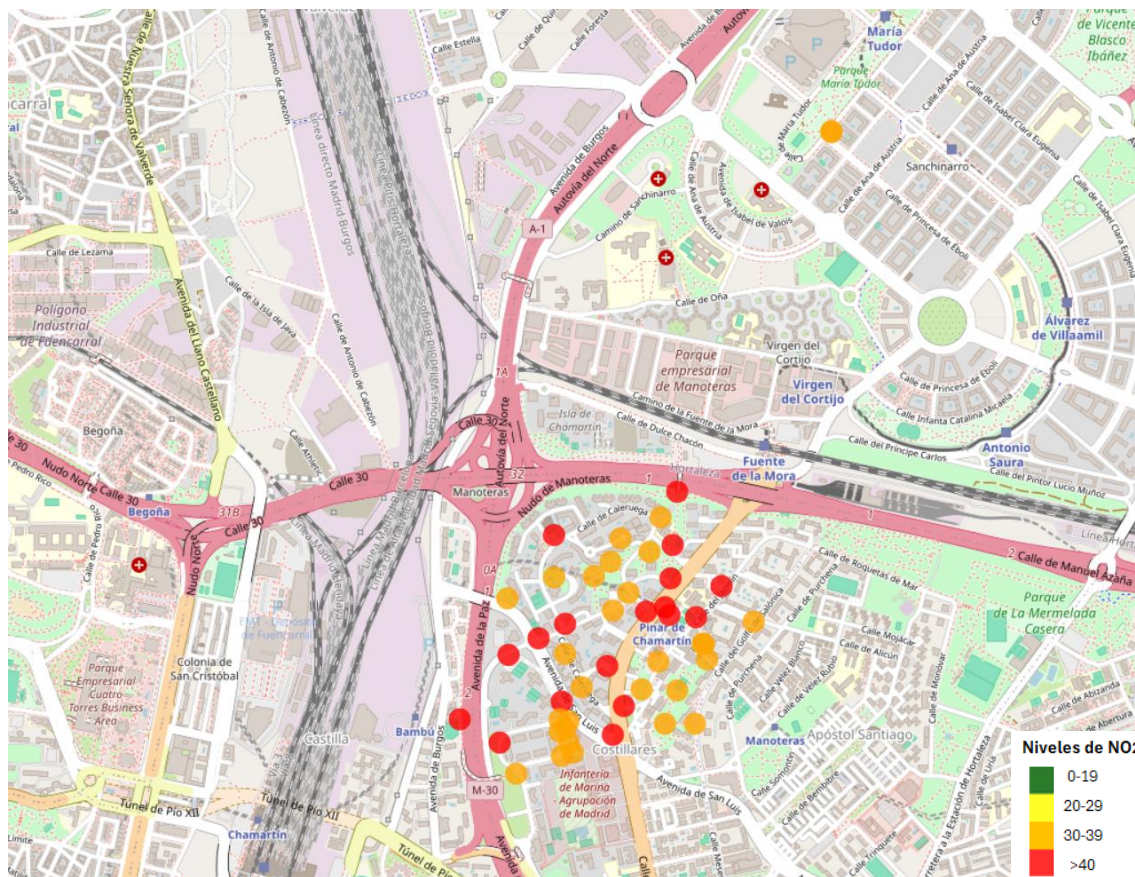


3.3 RESULTADOS

Finalizada la fase de captación, los resultados obtenidos con captadores pasivos, son los siguientes:

Nº Pasivo	Dirección	Nº Farola	Longitud	Latitud	Código R.	C (µg/m³)
1	Parque zona norte	13	-3,6708064	40,4766355	207	34,3
2	Parque zona área infantil	7	-3,6706937	40,4762316	420	34,3
3	C/ Serrano Galvache 44	60	-3,6733223	40,4762275	214	42,5
4	Pasarela. Serrano galvache	1	-3,6726786	40,4753216	442	37,4
5	C/ Condado Treviño 22	00RN56	-3,6730111	40,4788142	424	40,2
6	C/ Condado Treviño	122	-3,6718303	40,4793033	183	48,6
7	Av Burgos cerca Padel	31	-3,6749008	40,4769095	231	47,7
8	Av San Luis 93	111	-3,6709555	40,4774448	412	40,4
9	Esquina av San Luis/ Arturo Soria		-3,6689733	40,4764746	196	44,3
10	C/ Caleruega 17	9	-3,6701642	40,4778692	232	38,6
11	C/ Caleruega 16	15	-3,6708133	40,4788566	584	36,2
12	Av. San Luis dentro Parque	1010	-3,6730503	40,4804658	208	38,5
13	C/ Caleruega 34 área infantil	34	-3,6697058	40,4811184	455	35,3
14	C/ Caleruega 95	15	-3,6675495	40,4818608	551	34,6
15	C/ Hontoria del Pinar 333	8	-3,6667497	40,4810607	215	40,6
16	C/ Briviesca 4	3	-3,6666344	40,4820328	191	40,5
17	C/ Caleruega 46	8	-3,6691644	40,478483	450	40,1
18	C/ Jazmin 3 Zona norte Parque		-3,667826	40,4778031	204	35,4
19	Parque	19	-3,6664687	40,4777604	199	32,1
20	Parque doctor Fernandez Catalina	37	-3,6669649	40,4767862	423	36,3
21	C/ Arturo Soria con C/ Senda	415	-3,668522	40,4773045	565	40,6
22	C/ Yerma 10 /Condado Treviño 2	67	-3,6710253	40,4769329	428	35,3
23	C/ Condado de Treviño 5	15	-3,6689627	40,4801188	498	38,2
24	C/ Caleruega 99	83	-3,6683753	40,4806329	408	37,1
25	C/ Caleruega 20	20	-3,6708207	40,47973	411	42,0
26	C/ Caleruega 51 área infantil	2011	-3,6712287	40,4811054	451	35,4
27	C/ Dalia	86	-3,6653259	40,4786794	433	38,1
28	Laforet centro		-3,6654493	40,4791446	424	36,4
29	Laforet centro		-3,6654734	40,4791303	440	37,7
30	C/ Arturo SORIA 330	511	-3,6669351	40,4802154	236	46,9
31	Jazmin 7	17	-3,6671873	40,478618	201	34,3
32	Jazmin 48	24	-3,6657547	40,479927	401	40,1
33	C/ Golfo de Salónica 51	14	-3,6635043	40,4798005	466	37,5
34	C/ Golfo de Salónica 17		-3,6657826	40,4767823	580	36,2
35	C/ Caleruega 331	504	-3,6676602	40,4800864	206	48,0
36	Parque	10	-3,6667912	40,4799788	192	40,9
37	C/ Violín 17	28	-3,664758	40,4808301	228	40,3
38	Estación contaminación S.Chinarro		-3,6605144	40,4942152	184	38,0
39	Estación contaminación S.Chinarro		-3,6605198	40,4941866	449	35,5
40	C/ Caleruega 110	40	-3,6690617	40,4815425	410	36,1
41	Parque zona sur	3	-3,6705216	40,4759529	224	33,7
42	C/ Serrano Galvache	1B	-3,6706977	40,4768414	439	36,4
43	C/ Yerma 56	14	-3,6710289	40,4765696	29	36,0
44	C/ Yerma 24	4	-3,67093	40,4758579	225	34,6
45	C/ Caleruega 65 área infantil	7	-3,6712435	40,4823511	462	40,5
46	C/ Caleruega 84	46	-3,6686494	40,4822384	57	37,2
47	C/ Caleruega 92	59	-3,6690782	40,4829769		Falta
48	C/ Caleruega 89	67	-3,6671042	40,4828731	485	39,4
49	Parque	2021	-3,6664688	40,4836031	516	45,3
50	C/ Briviesca 4 área infantil	5	-3,6667795	40,4815947		Falta

En el mapa que se muestra a continuación, se representan las concentraciones obtenidas en los distintos puntos de muestreo.



La mayoría de los puntos de muestreo han registrado concentraciones medias de NO_2 comprendidas entre los 32 y los 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La concentración de NO_2 más elevada, con un valor de 48,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, se ha registrado en el nº de pasivo 6 en la farola 122 en la glorieta de Condado Treviño con Avenida de San Luis.

4. CONCLUSIONES

- Según la información de análisis y predicción diaria de condiciones de ventilación atmosférica en Madrid, elaborada por la Agencia Estatal de Meteorología, la ventilación durante el periodo en estudio ha sido favorable, excepto los días 14, 16, 17, 20, 21, 24, 25, 28 y 30 de diciembre.
- Las medias horarias de NO₂ registradas en la cabina portable se encuentran alejadas de los valores límites establecidos por la legislación.
No se ha producido ninguna superación del valor límite horario de NO₂ y la media registrada durante la campaña es muy inferior al valor límite anual.
- La cabina durante el periodo de esta campaña **no ha registrado ninguna superación del valor límite diario de PM₁₀**.
Tampoco ninguna de las estaciones fijas de la red.
La concentración media de PM₁₀ obtenida durante la campaña se encuentra alejada del valor límite anual establecido por la legislación en 40 µg/m³.
- La cabina portable ha registrado una concentración media de PM_{2,5} más baja que el resto de las estaciones de la red de vigilancia de calidad del aire del ayuntamiento de Madrid.
Todas las medias de PM_{2,5} se encuentran alejadas del valor límite anual establecido por la legislación en 25 µg/m³.
- **No se ha producido ninguna superación del valor objetivo octohorario (120 µg/m³), ni de los umbrales de información y alerta establecidos por la legislación para el O₃.**
- En cuanto a los captadores pasivos de NO₂, la mayoría de los puntos han registrado concentraciones medias comprendidas entre los 32 y los 49 µg/m³.
La concentración de NO₂ más elevada, ha sido de 48,6 µg/m³.

ANEXO. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

I. RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE

La red de vigilancia del ayuntamiento de Madrid está formada por 24 estaciones fijas utilizadas para la medición permanente de diversos contaminantes (dióxido de nitrógeno, partículas en suspensión, monóxido de carbono, dióxido de azufre, ozono y benceno). La información detallada sobre la situación de las estaciones, los contaminantes que miden, su entorno y las características de su emplazamiento puede encontrarse en: [Red de estaciones fijas de control de calidad del aire - Portal de Calidad del aire \(madrid.es\)](https://portalcalidaddelaire.madrid.es)

Además de analizadores automáticos, en el caso de algunos contaminantes se utilizan equipos manuales para su captación y determinación posterior en laboratorio:

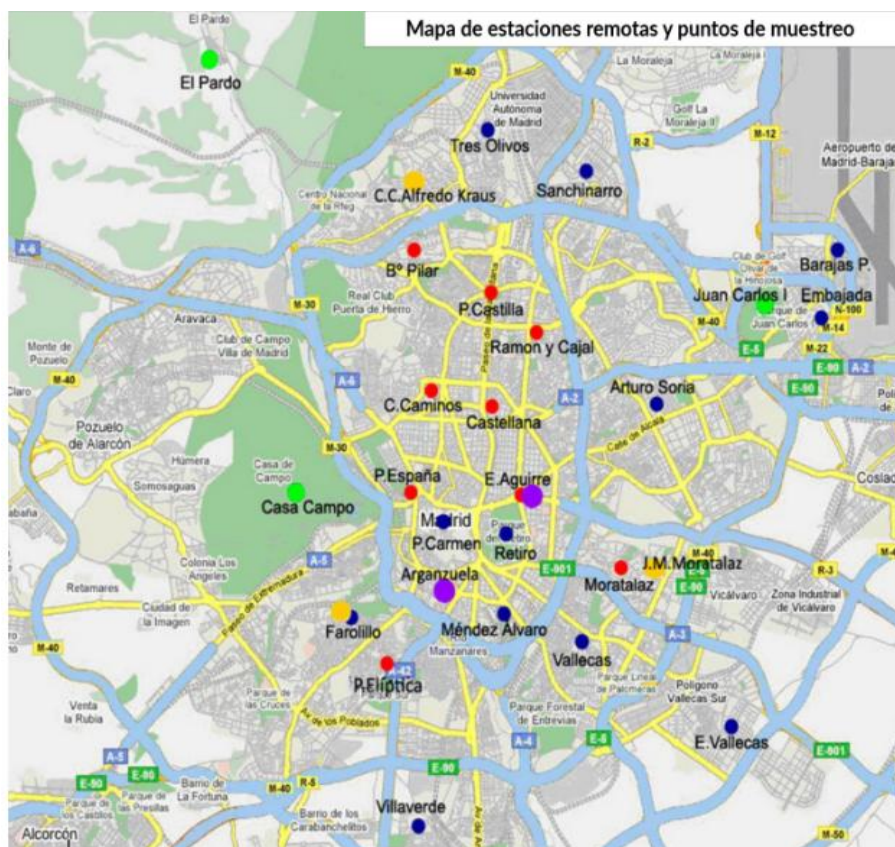
- Partículas PM 2,5 (tres equipos de muestreo) ubicados en la Junta Municipal de Moratalaz, en la estación de Farolillo y en el Centro Cultural Alfredo Kraus.
- Metales pesados (arsénico, cadmio, níquel y plomo) junto a la estación automática de Escuelas Aguirre y en el Centro integrado de Arganzuela.
- Benzo(a)pireno junto a la estación automática de Escuelas Aguirre.

Las estaciones pueden clasificarse como:

- **Urbanas de fondo:** son representativas de la exposición de la población urbana en general.
- **De tráfico:** situada de tal manera que su nivel de contaminación está influido principalmente por las emisiones procedentes de una calle o carretera próxima, pero se ha de evitar que se midan microambientes muy pequeños en sus proximidades.
- **Suburbanas:** están situadas a las afueras de la ciudad, en los lugares donde se encuentran los mayores niveles de ozono.

Todas ellas tienen como objetivo la protección de la salud humana.

DISTRIBUCIÓN Y TIPOLOGÍA DE ESTACIONES RED DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE.



Tipos de estación:

- | | |
|--|---|
| ● Suburbana | ● Punto muestreo metales pesados |
| ● Urbana de fondo | ● Punto de muestreo manual de PM _{2,5} |
| ● Urbana de tráfico | |

Para esta campaña, el servicio de calidad del aire cuenta con una **cabina portable o armario**, que funciona como una estación remota para la realización de campañas de medición específicas, que permite determinar los niveles de contaminación en lugares alejados de las estaciones fijas que integran la red automática de vigilancia.

Analizadores y técnicas analíticas de la cabina portable:

- Partículas PM₁₀ y PM_{2,5} (absorción de radiación β)
- Óxidos de nitrógeno (quimioluminiscencia).
- Ozono (absorción ultravioleta).

II. PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

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. Se genera principalmente por la industria (incluyendo las termoeléctricas), seguido de los vehículos a motor.

Partículas en suspensión. El material particulado es una mezcla compleja de componentes con características químicas y físicas diversas, formadas a partir de otros contaminantes primarios e, incluso, a partir de elementos naturales. En las ciudades europeas, este material se genera en procesos de combustión provenientes tanto de los sistemas de calefacción de edificios como de las emisiones generadas por el tráfico rodado, con una especial importancia en los motores de ciclo diésel con tecnologías de motor anteriores al año 2000. En el caso de España, por su situación geográfica, se pueden encontrar aportes de origen natural como pueden ser las procedentes del desierto del Sáhara.

El término PM₁₀ se refiere a partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 10 µm, comprendiendo las fracciones fina y gruesa, y PM_{2,5} se refiere a partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 2,5 µm.

Dióxido de nitrógeno (NO₂). 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 a partir de las emisiones de monóxido de nitrógeno (NO) de los vehículos; por un proceso químico, dicho gas se transforma en NO₂ (contaminante «secundario»).

Monóxido de carbono (CO) 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.

Ozono (O₃) 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.

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.

III. LEGISLACIÓN

La legislación sobre calidad del aire en vigor viene 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 misma 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.
- **Directiva 2024/2881**, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2024 sobre la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Esta Directiva ha sido publicada el 20 de noviembre en el DOUE y entró en vigor el 11 de diciembre de 2024, aunque los Estados Miembros dispondrán de dos años para transponer la nueva Directiva. Entre sus objetivos está el alcanzar *“la ausencia de contaminación, de modo que la calidad del aire en la Unión mejore progresivamente hasta alcanzar niveles que ya no se consideren nocivos para la salud humana, los ecosistemas naturales y la biodiversidad, tal como se definen en los mejores y más actualizados datos científicos disponibles, contribuyendo así a un entorno sin sustancias tóxicas a más tardar en 2050”*. Para la consecución de dicho objetivo, destaca el alineamiento de los valores legislados por la presente Directiva a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que fueron actualizadas en el año 2021, reduciendo sus valores guía a la luz de las nuevas evidencias científicas sobre el impacto que la contaminación del aire en la salud humana.

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

Con el objetivo de facilitar la interpretación de los valores límites y los umbrales de información establecidos por la legislación para los distintos contaminantes, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla resumen de legislación en materia de calidad del aire				
Valores límite y objetivos				
Real Decreto 102/2011				
Contaminante	Objeto de protección	Período de análisis	Valor	Categoría
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Salud	Media anual	40 µg/m ³	Valor límite
	Salud	Media horaria; no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil	200 µg/m ³	Valor límite
Partículas PM10	Salud	Media anual	40 µg/m ³	Valor límite
	Salud	Media diaria; no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año	50 µg/m ³	Valor límite
Partículas PM2,5	Salud	Media anual	25 µg/m ³	Valor límite
Ozono troposférico (O ₃)	Salud	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias; no podrá superarse en más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años	120 µg/m ³	Valor objetivo
Dióxido de azufre (SO ₂)	Salud	Media horaria; Valor que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil.	350 µg/m ³	Valor límite
	Salud	Media diaria; valor que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil.	125 µg/m ³	Valor límite
Monóxido de carbono (CO)	Salud	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias	10 mg/m ³	Valor límite
Benceno	Salud	Media anual	5 µg/m ³	Valor límite

Umbral definidos en la legislación sobre calidad del aire			
Real Decreto 102/2011			
Contaminante	Tipo de umbral	Valor	Periodo de análisis
Ozono troposférico (O ₃)	Información	180 µg/m ³	Media horaria
	Alerta	240 µg/m ³	Media horaria
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Alerta	400 µg/m ³	Media horaria, durante 3 horas consecutivas en un área mayor de 100 Km ² .
Dióxido de azufre (SO ₂)	Alerta	500 µg/m ³	Media horaria, durante 3 horas consecutivas en un área mayor de 100 km ² .

IV. ENLACES DE INTERÉS

airedemadrid.madrid.es

<https://madridsalud.es/vigilancia-sanitaria-de-riesgos-ambientales/#fusion-tab-saludycontaminaci%C3%B3n>

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/>

<https://www.eea.europa.eu/themes/air>