



## EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DURANTE EL ESTADO DE ALARMA POR COVID-19

Septiembre 2020



## ÍNDICE

<b>0. PRESENTACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>).....</b>	<b>3</b>
1.1 VALORES MEDIOS.....	3
1.2. SUPERACIÓN DEL VALOR LÍMITE HORARIO .....	7
<b>2. PARTÍCULAS (PM10 Y PM2,5).....</b>	<b>8</b>
2.1. VALORES MEDIOS DE PARTÍCULAS PM10.....	8
2.2. SUPERACIONES DEL VALOR LÍMITE DIARIO DE PARTÍCULAS PM10 .....	13
2.3. VALORES MEDIOS DE PARTÍCULAS PM2,5.....	14
<b>3. OZONO (O<sub>3</sub>).....</b>	<b>18</b>
3.1. SUPERACIÓN DE UMBRALES Y VALOR OBJETIVO.....	18
<b>4. ANÁLISIS TRÁFICO Y CALIDAD DEL AIRE .....</b>	<b>23</b>
4.1. EVOLUCIÓN DE LOS ACCESOS REGISTRADOS EN LA CIUDAD DE MADRID.....	23
4.2. EVOLUCIÓN DE LOS ACCESOS REGISTRADOS EN MADRID CENTRAL .....	24
4.3. EFECTOS EN LA CALIDAD DEL AIRE.....	24
<b>5. METEOROLOGÍA.....</b>	<b>38</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>



## 0. PRESENTACIÓN

En el presente informe se estudia la evolución de los principales contaminantes atmosféricos medidos por el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid en 2020, con el objeto de analizar los efectos en la calidad del aire vinculados a la reducción del tráfico registrada durante el estado de alarma sanitaria provocado por la COVID-19 (0:00 horas del 15 de marzo hasta las 0:00 horas del 21 de junio de 2020).

Para el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), partículas en suspensión (PM10 y PM2,5) y ozono (O<sub>3</sub>) se ha considerado el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio, haciendo especial énfasis en su evolución durante el estado de alarma y se compara el mismo periodo con los valores promedios de la serie histórica (2010-2019).

Los datos de contaminantes se comparan con los valores legislados (Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire) y en el caso de las partículas en suspensión también con los valores guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Se han estudiado los niveles de calidad del aire en relación con la variación de la intensidad de tráfico de la ciudad en dicho periodo publicados por la Dirección General de Tráfico (DGT) y por el Ayuntamiento de Madrid en el portal de datos abiertos.

Por último, se ha analizado la situación meteorológica de este periodo con los datos publicados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y los datos registrados en la red meteorológica municipal, con el objeto de ver su influencia en la calidad de aire.



## 1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>)

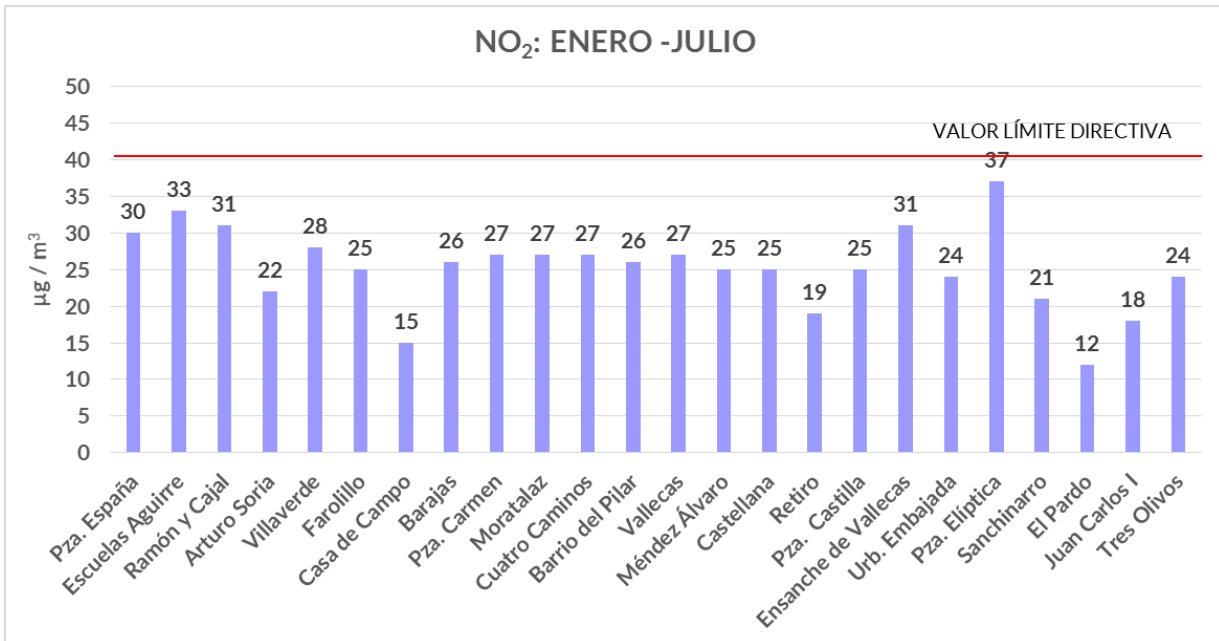
El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es un contaminante indicador de actividades de transporte, especialmente el tráfico rodado. Lo emiten directamente los vehículos, especialmente los diésel (emisiones directas o "primarias"), pero se produce también en la atmósfera por un proceso químico como es la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO), también emitido fundamentalmente por los vehículos; en este caso se trata de dióxido de nitrógeno secundario.

### 1.1 VALORES MEDIOS

**VALOR LÍMITE ANUAL: 40 µg/m<sup>3</sup>**

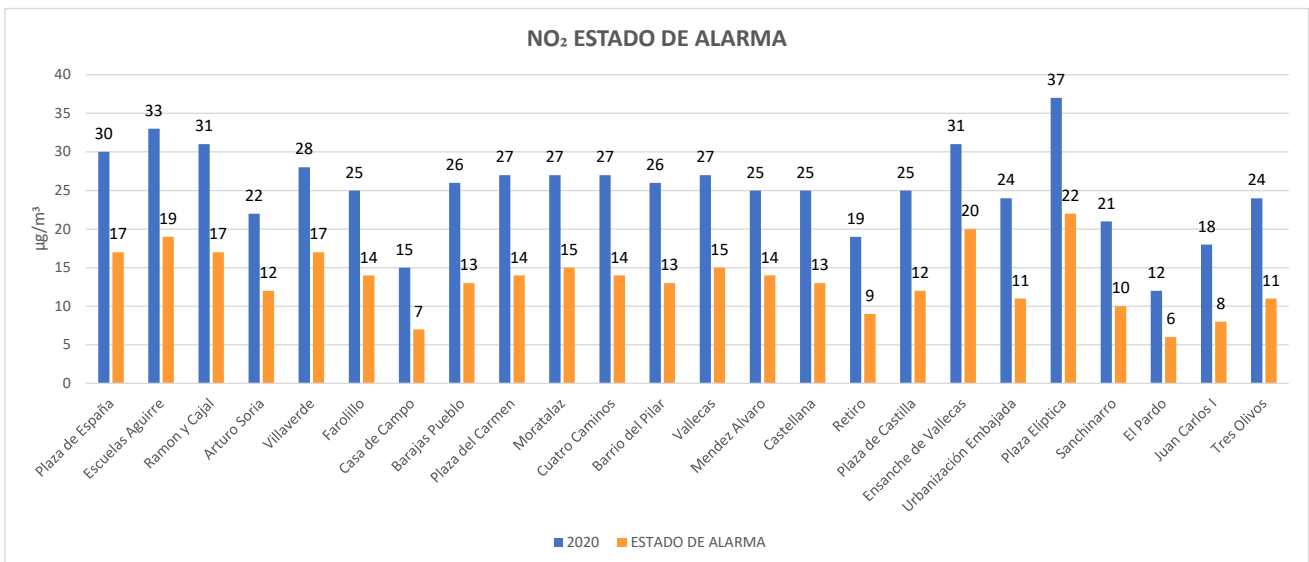
**Valor medio anual de los valores horarios que no deberá superarse en ninguna estación al finalizar el año.**

Se observa que se ha producido un acusado descenso de los niveles de NO<sub>2</sub> durante el periodo de confinamiento decretado por el estado de alarma. Así, en el período de enero a julio se puede ver en las siguientes gráficas la disminución de los niveles de NO<sub>2</sub>, alcanzándose niveles medios por debajo del valor límite en las 24 estaciones de la red de vigilancia de calidad del aire.



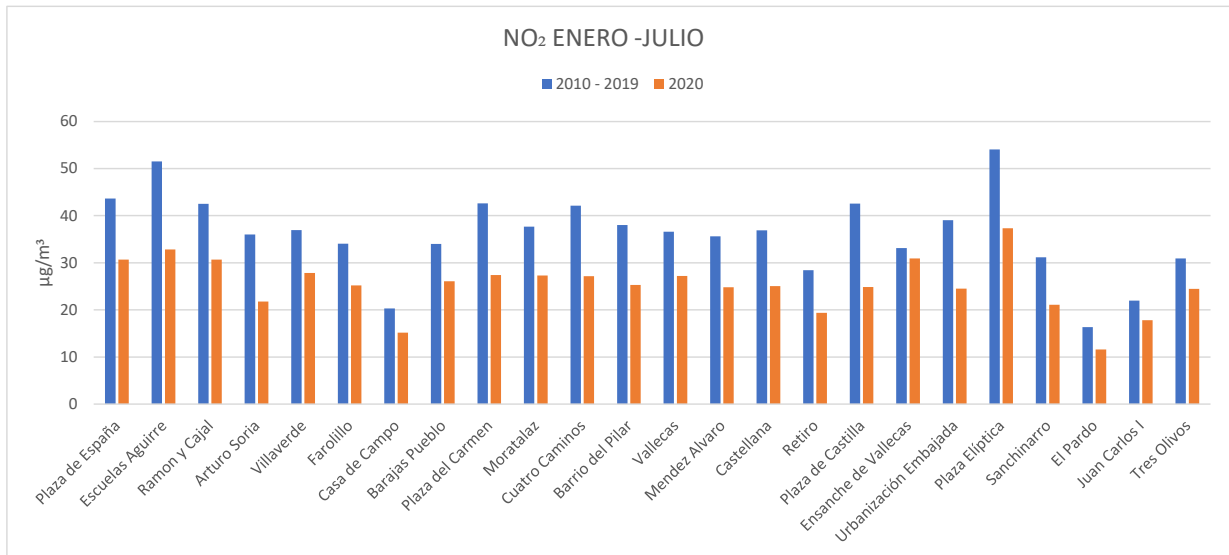
**Gráfico 1:** Valores medios de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

Este impacto se puede entender mejor observando los bajos niveles en las concentraciones medias de NO<sub>2</sub> durante el estado de alarma.



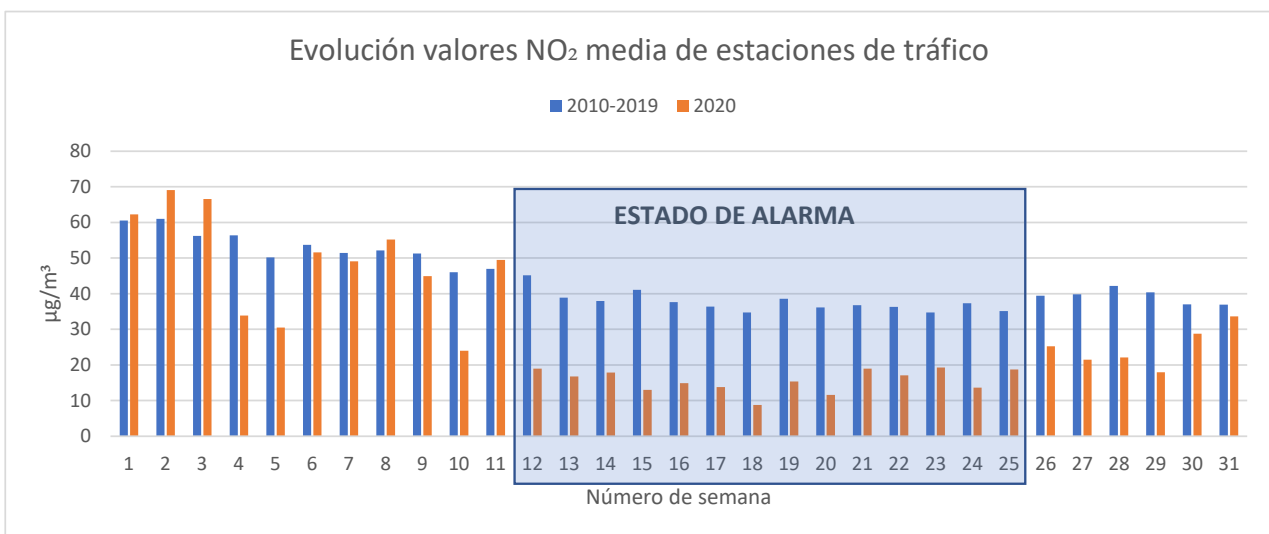
**Gráfico 2:** Comparativa de valores medios de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo del estado de alarma (15 de marzo a 21 de junio de 2020), con el promedio de NO<sub>2</sub> entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

Si se compara los primeros siete meses del año 2020 con el promedio del mismo periodo de la serie histórica 2010-2019, también se puede apreciar la disminución de las concentraciones medias de NO<sub>2</sub> en todas las estaciones de la red.

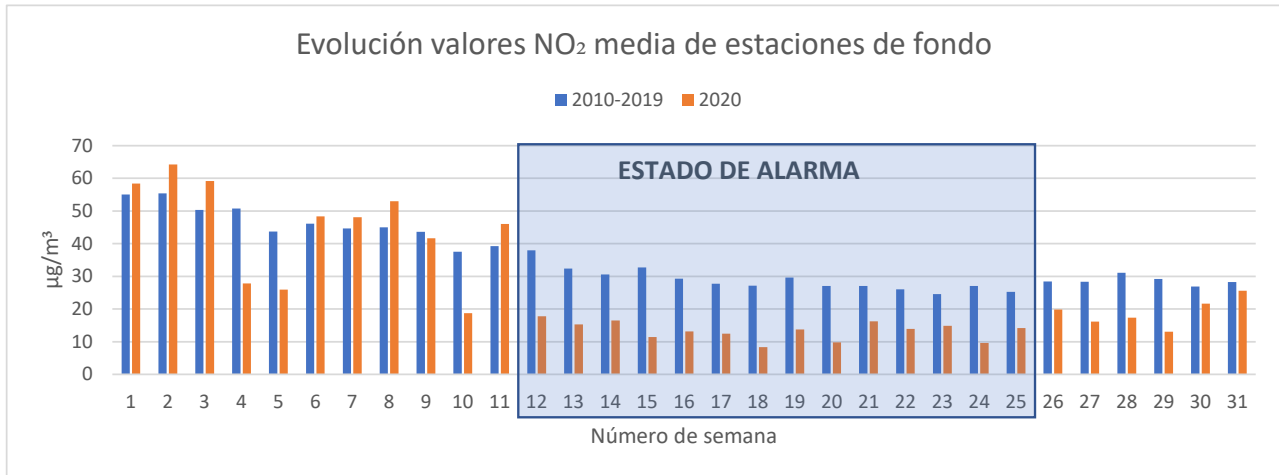


**Gráfico 3:** Comparativa de valores medios de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de NO<sub>2</sub> del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.

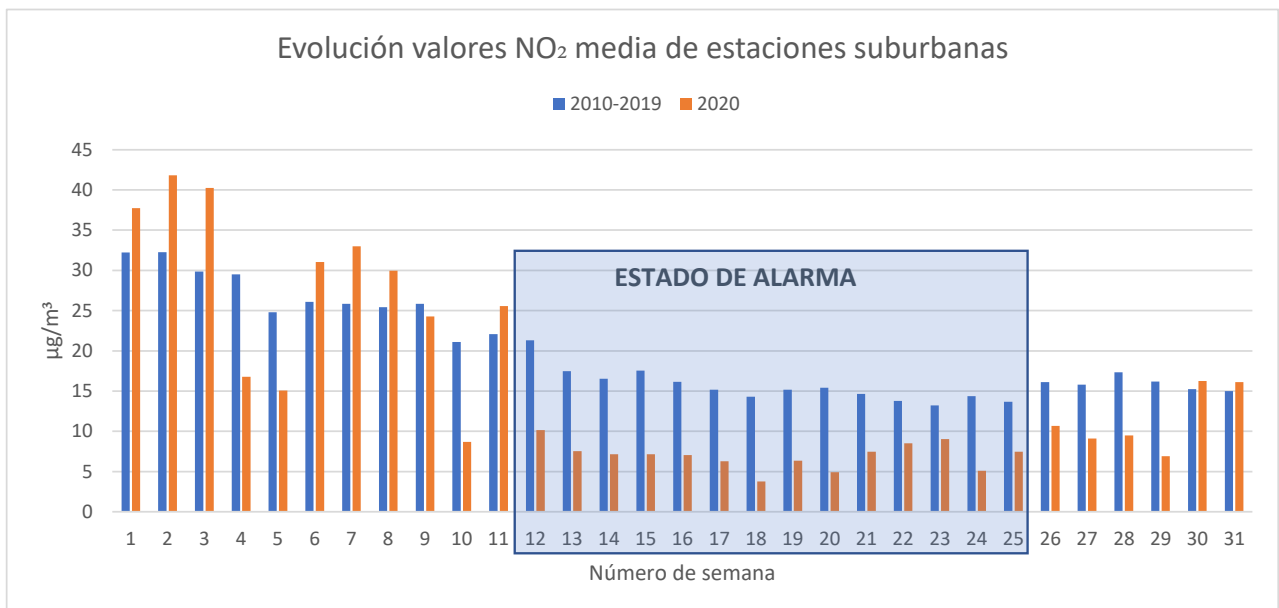
Esta reducción es especialmente significativa en las estaciones ubicadas en entornos de tráfico (<http://www.mambiente.madrid.es/opencms/cal aire/SistemaIntegral/SistVigilancia/>), con respecto a las reducciones observadas en las estaciones urbanas de fondo y suburbanas en el estado de alarma (semanas 12 a 25), tal como se refleja en las siguientes gráficas.



**Gráfico 4:** Comparativa de valores medios de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en las estaciones de tráfico en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de NO<sub>2</sub> del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



**Gráfico 5:** Comparativa de valores medios de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en las estaciones urbanas de fondo en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de NO<sub>2</sub> del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.,



**Gráfico 6:** Comparativa de valores medios de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en las estaciones suburbanas en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de NO<sub>2</sub> del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.

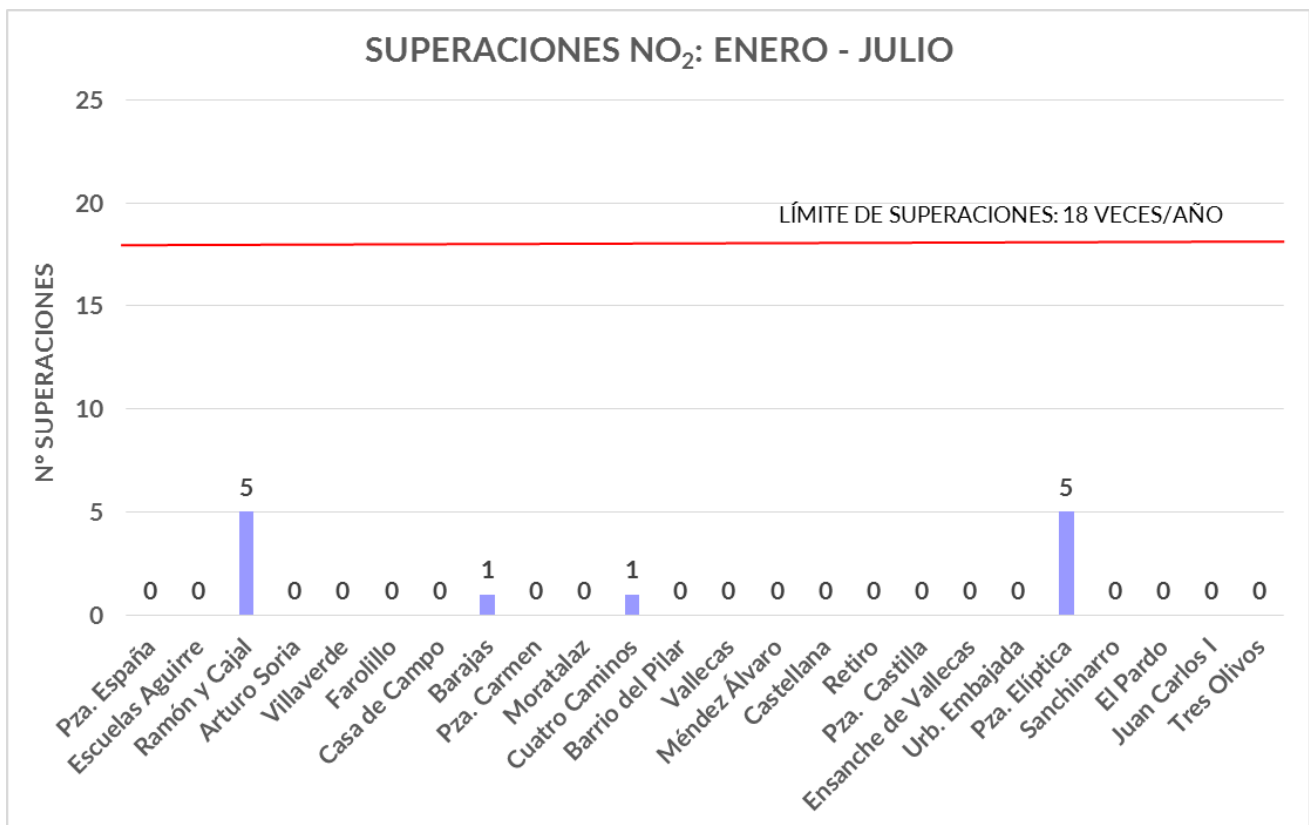


## 1.2. SUPERACIÓN DEL VALOR LÍMITE HORARIO

**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.**

Las únicas superaciones se han producido en los meses de enero y febrero, no registrándose ninguna superación durante el resto del período analizado.



**Gráfico 7:** Superaciones del valor límite horario de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.





## 2. PARTÍCULAS (PM10 Y PM2,5)

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. 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.). Además, en el caso de España, por su situación geográfica, se pueden encontrar aportes de origen natural procedentes del desierto del Sáhara por intrusiones de aire africano.

El término PM10 se refiere a partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 10  $\mu\text{m}$ , comprendiendo las fracciones fina y gruesa, y PM2,5 a partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 2,5  $\mu\text{m}$ .

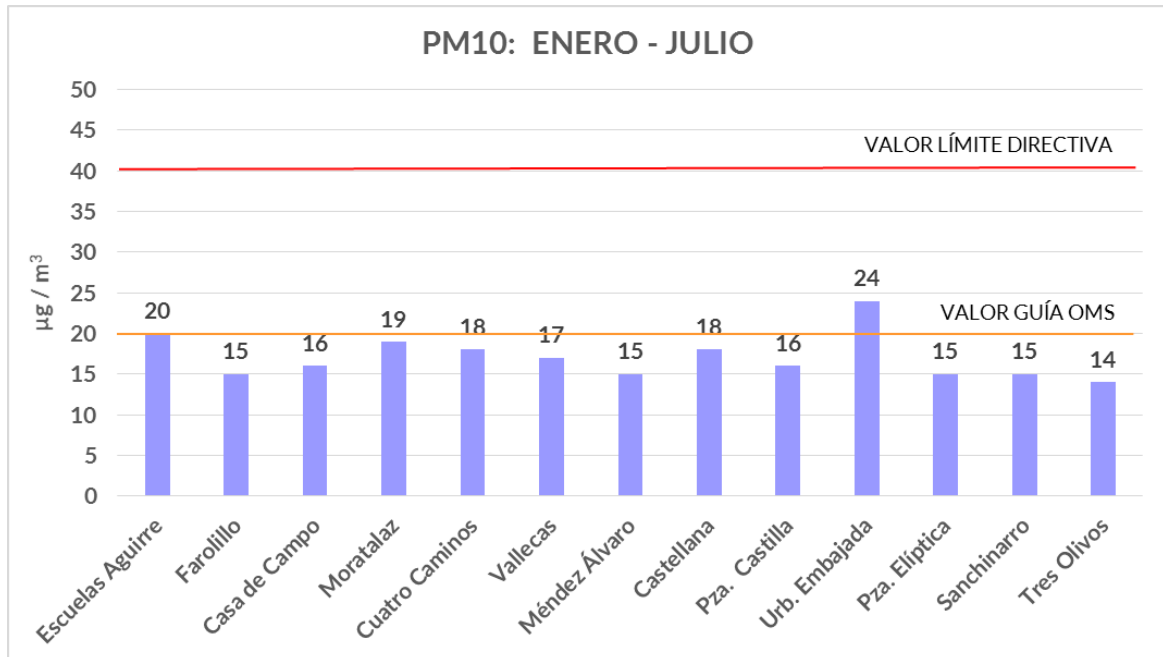
### 2.1. VALORES MEDIOS DE PARTÍCULAS PM10

**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 GUÍA DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS): 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

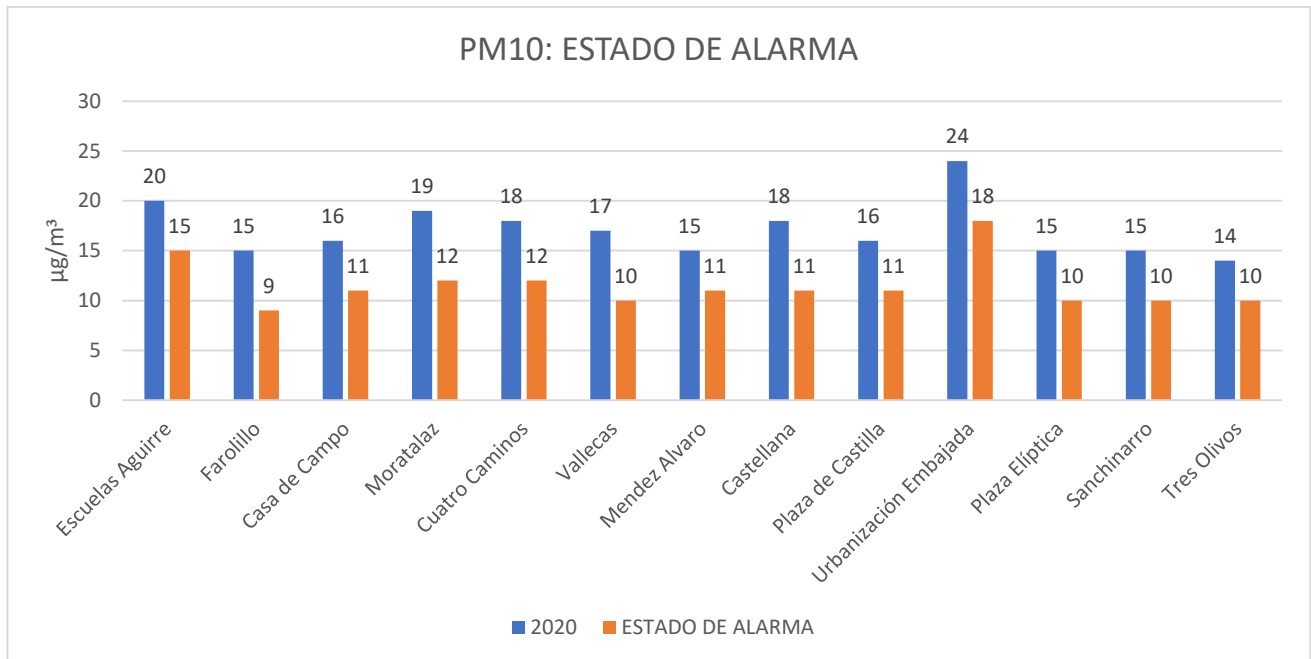
A continuación, se muestra la concentración media de partículas PM10 en los siete primeros meses del año 2020.



**Gráfico 8:** Valores medios de partículas PM10 en las estaciones de calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

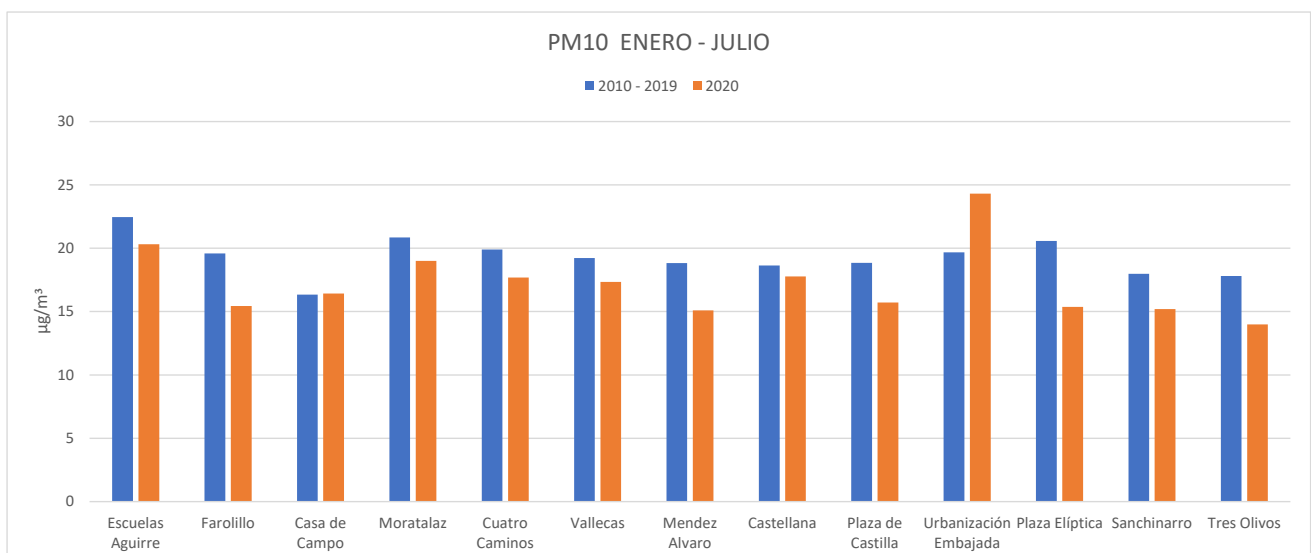
Tal como se aprecia en la gráfica anterior, todas las estaciones han tenido valores medios muy inferiores a los legislados incluso por debajo del valor guía de la OMS casi en la totalidad de ellas.

Durante el estado de alarma las concentraciones medias de PM10 son especialmente bajas en comparación con la media registrada entre el 1 de enero y el 31 de julio, manteniéndose todas las estaciones por debajo del valor guía de la OMS.



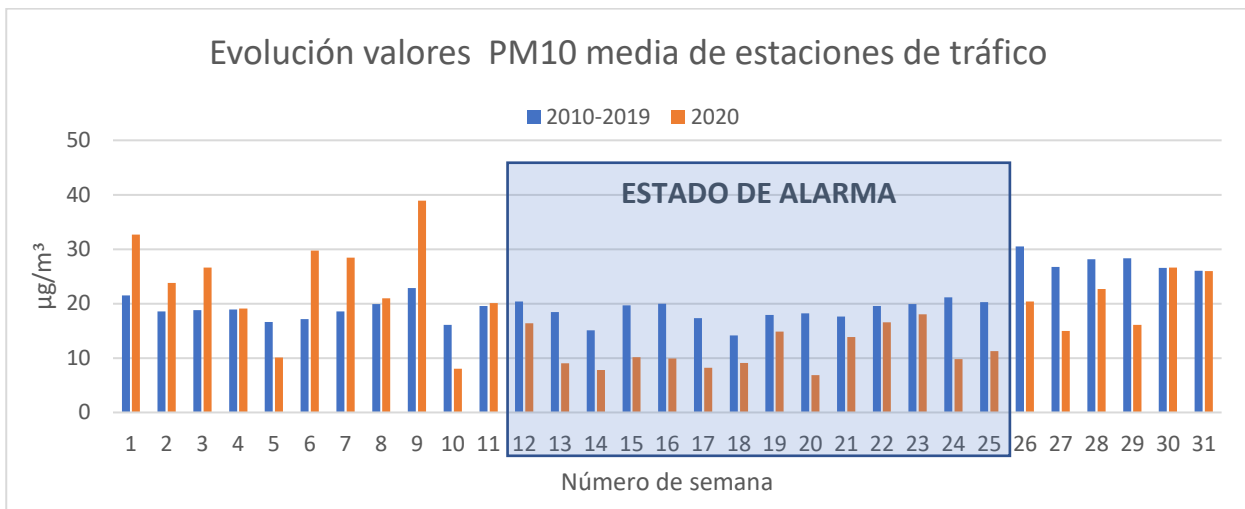
**Gráfico 9:** Comparativa de valores medios de partículas PM10 en las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo del estado de alarma (15 de marzo a 21 de junio de 2020), con el promedio de PM10 entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

Si se compara los siete meses primeros del 2020 con el promedio de la serie histórica 2010-2019, también se puede apreciar, la disminución de las concentraciones medias de PM10 en todas las estaciones de la red, con la salvedad de Urbanización Embajada.

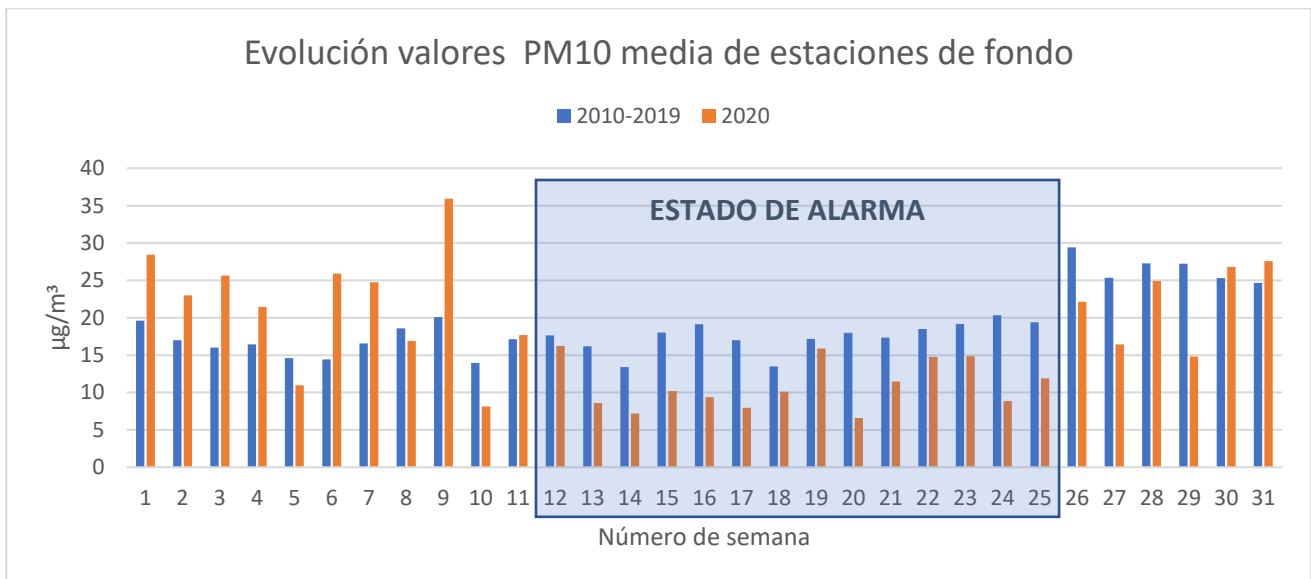


**Gráfico 10:** Comparativa de valores medios de partículas PM10 en las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de PM10 del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.

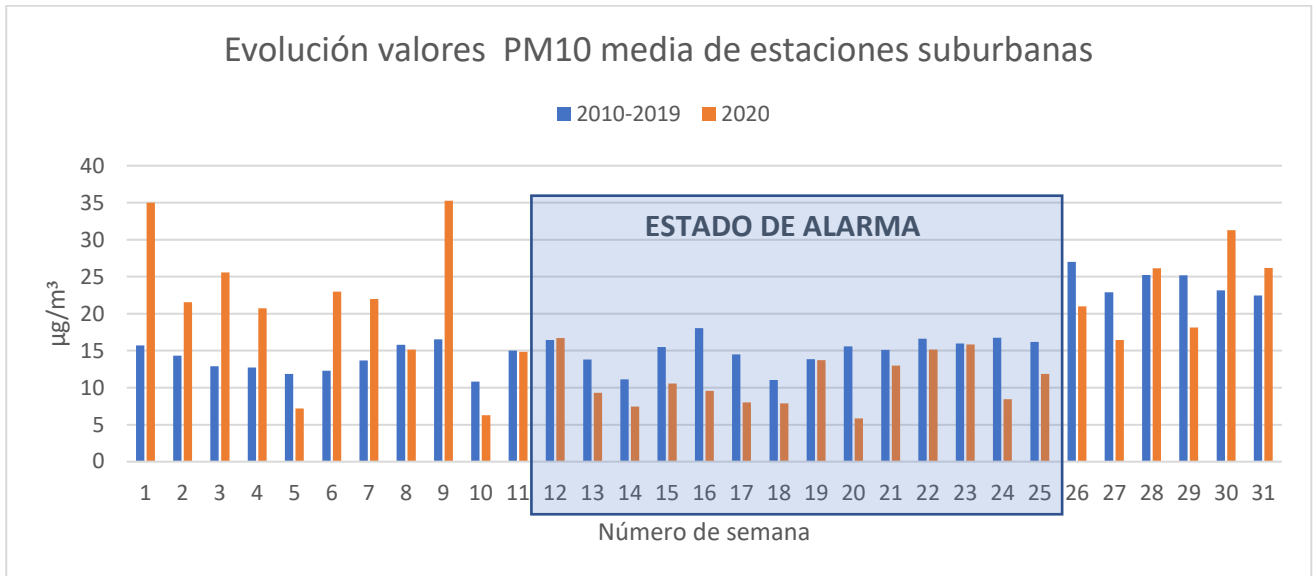
Estas reducciones también son apreciables en todos los tipos de estaciones, siendo más marcadas en las estaciones de tráfico, aunque no son tan significativas como en el caso del NO<sub>2</sub>, ya que pueden estar condicionadas por otras actividades que se desarrollen en el entorno o por la contribución de intrusiones de aire sahariano. Durante el periodo estudiado el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha confirmado intrusiones para la zona centro de España para las semanas: 3, 4, 6, 9, 11, 12, 13, 15, 19, 23, 26, 27, 28, 29, 30 y 31.



**Gráfico 11:** Comparativa de valores medios de partículas PM10 en las estaciones de tráfico en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de PM10 del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



**Gráfico 12:** Comparativa de valores medios de partículas PM10 en las estaciones urbanas de fondo en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de PM10 del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



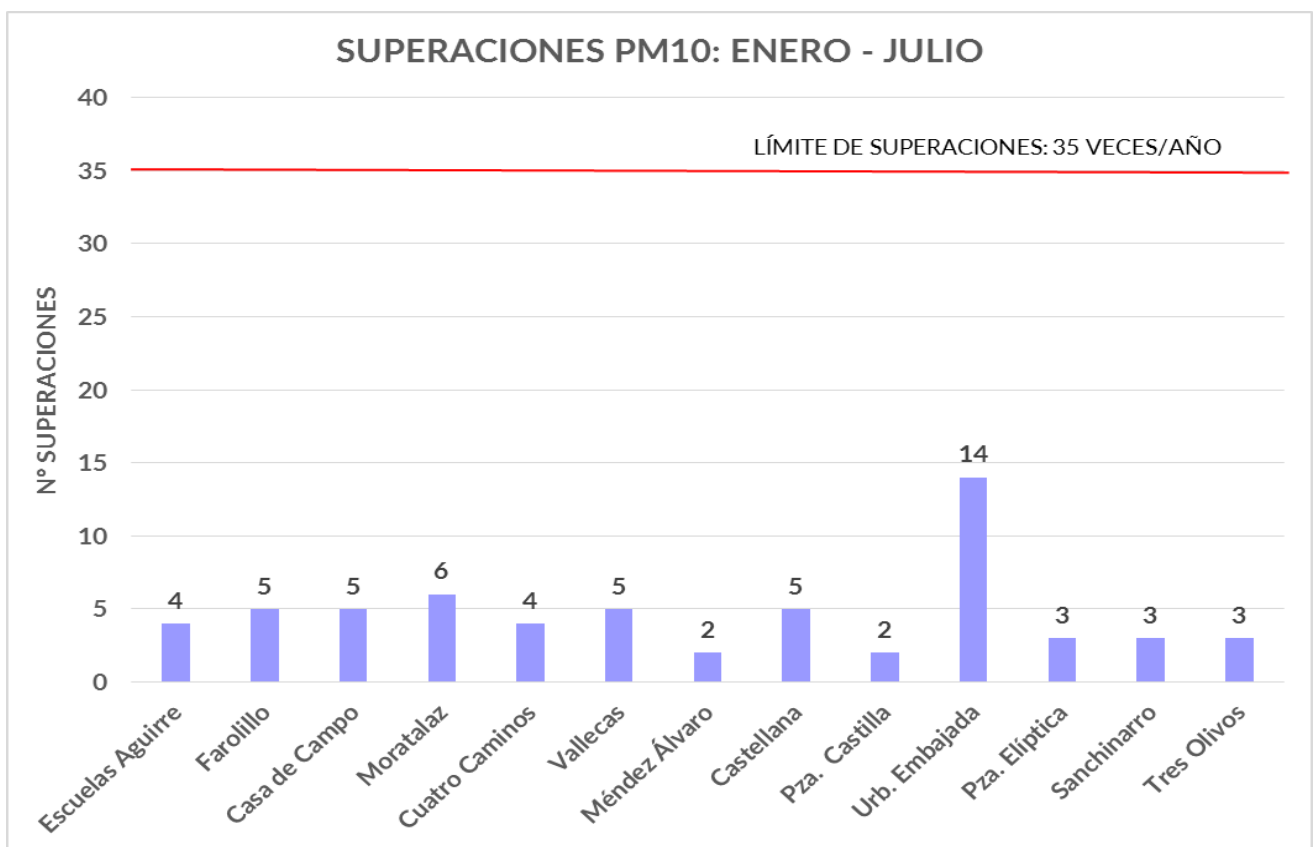
**Gráfico 13:** Comparativa de valores medios de partículas PM10 en las estaciones suburbanas en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de PM10 del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



## 2.2. SUPERACIONES DEL VALOR LÍMITE DIARIO DE PARTÍCULAS PM10

**VALOR LÍMITE DIARIO: 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

**Valor medio diario que no deberá superarse más de 35 días al año en ninguna estación.**



**Gráfico 14:** Superaciones del valor límite diario de partículas PM10 en la red de vigilancia de calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

Durante el estado de alarma no se ha producido ninguna superación del valor límite diario.



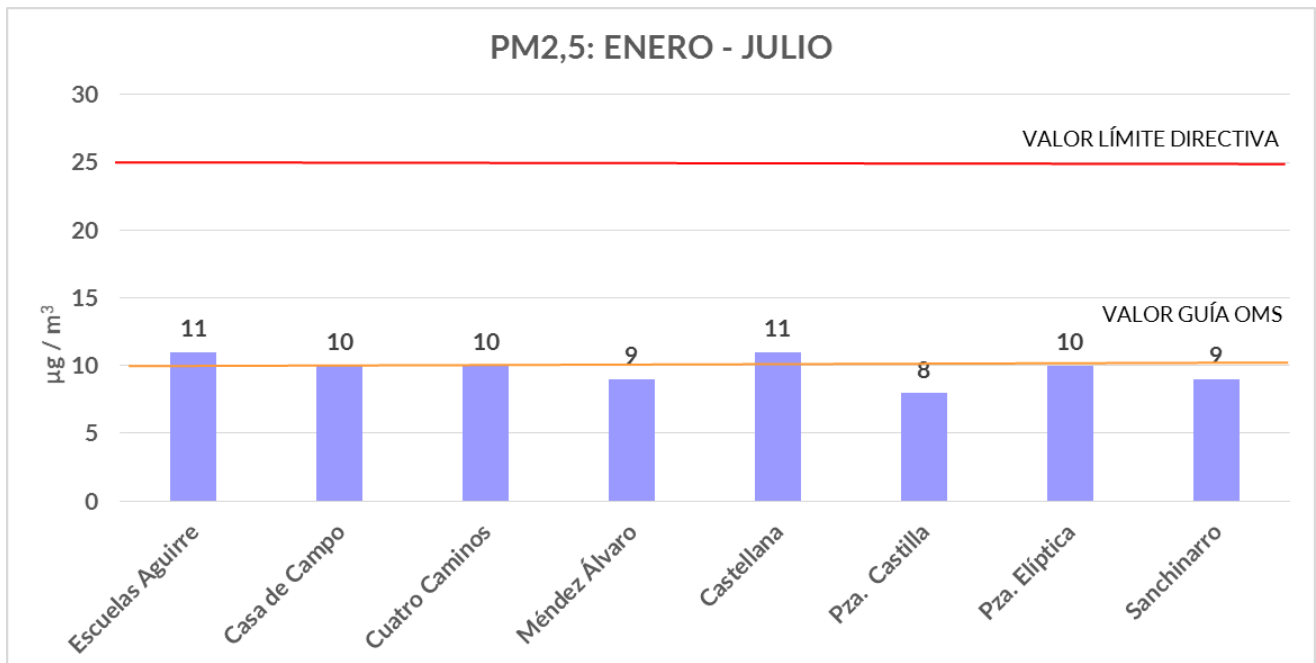
### 2.3. VALORES MEDIOS DE PARTÍCULAS PM2,5

**VALOR LÍMITE ANUAL: 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

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

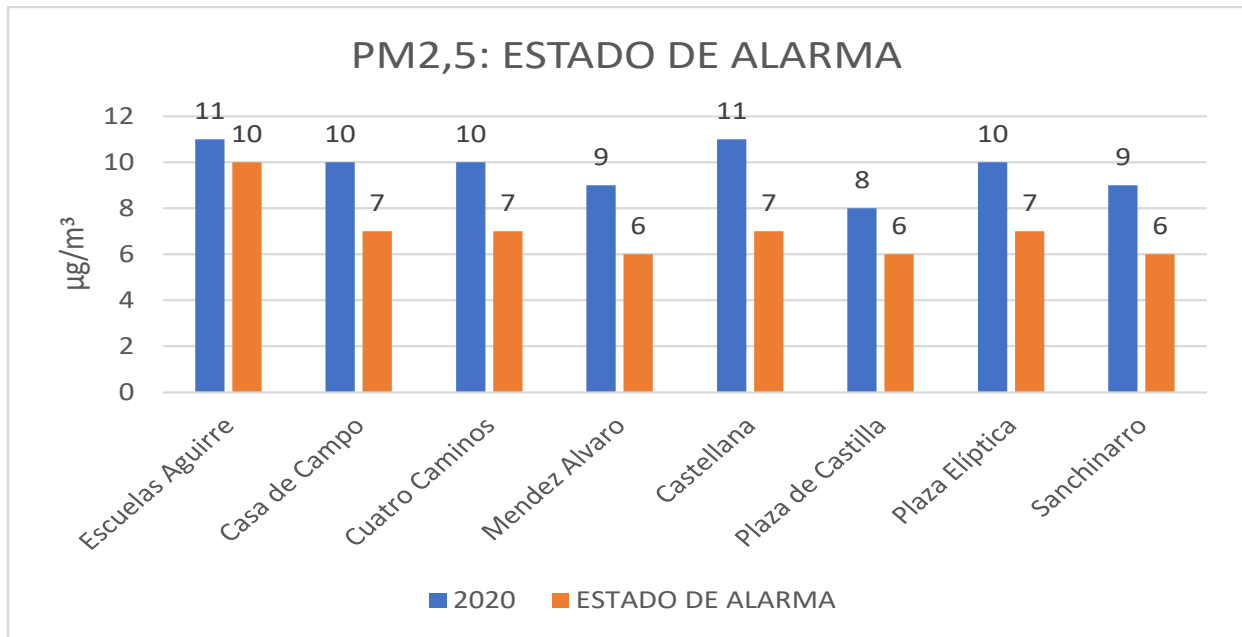
**VALOR GUÍA DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS): 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**

La disminución de la concentración media del material particulado PM2,5 en este año hasta el 31 de julio, sigue la tendencia descendente de los dos contaminantes anteriormente citados, registrando todas las estaciones valores medios muy inferiores a los legislados e incluso inferiores al valor guía de la OMS, salvo para el caso de las estaciones de Escuelas Aguirre y Castellana que son ligeramente superiores



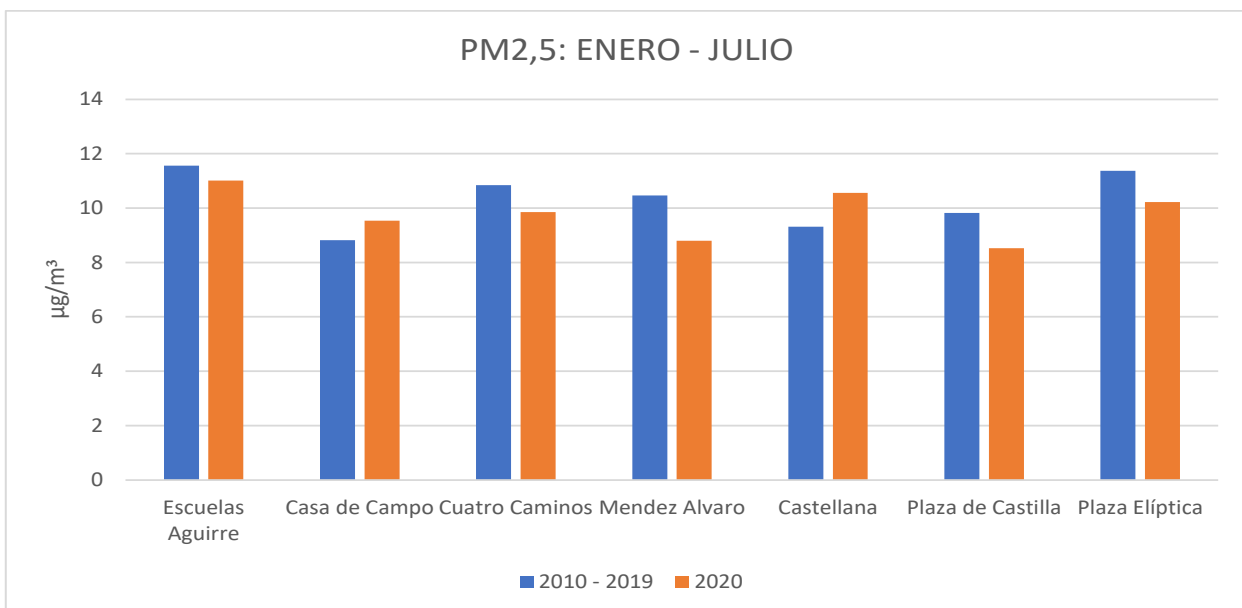
**Gráfico 15:** Valores medios de partículas PM2,5 en las estaciones automáticas de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

La concentración media de PM2,5 durante el estado de alarma en todas las estaciones ha sido igual o inferior al valor guía de la OMS y sus concentraciones muy inferiores a las registradas en los siete primeros meses del año como se puede apreciar en la siguiente gráfica.



**Gráfico 16:** Comparativa de valores medios de partículas PM<sub>2,5</sub> en las estaciones automáticas de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo del estado de alarma (15 de marzo a 21 de junio de 2020), con el promedio de PM<sub>2,5</sub> entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

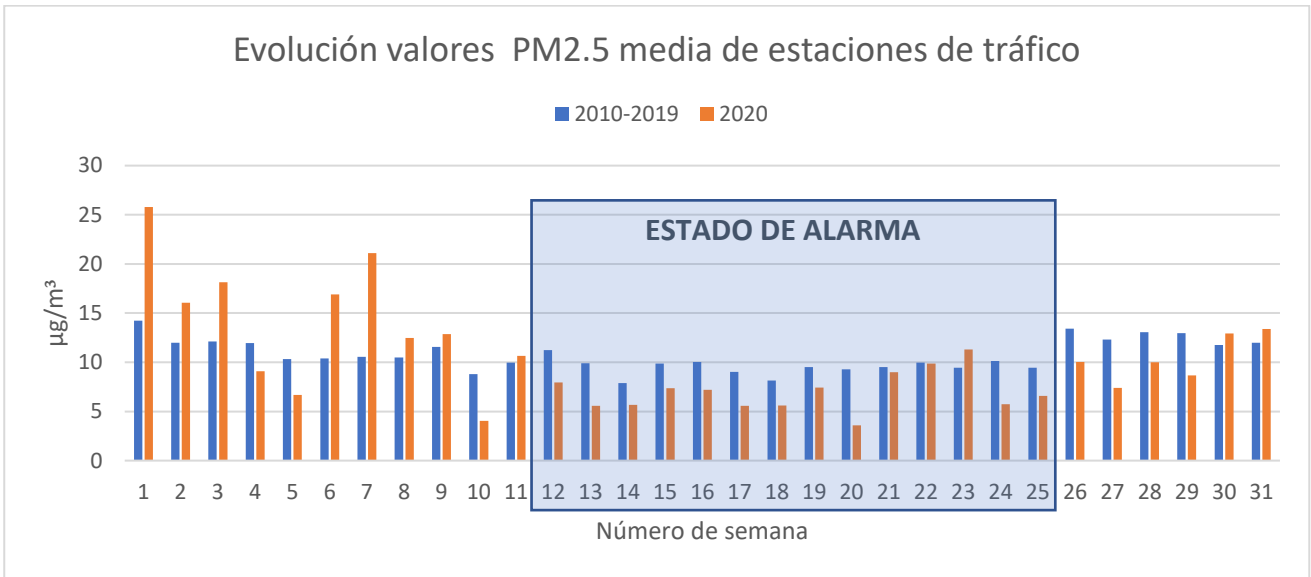
En la siguiente gráfica se puede observar que hay una disminución de los valores PM<sub>2,5</sub> aunque cuantitativamente no es tan acusada como para el NO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub>, si se compara con el valor promedio de la serie histórica. En dicha gráfica no se incluyen datos comparativos de la estación de Sanchinarro, dado que se empezó a medir PM<sub>2,5</sub> en diciembre de 2019.



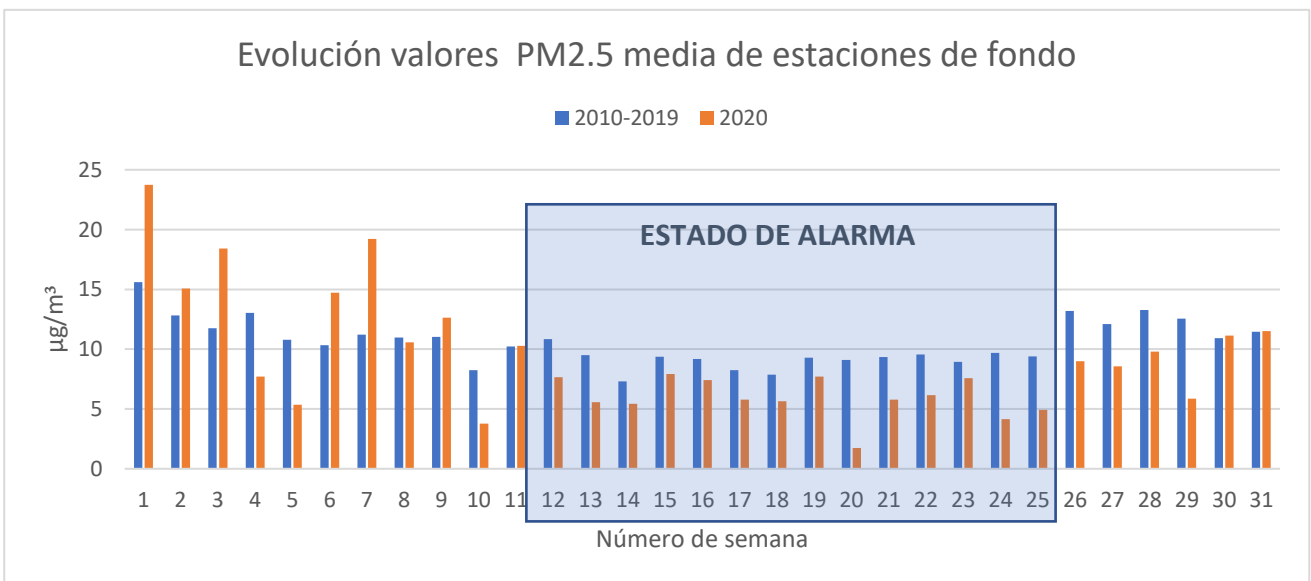
**Gráfico 17:** Comparativa de valores medios de partículas PM<sub>2,5</sub> en las estaciones automáticas de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de PM<sub>2,5</sub> del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



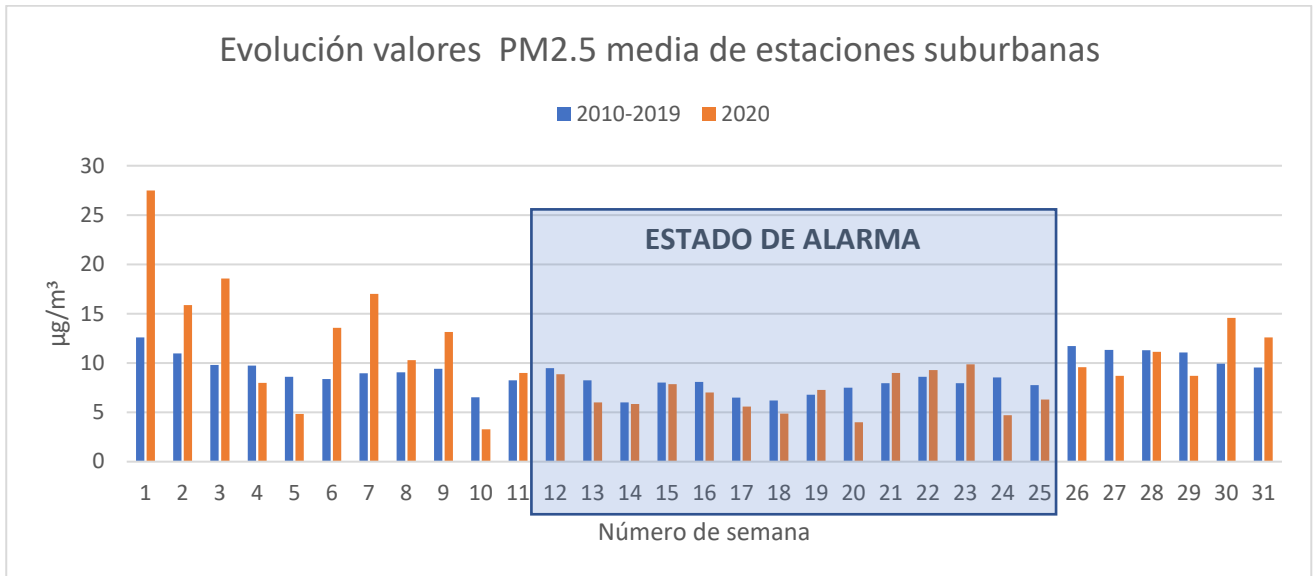
A continuación, se refleja la evolución de PM<sub>2,5</sub> en función de la tipología de estación. Como en el caso del material particulado PM<sub>10</sub>, este contaminante tiene mayor influencia de otras fuentes, y no solo el tráfico, además de las intrusiones saharianas que se produjeron en las semanas: 3, 4, 6, 9, 11, 12, 13, 15, 19, 23, 26, 27, 28, 29, 30 y 31. De ahí que las reducciones entre los distintos tipos de estaciones sean relativamente similares en orden de magnitud.



**Gráfico 18:** Comparativa de valores medios de partículas PM<sub>2,5</sub> en las estaciones de tráfico en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de PM<sub>2,5</sub> del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



**Gráfico 19:** Comparativa de valores medios de partículas PM<sub>2,5</sub> en las estaciones urbanas de fondo en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de PM<sub>2,5</sub> del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



**Gráfico 20:** Comparativa de valores medios de partículas PM<sub>2,5</sub> en las estaciones suburbanas en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de PM<sub>2,5</sub> del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



### 3. OZONO (O<sub>3</sub>)

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, donde se encuentran situadas las estaciones suburbanas de la red de vigilancia del Ayuntamiento de Madrid.

#### 3.1. SUPERACIÓN DE UMBRALES Y VALOR OBJETIVO

**UMBRAL DE INFORMACIÓN: 180 µg/m<sup>3</sup>**

**Valor medio horario que no deberá superarse en ninguna estación.**

**UMBRAL DE ALERTA: 240 µg/m<sup>3</sup>**

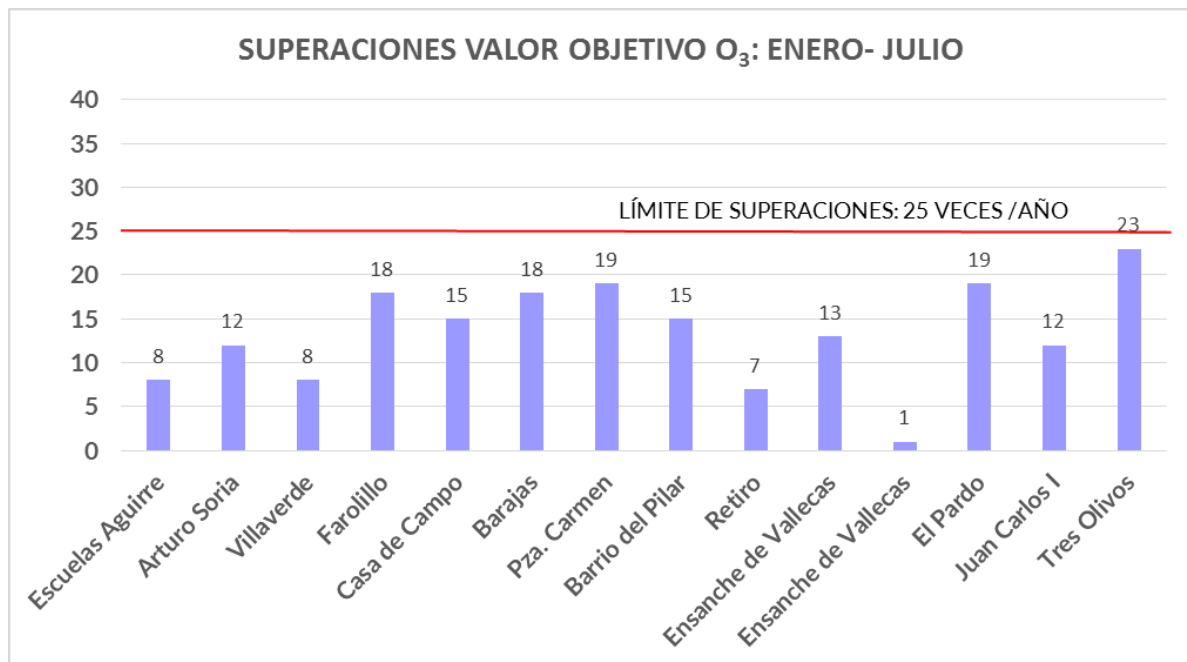
**Valor medio horario que no deberá superarse en ninguna estación.**

**VALOR OBJETIVO: 120 µg/m<sup>3</sup>**

**Valor medio octohorario máximo diario que no deberá superarse más de 25 días por año en el promedio de los últimos 3 años, en ninguna estación.**

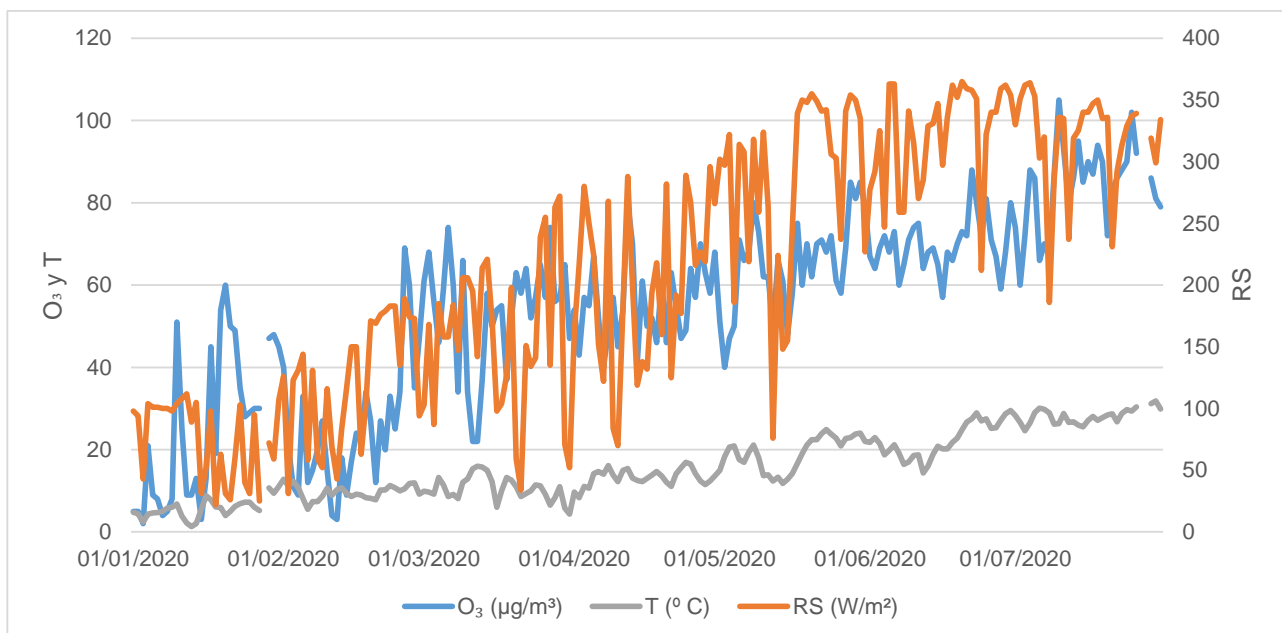
Durante el periodo de estudio no se ha producido ninguna superación ni del umbral de información ni del umbral de alerta. Este último no se ha alcanzado en ninguna ocasión tampoco en la serie histórica de 2010 al 2019.

Sin embargo, durante los meses de mayo, junio y julio se han registrados valores por encima del valor objetivo de protección de la salud debido al aumento de la temperatura media diurna, radiación solar y de la actividad de la ciudad. En la gráfica siguiente se muestra el total de las superaciones registradas hasta el 31 de julio.



**Gráfico 21:** Superaciones del valor objetivo de protección a la salud de ozono (O<sub>3</sub>) en las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

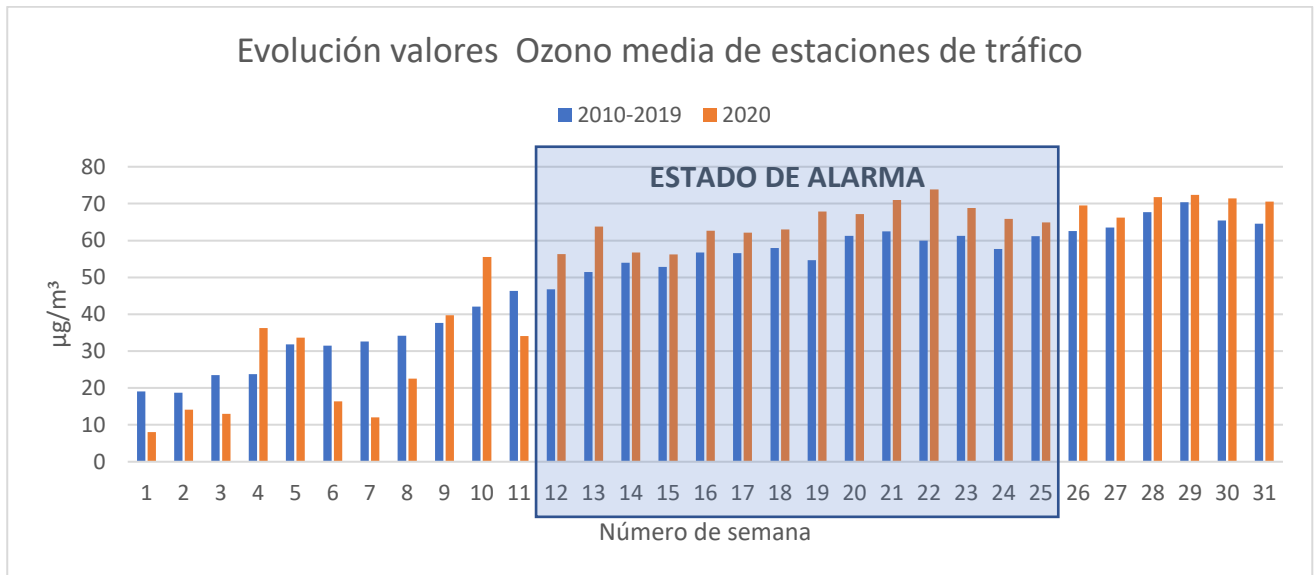
Esta influencia de la temperatura media diurna y la radiación solar se ve muy claramente en el aumento paulatino que sufren los valores medios de ozono a lo largo de todo el periodo de estudio a medida que nos acercamos a la época estival, tal como se muestra a continuación.



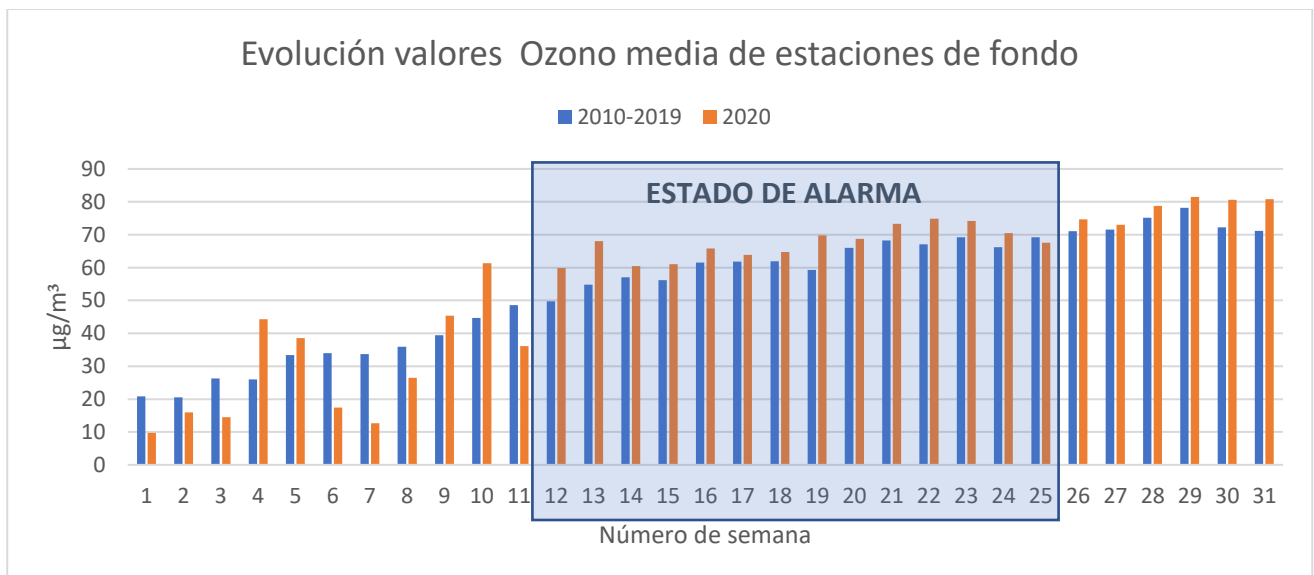


**Gráfico 22:** Evolución de los valores medios de ozono ( $O_3$ ) en las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire y los valores medios de temperatura y radiación solar medidos en el periodo entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020.

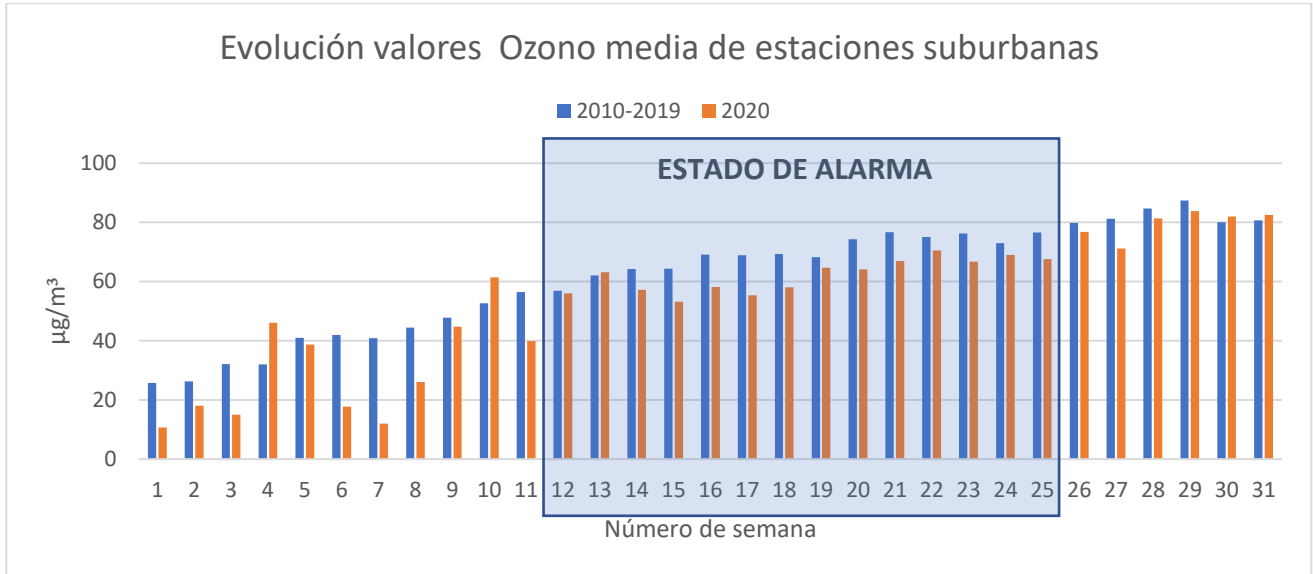
A continuación se muestra la evolución de los valores medios de ozono por tipo de estación.



**Gráfico 23:** Comparativa de valores medios de ozono en las estaciones de tráfico en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de ozono del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



**Gráfico 24:** Comparativa de valores medios de ozono en las estaciones de urbanas de fondo en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de ozono del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.



**Gráfico 25:** Comparativa de valores medios de ozono en las estaciones suburbanas en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, con el promedio de ozono del mismo periodo para los años 2010 al 2019, ambos inclusive.

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 sus especiales características: se trata de un contaminante secundario, en cuya 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. Si bien 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, como ya se ha comentado anteriormente, en la época estival no se ha registrado ninguna superación del umbral de información a la población.

Se incluyen a continuación el número de superaciones del valor objetivo de ozono fijado en  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  por estación en el período comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio para los años 2015 a 2020.

	<b>Superaciones octohorarias ozono 2015 - 2020 (1 ene a 31 julio)</b>					
	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Escuelas Aguirre	11	5	2	7	4	8
Arturo Soria	25	6	28	4	0	12
Villaverde	24	11	10	18	10	8
Farolillo	31	32	18	12	31	18
Casa de Campo	40	28	39	33	27	15
Barajas Pueblo	36	17	25	20	26	18
Plaza del Carmen	27	6	3	3	0	19
Barrio del Pilar	29	15	7	14	16	15
Retiro	29	11	3	8	14	7
Ensanche de Vallecas	40	23	13	9	17	13
Plaza Elíptica	10	3	4	2	0	1
El Pardo	52	39	26	34	36	19
Juan Carlos I	30	45	29	26	27	12
Tres Olivos	36	34	23	33	32	23
<b>TOTAL</b>	<b>420</b>	<b>275</b>	<b>230</b>	<b>223</b>	<b>240</b>	<b>188</b>



## 4. ANÁLISIS TRÁFICO Y CALIDAD DEL AIRE

### 4.1. EVOLUCIÓN DE LOS ACCESOS REGISTRADOS EN LA CIUDAD DE MADRID

La Dirección General de Tráfico (DGT) ha elaborado, debido al estado de alarma derivado de la crisis sanitaria de la COVID-19, unos informes periódicos sobre la evolución del tráfico en los accesos a algunas ciudades españolas, tomando como base el mes de febrero de 2020. En lo que respecta a Madrid, se han tenido en cuenta las 6 autovías de conexión con las comunidades españolas periféricas (A1 a A6), así como la A-42, la M-501 y M-607, que tiene un uso importante también como vía de acceso a la ciudad desde la corona metropolitana. Los datos de la gráfica que se muestra a continuación corresponden a la media diaria de las entradas y salidas en las vías de acceso mencionadas anteriormente. Se han considerado los informes diarios disponibles en la Web de la DGT: <http://www.dgt.es/es/covid-19/>

Como se puede ver en la gráfica, la reducción del tráfico durante el estado de alarma ha sido importante en la totalidad de los accesos a la ciudad, produciéndose máximos en torno al 80-89% de reducción a finales del mes de marzo y los domingos del mes de mayo. La tendencia que se observa durante el estado de alarma es un aumento del tráfico (menor % de reducción) según han tenido lugar las distintas fases del estado de alarma, hasta su finalización el 21 de junio, siendo la reducción del tráfico el 22 de junio del 13,5% respecto al mes de febrero de 2020.



**Gráfico 26:** Reducción porcentual del tráfico en los accesos de Madrid (entradas y salidas) durante el estado de alarma en comparación con los datos registrados en el mes de febrero de 2020, según datos de la DGT. (Los días sin dato corresponden a días en los que no se ha publicado informe por la DGT).



## 4.2. EVOLUCIÓN DE LOS ACCESOS REGISTRADOS EN MADRID CENTRAL

Según el informe de análisis de los accesos a Madrid Central (MC) de enero de 2019 a junio de 2020 elaborado por el Departamento de Análisis y Control de Tecnologías del Ayuntamiento de Madrid, en el que se analiza los efectos derivados de las medidas de restricción de la movilidad establecidas durante el estado de alarma, el descenso global de accesos a Madrid Central ha sido de un 67,07% y el máximo de esta caída se produjo el viernes 10 de abril, cuando los accesos fueron un 91,17% menos que el día equivalente de 2019 (viernes 12 de abril).

A continuación, se muestra la variación de datos mensuales de ambos ejercicios:

MESES	ACCESOS 2019	ACCESOS 2020	VARIACIÓN % 2020/2019
ENERO	3.492.031	4.069.709	16,54
FEBRERO	3.692.169	4.051.013	9,72
MARZO	4.343.529	2.169.428	-50,05
ABRIL	3.912.072	696.586	-82,19
MAYO	4.157.682	1.279.906	-69,22
JUNIO	4.176.976	2.400.868	-42,52

Fuente. Análisis de los accesos a Madrid Central de enero de 2019 a junio de 2020. Dpto. de Análisis y Control de Tecnologías del Ayuntamiento de Madrid.

## 4.3. EFECTOS EN LA CALIDAD DEL AIRE

Con objeto de analizar los niveles de calidad del aire en relación con la reducción del tráfico registrada durante el estado de alarma, se han elegido tres puntos de medida de tráfico cercanos y con influencia directa a otras tantas estaciones de vigilancia de la calidad de aire representativas en el interior de la ciudad:

ESTACIÓN CALIDAD DEL AIRE	PUNTO DE MEDIDA DE TRÁFICO
E56: Plaza Elíptica	5091: Vía Lusitana E-O
E08: Escuelas Aguirre	4026: Calle O'Donnell
E50: Plaza Castilla	5465: Pº Castellana - Félix Boix-Plaza Castilla



Según el Departamento de Tecnologías del Tráfico del Ayuntamiento de Madrid existen alrededor de 7.800 detectores de vehículos, conformando aproximadamente 4.100 puntos de medida. Estos sistemas de detección son, en su mayoría, lazos electromagnéticos que se colocan debajo del pavimento y detectan la masa metálica de los vehículos que pasan sobre ellos, realizando de esta forma el conteo del tráfico en cada punto concreto.

Se han tomado los datos publicados en el portal de datos abiertos del Ayuntamiento, estableciendo como referencia la Intensidad Media Diaria (I.M.D.), esto es, el número de vehículos que pasa diariamente por cada punto de medida de tráfico.

<https://datos.madrid.es/portal/site/egob/menuitem.c05c1f754a33a9fbe4b2e4b284f1a5a0/?vgnextoid=33cb30c367e78410VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnextchannel=374512b9ace9f310VgnVCM100000171f5a0aRCRD&vgnextfmt=default>

El análisis se centra en la comparación de esta I.M.D. registrada durante el periodo comprendido entre los meses de enero y julio de 2020 y equivalentes de 2019 en estos puntos de medida de tráfico, con los niveles de contaminación registrados en las tres estaciones de vigilancia de la calidad del aire cercanas durante el mismo periodo, pudiendo de esta forma observar igualmente la evolución en los meses anteriores y posteriores al estado de alarma.

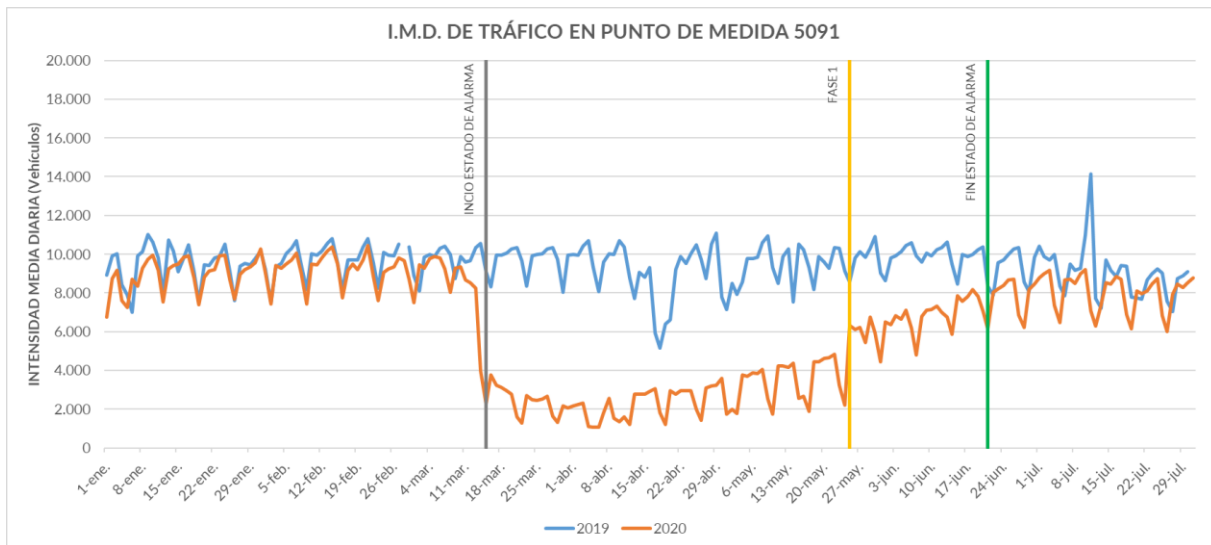
### Plaza Elíptica



- Punto de medida de tráfico 5091: Vía Lusitana E-O.
- Estación de vigilancia de la calidad del aire E56. Plaza Elíptica.

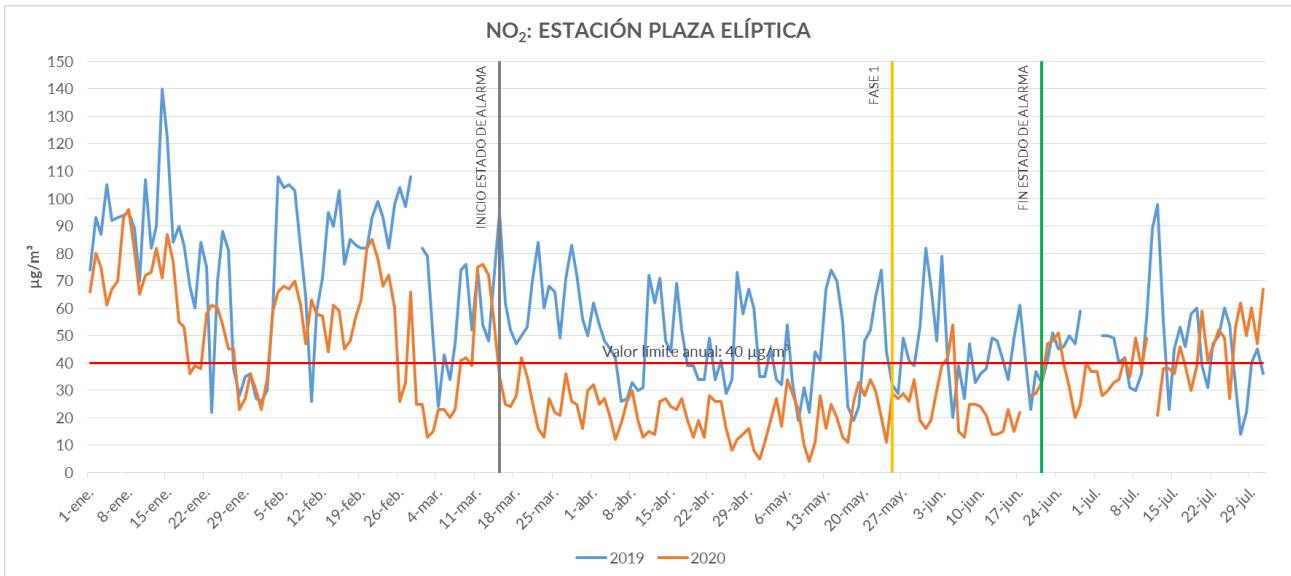
Durante el estado de alarma, el punto de medida de tráfico nº 5091, situado en Vía Lusitana registró un descenso de más del **60,1%** en el año 2020 respecto al año anterior.

En el siguiente gráfico, se observa como la I.M.D. en punto de medida de tráfico nº 5091, antes de que se decretará el estado de alarma tenía una evolución similar al año 2019, sin embargo, esta evolución varía drásticamente durante el estado de alarma, descendiendo a valores en algunos días inferiores al 20% de los registrados en el año anterior. Solo se produce una recuperación de la movilidad en esta estación a partir del inicio de la fase 1, llegando a ser similar al año anterior cuando finaliza el estado de alarma.

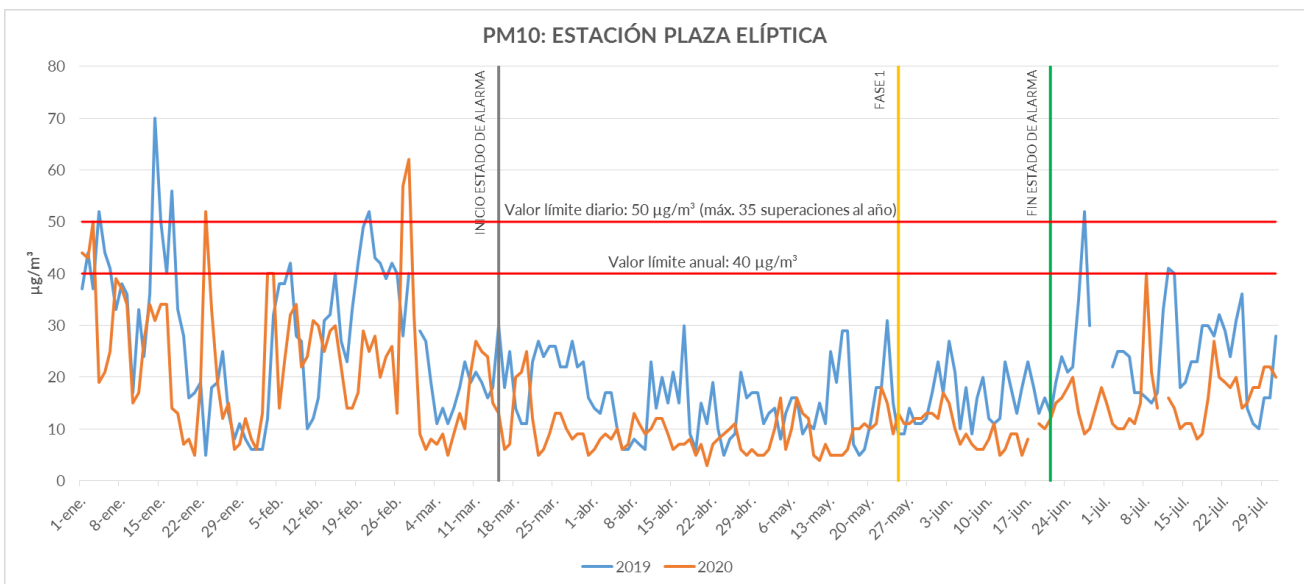


**Gráfico 27:** Comparativa de la evolución del tráfico en punto de medida nº 5091 situado en Vía Lusitana E-O en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.

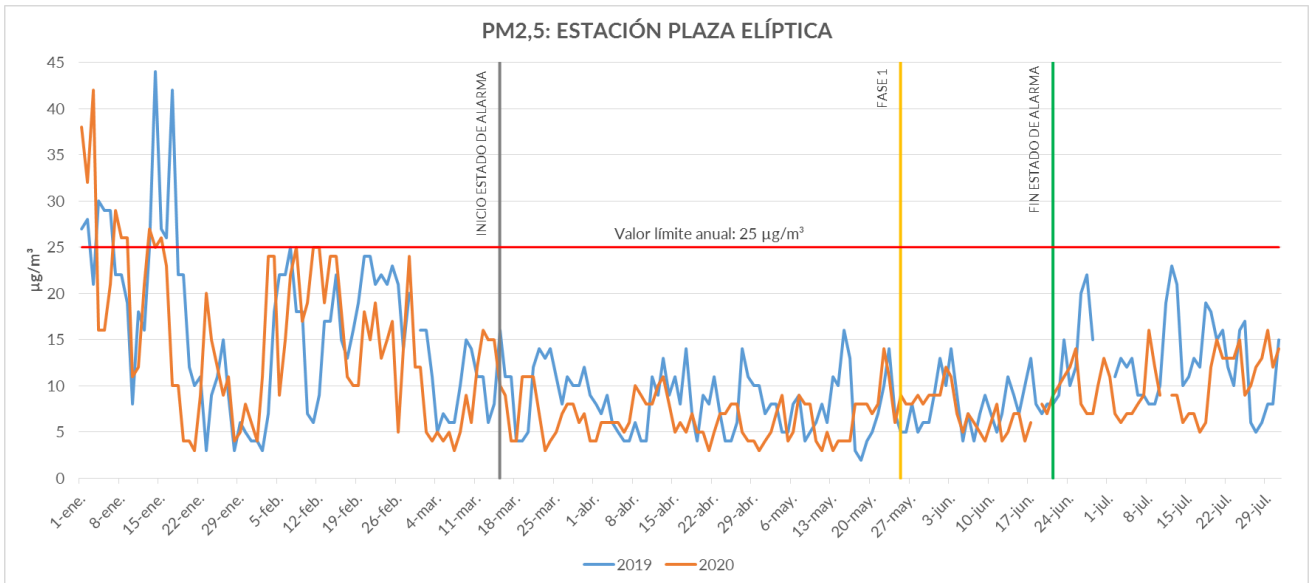
A continuación, se muestra la evolución para los principales contaminantes: NO<sub>2</sub> y partículas en suspensión (PM10 y PM2,5) en la estación de calidad del aire de Plaza Elíptica en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, en relación con el mismo periodo del 2019.



**Gráfico 28:** Comparativa de la evolución del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en la estación de Plaza Elíptica en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.

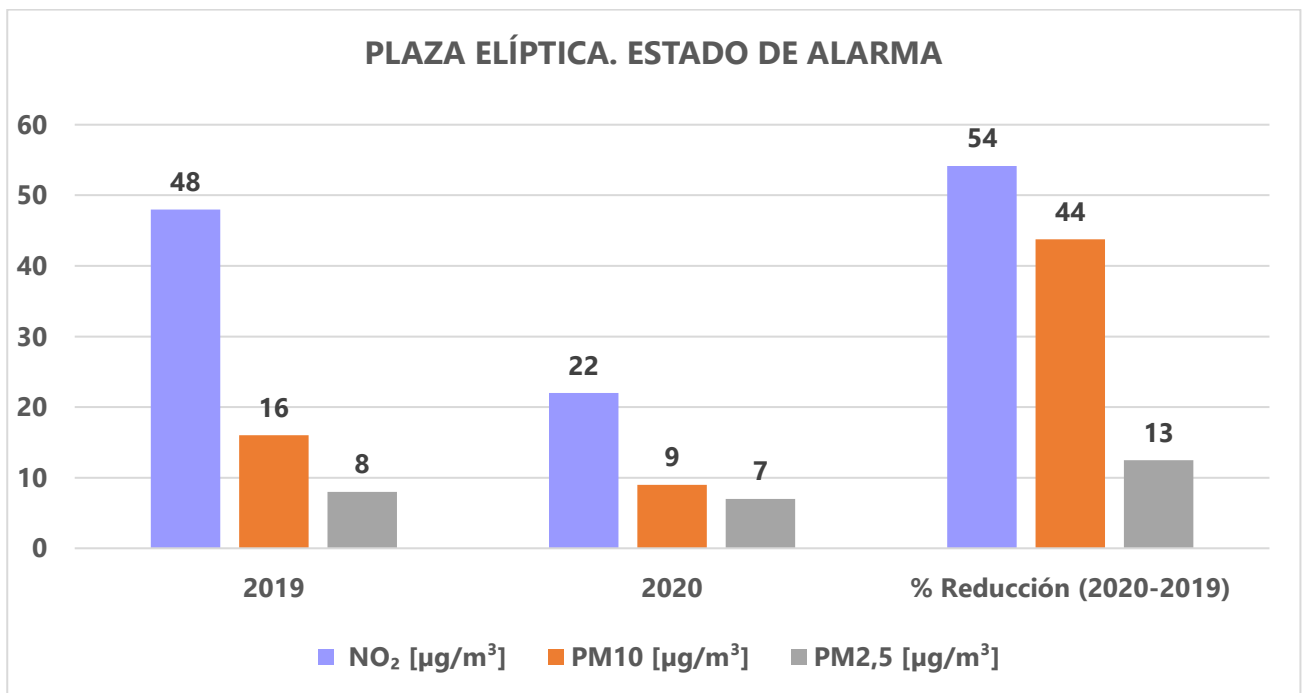


**Gráfico 29:** Comparativa de la evolución de partículas PM10 en la estación de Plaza Elíptica en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.



**Gráfico30:** Comparativa de la evolución de partículas PM2,5 en la estación de Plaza Elíptica en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.

Se puede apreciar una reducción en el año 2020 y muy especialmente en los niveles de NO<sub>2</sub> durante el estado de alarma que disminuyen en un 54 %.



**Gráfico 31.-** Variación de los niveles de NO<sub>2</sub>, PM10 y PM2,5 en la estación de calidad del aire de Plaza Elíptica durante el estado de alarma (15 de marzo al 21 de junio de 2020) en comparación con el mismo periodo del 2019 y su reducción porcentual.



## Escuelas Aguirre



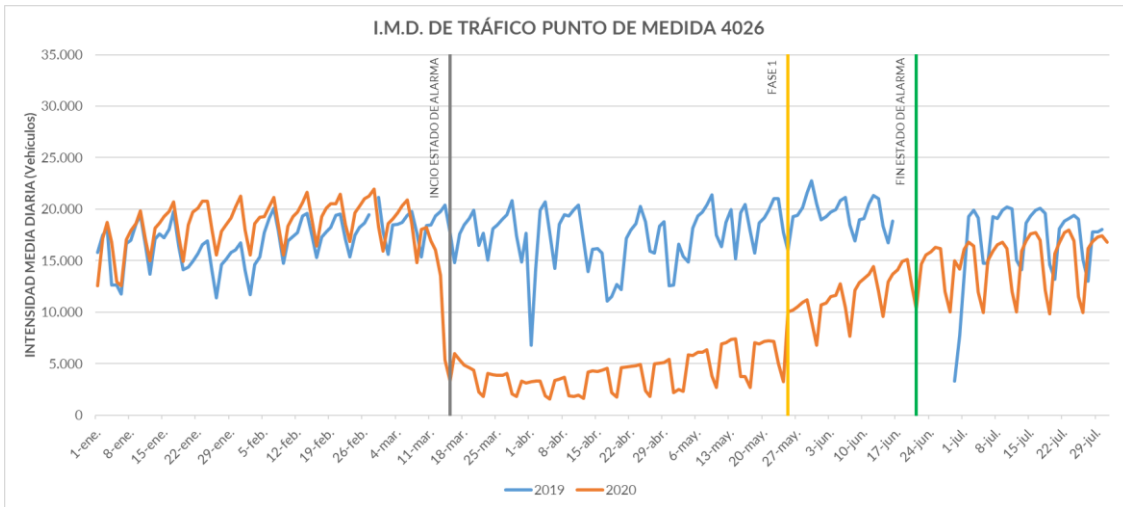
● Punto de medida de tráfico 4026. Calle O'Donnell E-O - Aguirre-Alcalá. (No se disponen de datos entre el 19 y el 29 de junio de 2020).

● Estación de vigilancia de la calidad del aire E08. Escuelas Aguirre.

En el área de Escuelas Aguirre, en el año 2020, durante el estado de alarma, la I. M.D. de tráfico en el punto de medida nº 4026, situado en la Calle O'Donnell E-O- Aguirre-Alcalá, registró un descenso de más del **64,4%** respecto al año anterior.

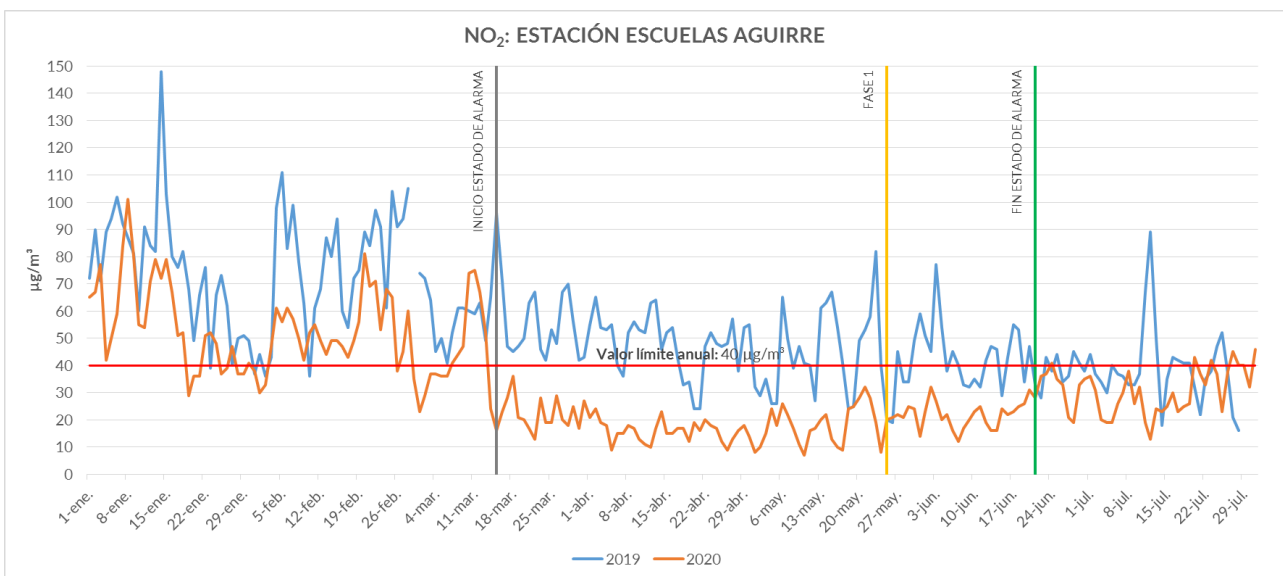
En el siguiente gráfico, se observa como la I.M.D. en punto de medida de tráfico nº 4026, antes del estado de alarma tenía una evolución similar al año 2019, sin embargo, sus niveles disminuyeron durante el mismo, hasta valores en algunos días inferiores al 20% de los registrados en el año anterior (reducción acorde con la observada en estación de medición de tráfico próxima a Plaza Elíptica). Se observa una recuperación de la movilidad en esta estación a partir del inicio de la fase 1, alcanzando valores similares al año anterior a finales del mes de julio.



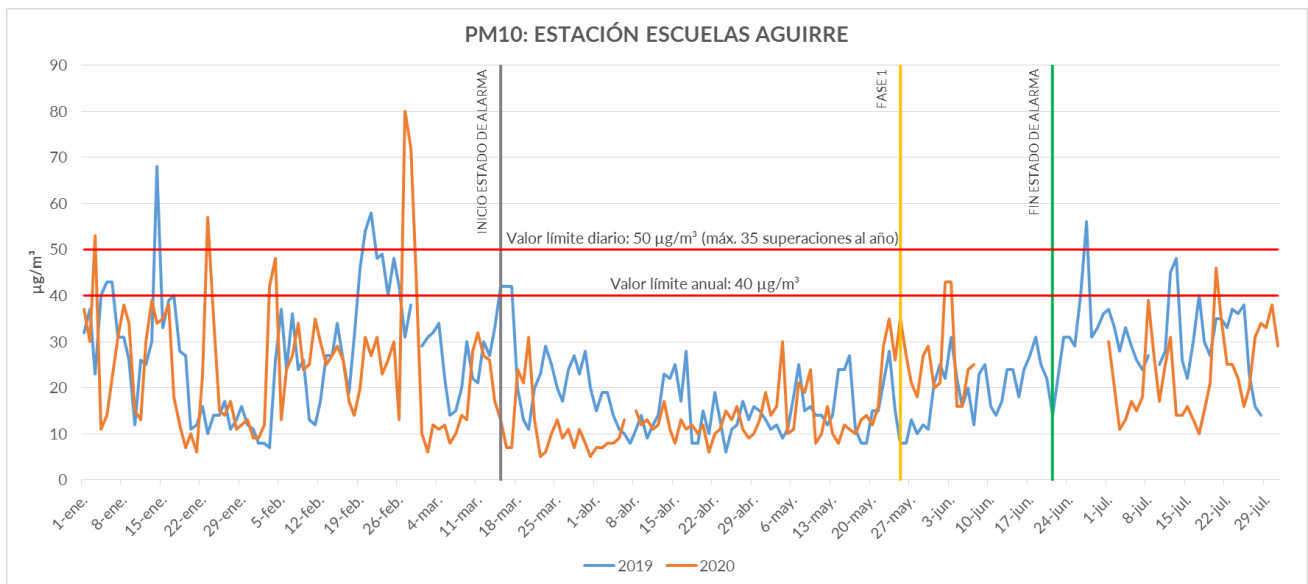


**Gráfico 32:** Comparativa de la evolución del tráfico en el punto de medida nº 4026. Calle O'Donnell E-O - Aguirre-Alcalá en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.

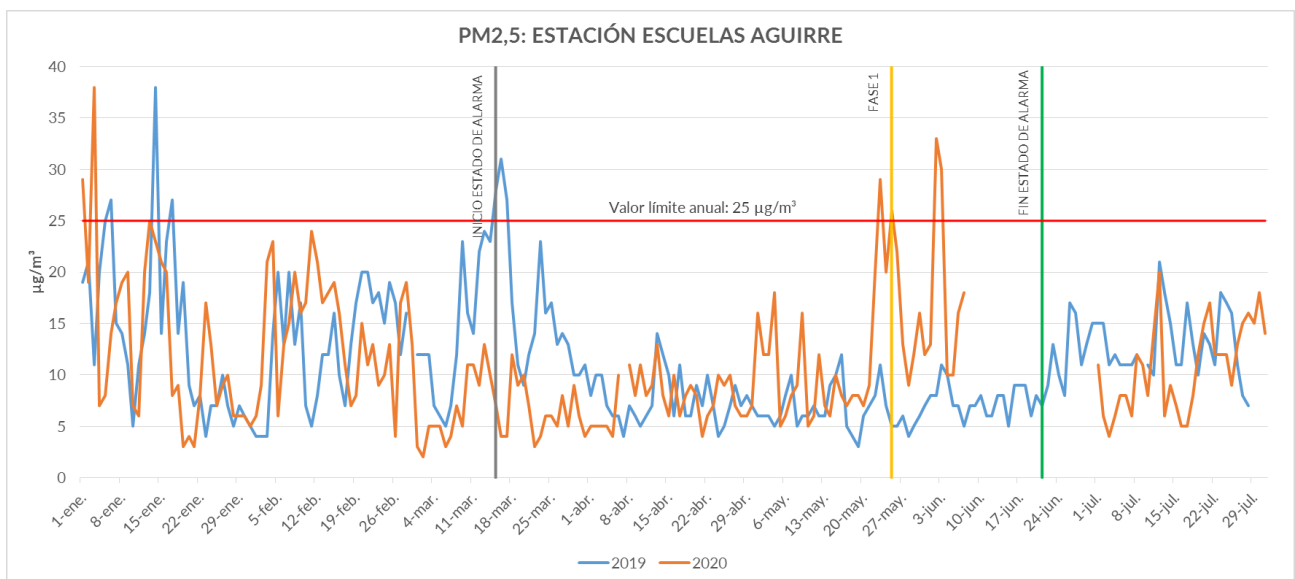
A continuación, se muestra la evolución para los principales contaminantes: NO<sub>2</sub> y partículas en suspensión (PM10 y PM2,5) en la estación de calidad del aire de Escuelas Aguirre, en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020 en relación con el mismo periodo del 2019.



**Gráfico 33:** Comparativa de la evolución del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en la estación de Escuelas Aguirre en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.



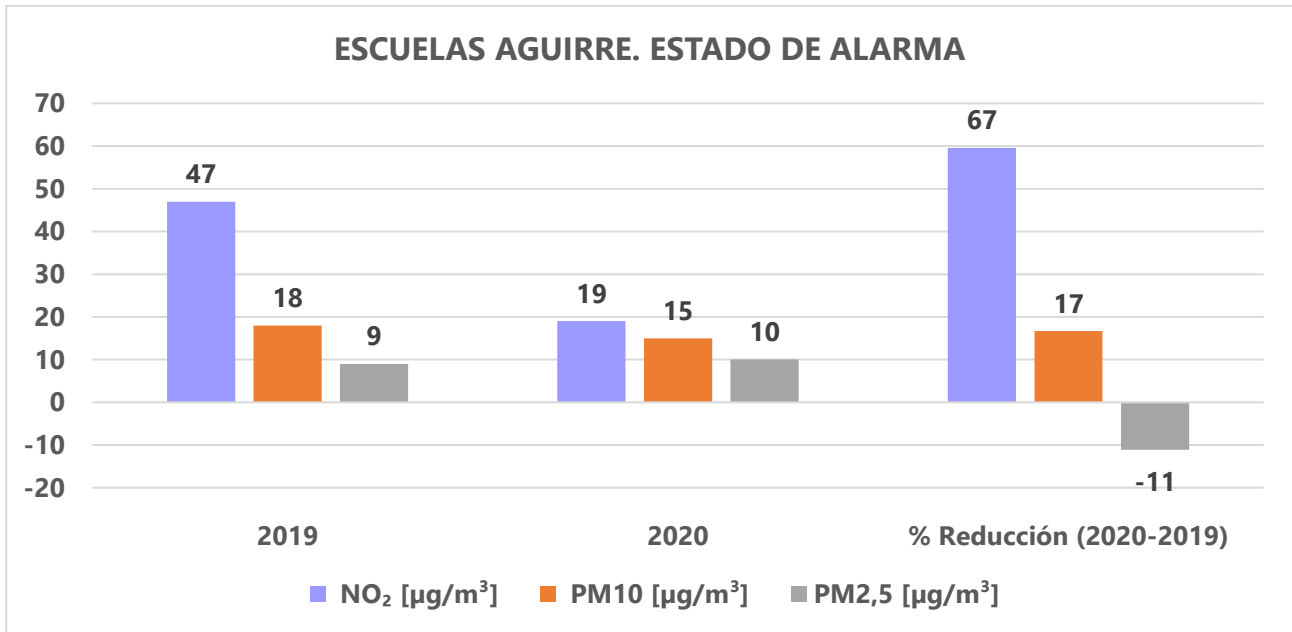
**Gráfico 34:** Comparativa de la evolución de partículas PM10 en la estación de Escuelas Aguirre en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.



**Gráfico 35:** Comparativa de la evolución de partículas PM2,5 en la estación de Escuelas Aguirre en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.

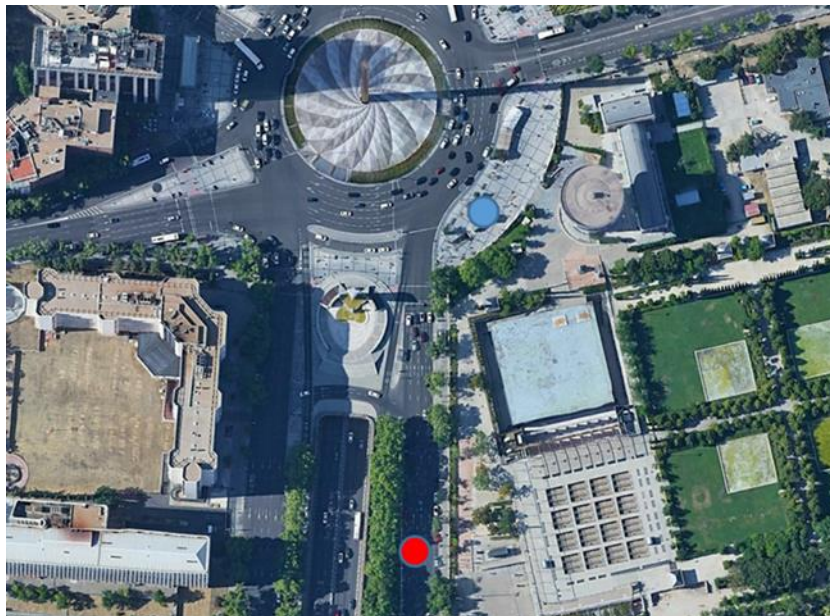
En el estado de alarma se registró un descenso de un **67%** respecto al año anterior en NO<sub>2</sub>, un **17%** en PM10 y un aumento del **11%** en PM2,5.





**Gráfico 36.-** Variación de los niveles de NO<sub>2</sub>, PM10 y PM2,5 en la estación de Escuelas Aguirre durante el estado de alarma (15 de marzo al 21 de junio de 2020) en comparación con el mismo periodo del 2019 y su reducción porcentual.

## Plaza de Castilla

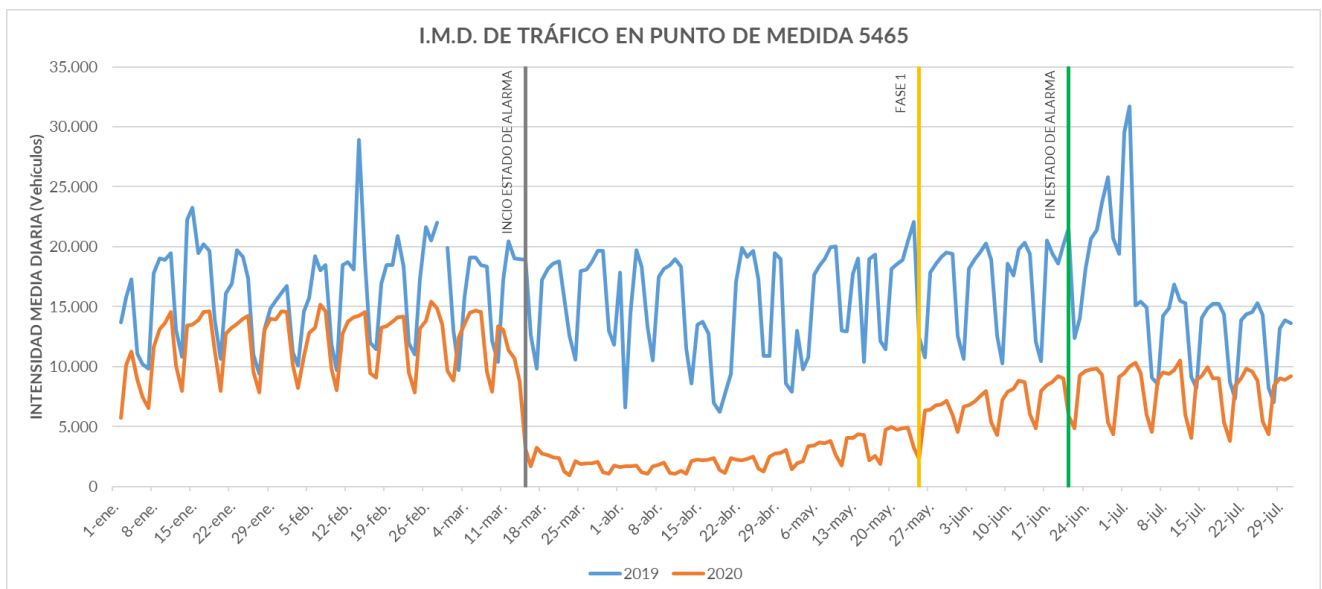


● Punto de medida de tráfico 5465. Lateral Pº Castellana S-N - Félix Boix-Pza. Castilla.

● Estación de vigilancia de la calidad del aire E50. Plaza de Castilla.

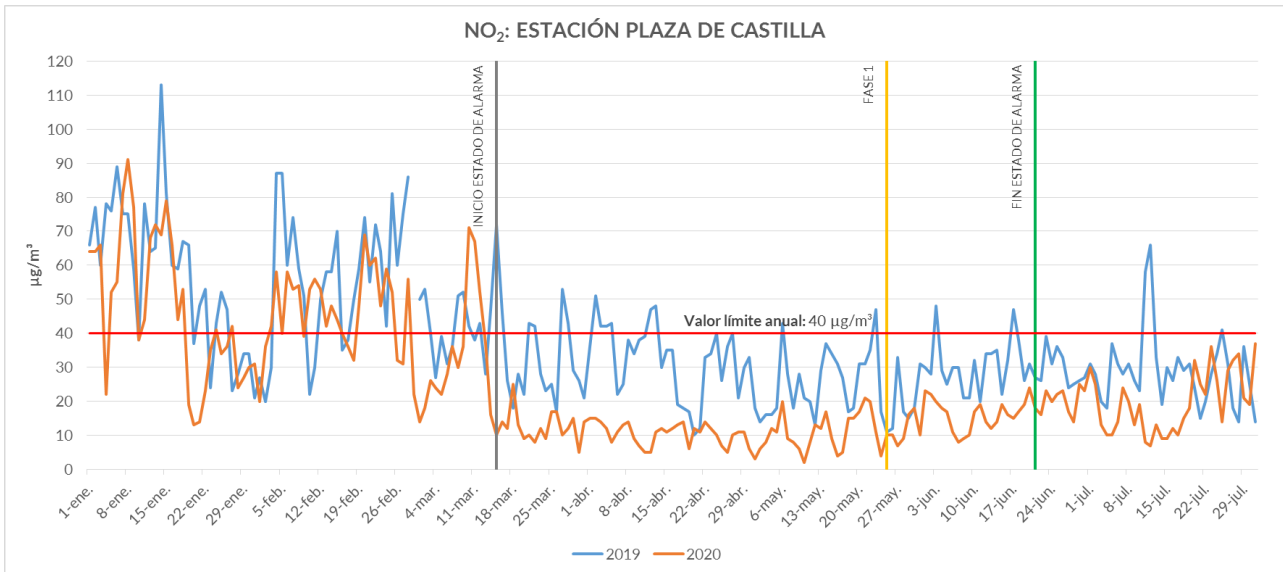
En el área de Plaza de Castilla, en el año 2020, durante el estado de alarma, la I. M.D. de tráfico en el punto de medida nº 5465, situado en el Lateral Pº Castellana S-N - Félix Boix-Pza. Castilla, registró un descenso de más del **76,6%** respecto al año anterior.

En el siguiente gráfico se observa como la I.M.D. en el punto de medida de tráfico nº 5465 en el año 2020, antes del estado de alarma, tenía una evolución similar pero con valores inferiores a los registrados en el año 2019. Sus niveles disminuyeron durante el estado de alarma hasta valores en algunos días inferiores al 15% de los registrados en el año anterior (reducciones mayores que en los puntos de medición de tráfico próximos a Plaza Elíptica y Escuelas Aguirre). Solo se observa una recuperación de la movilidad en esta estación a partir del inicio de la fase 1, pero sin llegar a recuperarse totalmente una vez finalizado el estado de alarma.

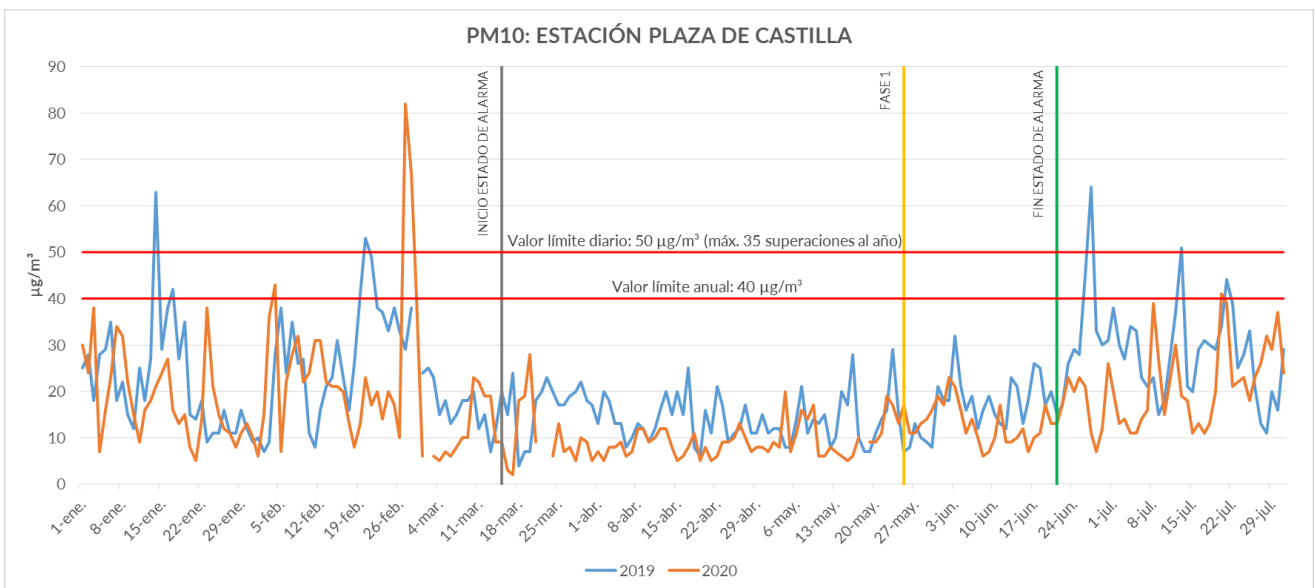


**Gráfico 37:** Comparativa de la evolución del tráfico en el punto de medida nº 5465. Lateral Pº Castellana S-N - Félix Boix-Pza. Castilla en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.

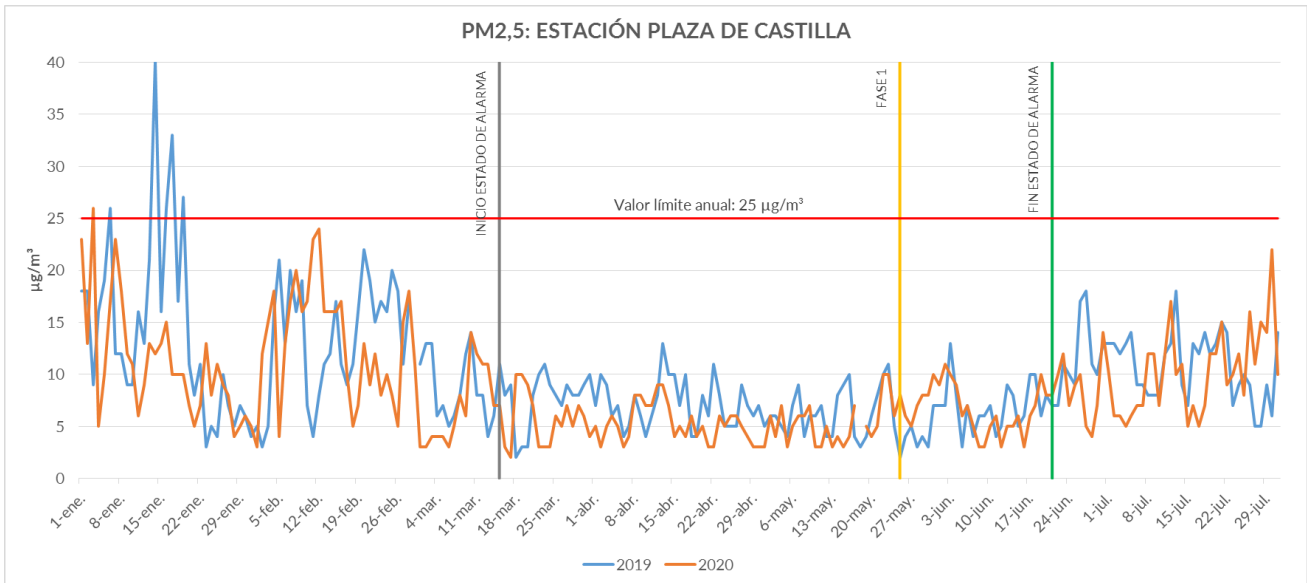
A continuación, se muestra la evolución para los principales contaminantes: NO<sub>2</sub> y partículas en suspensión (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>) en la estación de calidad del aire de Plaza de Castilla en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2020, en relación con el mismo periodo del 2019.



**Gráfico 38:** Comparativa de la evolución del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en la estación de Plaza de Castilla en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.

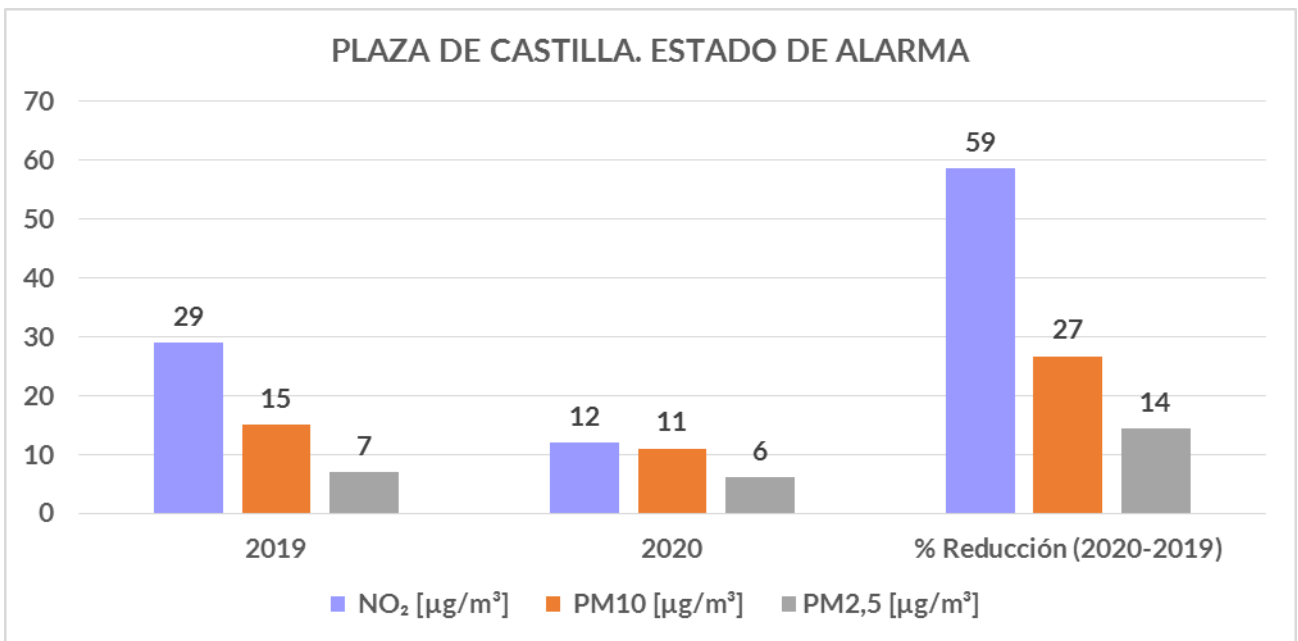


**Gráfico 39:** Comparativa de la evolución de partículas PM10 en la estación de Plaza de Castilla en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.



**Gráfico 40:** Comparativa de la evolución de partículas PM2,5 en la estación de Plaza de Castilla en el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de julio de los años 2019 y 2020.

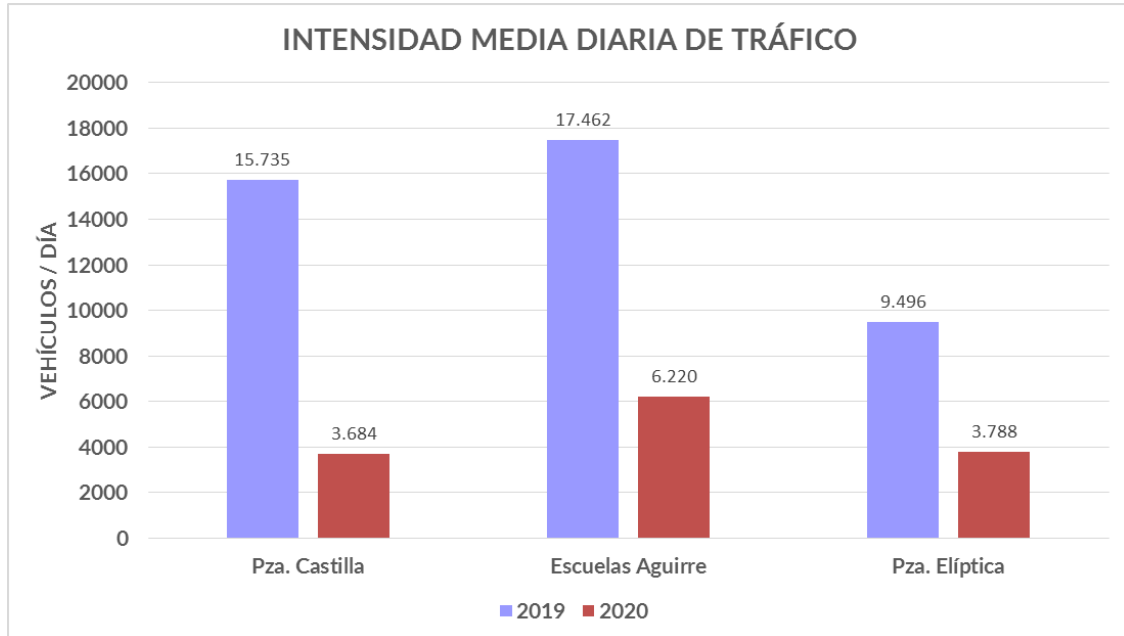
Durante el estado de alarma se registró un descenso de un **59%** respecto al año anterior en NO<sub>2</sub>, un **27%** en PM10 y un **14%** en PM2,5.



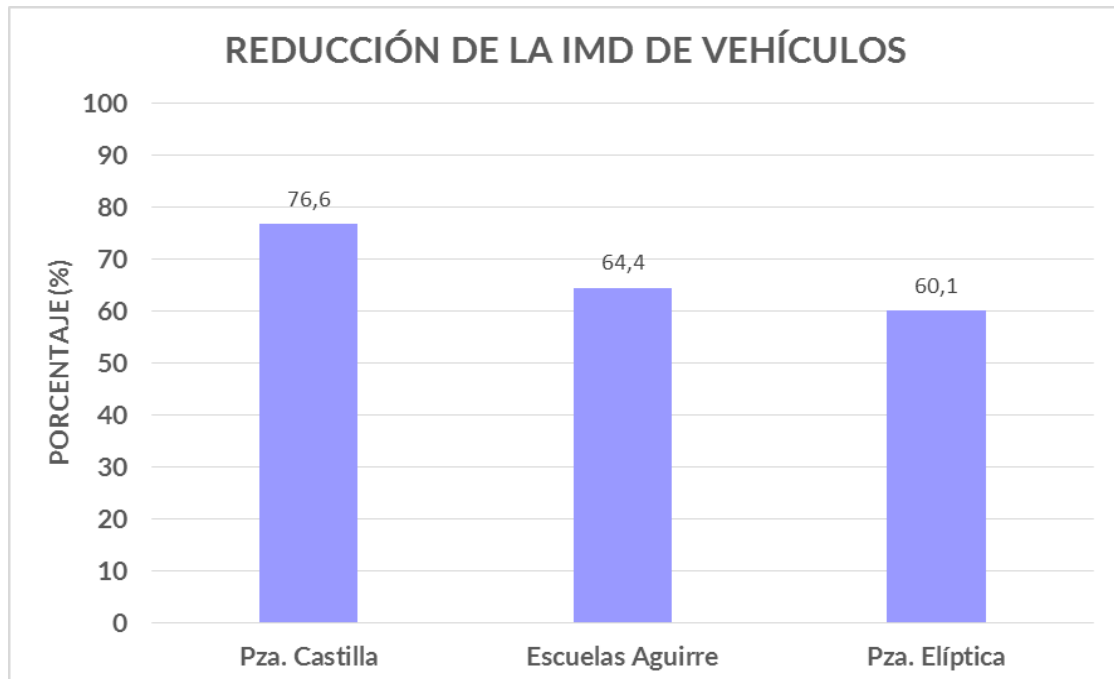
**Gráfico 41.-** Variación de los niveles de NO<sub>2</sub>, PM10 Y PM2,5 en la estación de Plaza de Castilla durante el estado de alarma (15 de marzo al 21 de junio de 2020) en comparación con el mismo periodo del 2019 y su reducción porcentual.



## Resumen de datos



**Gráfico 42:** Comparativa de la I.M.D. en las estaciones de medida de tráfico seleccionadas durante el estado de alarma, en relación con el mismo periodo del 2019.



**Gráfico 43:** Reducción porcentual de la I.M.D. en las estaciones de medida de tráfico seleccionadas durante el estado de alarma con respecto al mismo periodo del 2019.



<b>Comparativa calidad del aire: Estado de alarma 2020 vs periodo equivalente 2019</b>				
<b>Estación</b>	<b>% Reducción NO<sub>2</sub></b>	<b>% Reducción PM10</b>	<b>% Reducción PM2,5</b>	<b>Tipología Estación</b>
E56: Pza. Elíptica	54	44	13	Urbana Tráfico
E08: Escuelas Aguirre	67	17	-11	Urbana Tráfico
E50: Plaza de Castilla	59	27	14	Urbana Tráfico

De la anterior tabla, se puede deducir que las tres estaciones de calidad del aire, clasificadas como estaciones de tráfico, tienen un comportamiento similar y registran los mayores descensos para el dióxido de nitrógeno, claramente derivado de la reducción de movilidad durante el estado de alarma. En relación con las partículas en suspensión su comportamiento es desigual: en general las reducciones son inferiores (y con un ligero aumento en Escuelas Aguirre en PM2,5), lo que demuestra que están más condicionadas por otras fuentes del entorno en el que están ubicadas, así como por los aportes debidos a intrusiones de aire sahariano que se han producido en el período.

## 5. METEOROLOGÍA

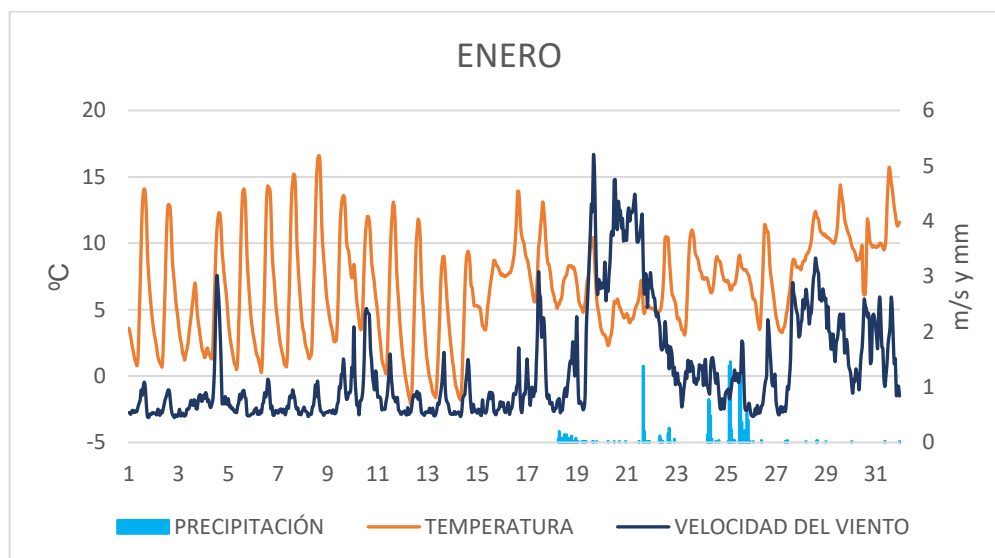
El periodo de enero a julio de 2020 se puede calificar globalmente como normal en cuanto a temperaturas si bien, los meses de febrero y mayo han sido muy cálido y cálido respectivamente, mientras que el resto se han mantenido en sus valores habituales o, incluso, ligeramente por debajo de ellos.

En cuanto a la precipitación, encontramos, como es habitual, más variabilidad. Así, el mes de febrero ha sido extremadamente seco, los meses de enero, junio y julio han sido secos, el mes de marzo ha sido normal, los meses de abril y mayo han sido húmedos.

Según los datos trimestrales que ofrece la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el periodo en el que se decretó el estado alarma (15 de marzo al 21 de junio de 2020) se ha caracterizado por unas temperaturas medias que se encuentran dentro de la media histórica.

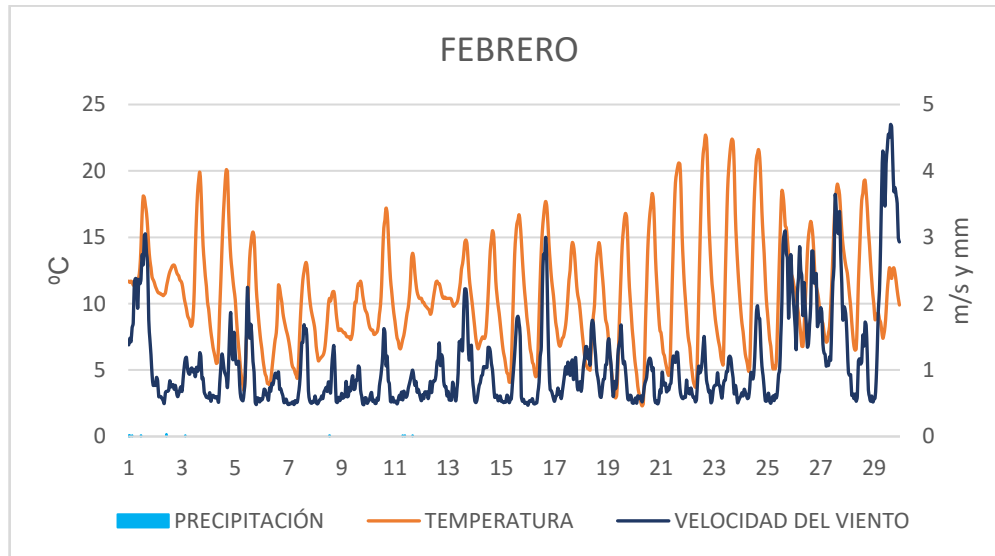
En cuanto a estabilidad, centrándose exclusivamente en la amplitud térmica durante el estado de alarma no se ha producido inversiones térmicas significativas.

A continuación se muestran los datos mensuales obtenidos en la red meteorológica municipal. <http://www.mambiente.madrid.es/sica/scripts/index.php>



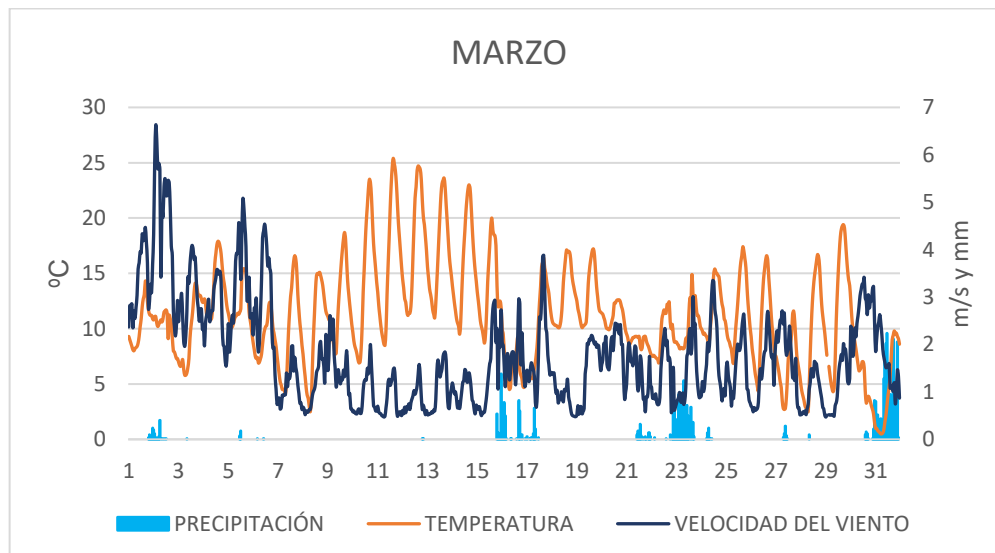
**Gráfico 44:** Datos medios obtenidos de la red meteorológica municipal correspondientes a enero de 2020

El mes de enero se puede dividir en dos periodos claramente diferenciados. Durante la primera quincena la situación meteorológica fue de estabilidad (especialmente los diez primeros días) como evidencian las bajas velocidades de viento y las elevadas amplitudes térmicas. Mientras que durante la segunda quincena predominó una situación de inestabilidad.



**Gráfico 45:** Datos medios obtenidos de la red meteorológica municipal correspondientes a febrero de 2020

Aunque la falta de precipitaciones pudiera indicar lo contrario, el mes de febrero no fue especialmente estable, a excepción del periodo comprendido entre los días 20 a 24, donde se vuelven a observar bajas velocidades del viento y elevadas amplitudes térmicas.

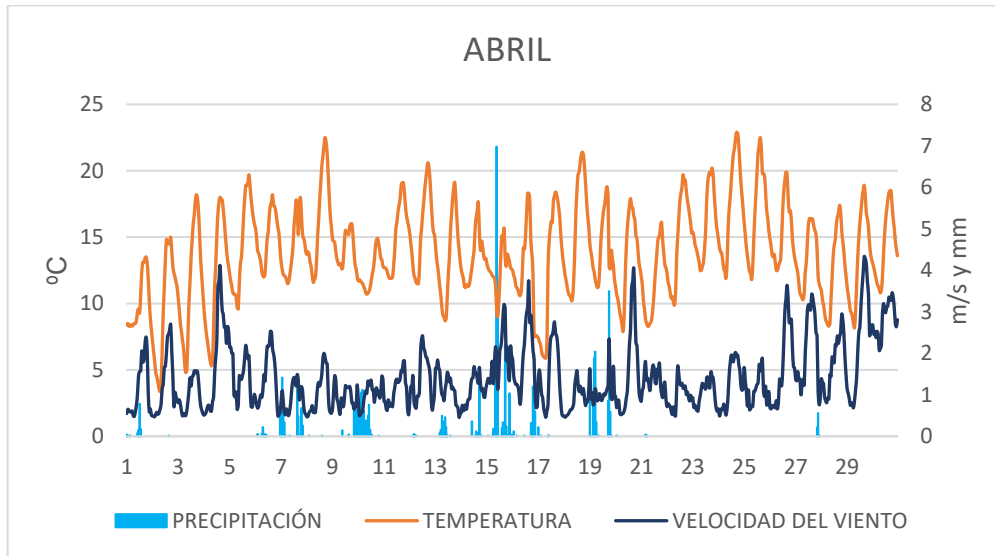


**Gráfico 46:** Datos medios obtenidos de la red meteorológica municipal correspondientes a marzo de 2020

La meteorología durante el mes de marzo fue casi totalmente inestable. Sólo durante el intervalo entre el 10 y el 15 se observa un breve periodo de estabilidad no muy pronunciada. El aumento de la insolación (tanto en intensidad como en duración) favorecen que las posibles

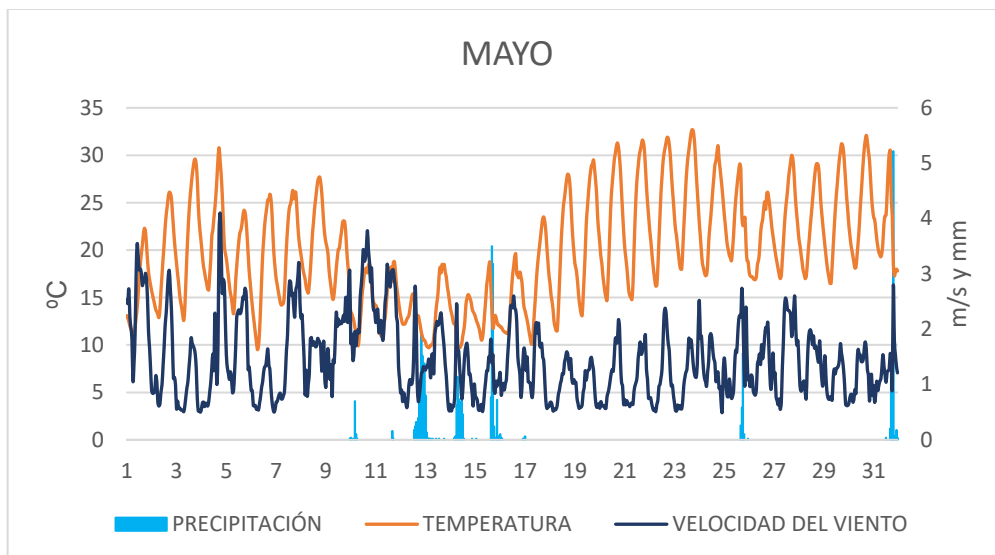


inversiones térmicas sean ligeras y cortas lo que mejora sensiblemente la ventilación de la atmósfera.

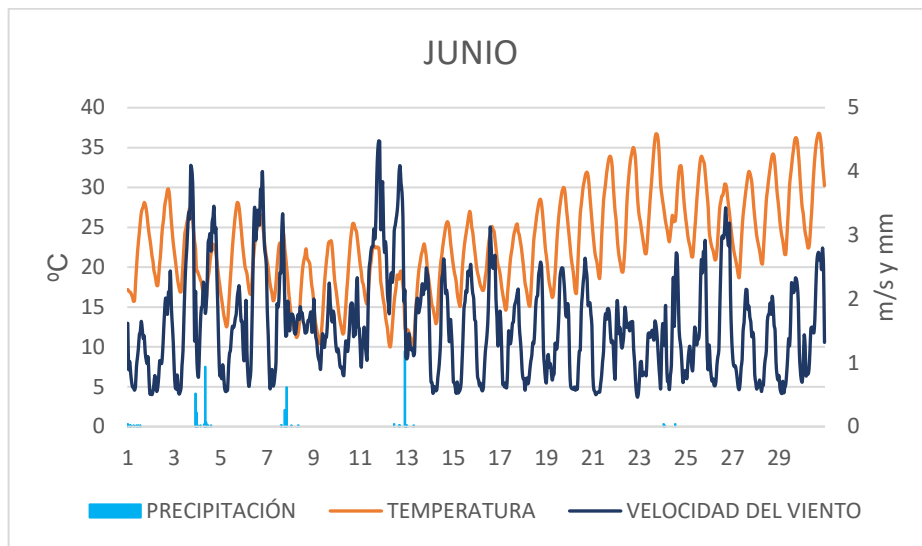


**Gráfico 47:** Datos medios obtenidos de la red meteorológica municipal correspondientes a abril de 2020

La situación meteorológica de los meses de abril y mayo puede resumirse como de inestabilidad de principio a fin.

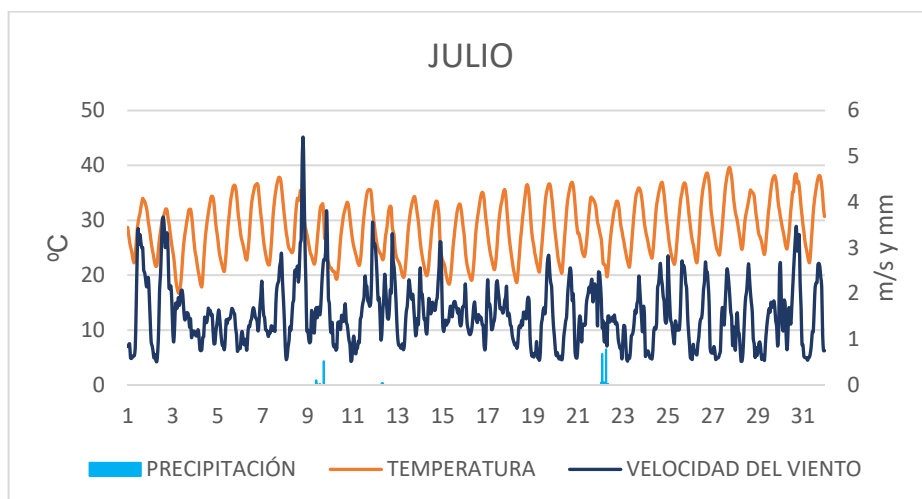


**Gráfico 48:** Datos medios obtenidos de la red meteorológica municipal correspondientes a mayo de 2020



**Gráfico 49:** Datos medios obtenidos de la red meteorológica municipal correspondientes a junio de 2020

En junio se puede observar una primera mitad inestable y una segunda caracterizada por una evolución hacia condiciones veraniegas en claro progreso. De este modo, en cuanto la ausencia de frentes se hace patente, el aumento de temperaturas (ligado al aumento de la insolación) se hace progresivo y empiezan a aparecer los vientos vespertinos ligados a fenómenos de convección que aseguran una ventilación de la atmósfera. Es esta misma insolación la que provoca el progresivo aumento de las concentraciones de ozono.



**Gráfico 50:** Datos medios obtenidos de la red meteorológica municipal correspondientes a julio de 2020

Las condiciones meteorológicas del mes de julio han sido claramente veraniegas en la meseta central: alta insolación, altas temperaturas y aparición de vientos vespertinos. Típica es también durante este periodo la aparición de fenómenos tormentosos ligados a la presencia de masas de aire relativamente frías en altura, que han tenido lugar los días 9, 12 y 22 aunque de muy escasa entidad.



## 6. CONCLUSIONES

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 ( $\text{NO}_2$ ), 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 como se ha citado 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.

En todo este análisis se ha tenido en cuenta también la meteorología, que para el periodo analizado se encuentra dentro de la normalidad en relación con la serie histórica.

Por tanto, se puede concluir que existe una clara relación entre el tráfico rodado y los niveles de contaminantes en nuestra ciudad, de ahí la necesidad de la reducción del tráfico

motorizado y de los vehículos contaminantes para mejorar la calidad del aire y poder así cumplir los valores fijados para los distintos contaminantes por legislación europea y nacional, en especial para el dióxido de nitrógeno.