



INFORME CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

6 de FEBRERO a 9 de MARZO 2020

PUENTE DEL REY

DISTRITO DE MONCLOA-ARAVACA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Red Vigilancia de la calidad del aire	2
1.2	Principales contaminantes atmosféricos	4
1.3	Definiciones	5
2	INFORME	6
2.1	Introducción	6
2.2	Ubicación del punto	7
2.3	Valores legislados	8
2.4	Condiciones meteorológicas	9
2.5	Resultados para la unidad móvil y el resto de la red	10
2.5.1	Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	11
2.5.2	Monóxido de carbono (CO)	11
2.5.3	Partículas en suspensión (PM10)	12
2.5.4	Ozono (O ₃)	12
2.5.5	Benceno	13
2.6	Conclusiones	14
3	MAS INFORMACIÓN	16

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Red Vigilancia de la calidad del aire

La red de vigilancia del ayuntamiento de Madrid está formada por 24 estaciones remotas automáticas dotadas con los analizadores necesarios para la medida correcta tanto de niveles de gases como de partículas. Una información detallada sobre su situación, los contaminantes que mide, su entorno y las características de su emplazamiento puede encontrarse en:

<http://www.mambiente.madrid.es/opencms/opencms/calair/SistemaIntegral/SistVigilancia/Estaciones/>

Las estaciones remotas son de varios tipos:

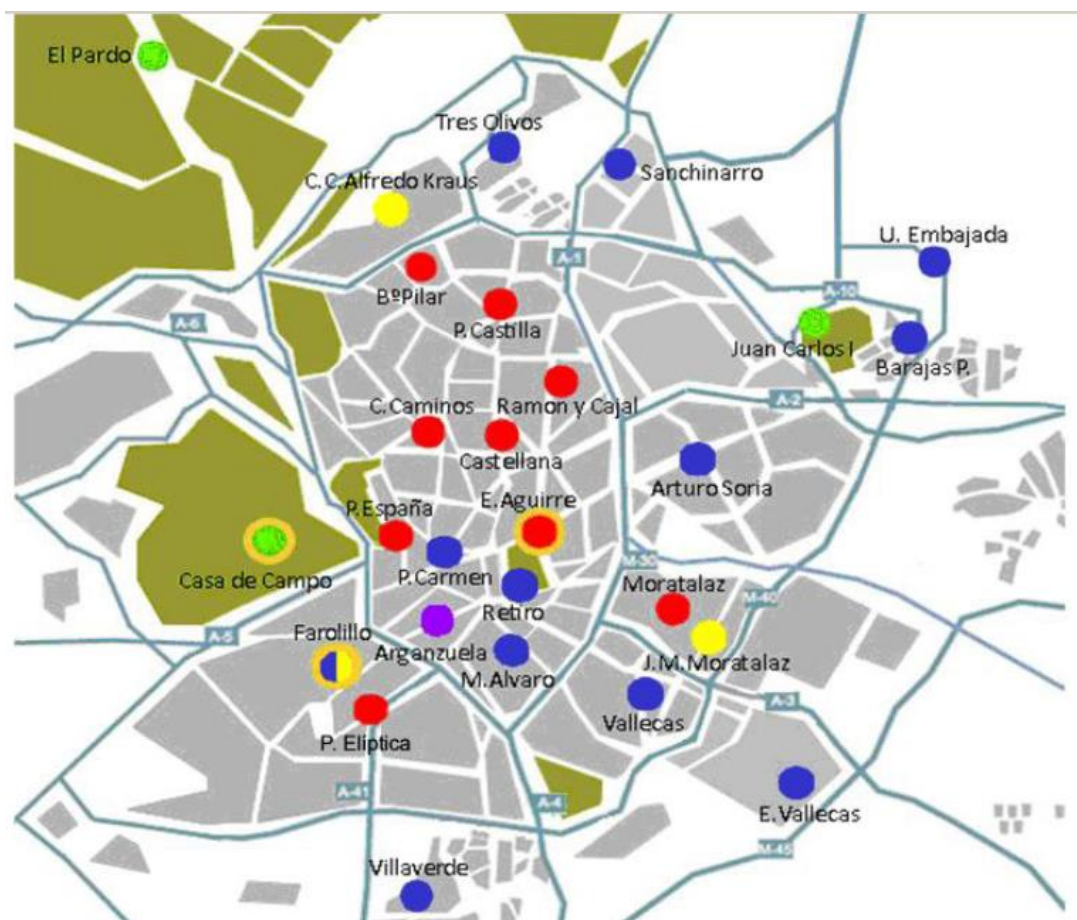
- Urbanas de fondo: son representativas de la exposición de la población urbana en general.
- De tráfico: situada de tal manera que su nivel de contaminación está influido principalmente por las emisiones procedentes de una calle o carretera próxima, pero se ha de evitar que se midan microambientes muy 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.

Además de las estaciones automáticas se dispone de equipos manuales para la determinación de algunos parámetros:

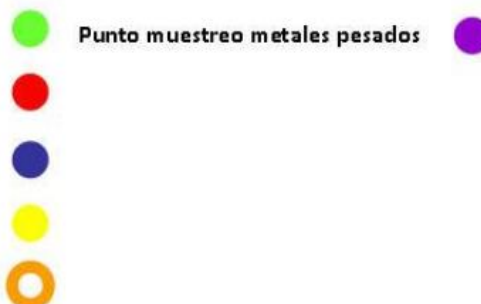
- Partículas PM_{2,5}: Tres equipos que forman parte de la Red IME ubicados en la estación de Farolillo, Centro cultural Alfredo Kraus y Junta Municipal de Moratalaz, respectivamente.
- Metales pesados (arsénico, cadmio, níquel y plomo) junto a la estación automática de Escuelas Aguirre y en el Centro integrado de Arganzuela.
- Benzo(a)pireno junto a la estación automática de Escuelas Aguirre.

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



Tipos de estación:

- Suburbana
- Tráfico
- Urbana de fondo
- Red IME (Indicador medio de exposición PM2,5)
- Estaciones completas (super-sites)



El Servicio de calidad del aire también cuenta con dos unidades móviles, que funcionan como estaciones remotas para la realización de campañas de medición específicas. Estas unidades móviles se encargan de determinar los niveles de contaminación en lugares alejados o fuera del radio de control de las estaciones remotas fijas que integran la Red Automática de Vigilancia. Por

su versatilidad, se ha convertido en un elemento imprescindible en el control de la calidad del aire. Están equipadas como las estaciones remotas más completas y su capacidad técnica y analítica es la siguiente:

- Partículas en suspensión (microbalanza)
- Dióxido de azufre (fluorescencia ultravioleta)
- Monóxido de carbono (absorción infrarroja)
- Óxidos de nitrógeno (quimioluminiscencia)
- Ozono (absorción ultravioleta)
- Benceno, tolueno y xileno (cromatografía de gases)
- Dirección del viento, velocidad del viento, humedad relativa, presión y temperatura (solo en la unidad móvil que se ha utilizado en esta campaña).

1.2 Principales contaminantes atmosféricos

DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

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. 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. Además 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 PM2.5 se refiere a partículas en suspensión con un diámetro aerodinámico de hasta 2,5 µm.

DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂)

El dióxido de nitrógeno (NO₂) 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 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)

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 debida fundamentalmente a los cambios tecnológicos en los vehículos de motor que son los principales emisores de este contaminante.

OZONO (O₃)

El ozono es un contaminante secundario que se forma a partir de una serie de contaminantes precursores cuando encuentran un nivel de insolación suficiente. 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

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.

1.3 Definiciones

Tal y como dispone el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, se entenderá por:

- Aire ambiente: el aire exterior de la baja troposfera, excluidos los lugares de trabajo.
- Contaminante: cualquier sustancia presente en el aire ambiente que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.
- Valor límite: un nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana, para el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza que debe alcanzarse en un período determinado y no superarse una vez alcanzado.

- Valor objetivo: nivel de un contaminante que deberá alcanzarse, en la medida de lo posible, en un momento determinado para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.
- Umbral de información: nivel de un contaminante a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana de los grupos de población especialmente vulnerables y las Administraciones competentes deben suministrar una información inmediata y apropiada.
- Umbral de alerta: un nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana que afecta al conjunto de la población y requiere la adopción de medidas inmediatas por parte de las Administraciones competentes.

2 INFORME

2.1 Introducción

El presente estudio muestra los resultados de medición de la unidad móvil de calidad del aire en el marco de una campaña destinada a conocer los valores de contaminantes en la zona de Madrid Río, concretamente en el Puente del Rey.

Dicha unidad cuenta con un sistema de adquisición de datos (SAD) que registra los datos medidos en continuo y los transmite al centro de control para su integración en la base de datos existente y posterior validación y estudio. La red de comunicación es vía VPN.

Se incluyen en la siguiente tabla la fecha de inicio y fin del periodo de estudio y los contaminantes medidos:

CAMPAÑA	PERIODOS DE MEDIDA		CONTAMINANTES
	Fecha Inicio	Fecha Fin	
Unidad móvil	6 febrero 2020	9 marzo 2020	NO ₂ , CO, PM10, O ₃ y Benceno

2.2 Ubicación del punto

UBICACIÓN Unidad móvil

Ubicación	Puente del Rey, Madrid Río
Altura de captación respecto al suelo	CO, NO ₂ , PM10, O ₃ , Benceno: 4 m
	Partículas PM10: 4 m.
Distancia a edificio más cercano	10 m. (Ventilación Calle 30)
Coordenadas	40°25'8"N 3°43'19"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	575 m.
Acometida Eléctrica	Facilitada por Calle 30

Vista unidad móvil y entorno



2.3 Valores legislados

NO₂

<p>VALOR LIMITE 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 LIMITE 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>
---	--	--

CO

<p>VALOR LÍMITE OCTOHORARIO para la protección de la salud humana: 10 mg/m³media octohoraria máxima en un día</p>
--

BENCENO

<p>VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana: 5 µg/m³</p>

PM₁₀

<p>VALOR LIMITE DIARIO para la protección de la salud humana: 50 µg/m³ (Que no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)</p>	<p>VALOR LIMITE ANUAL para la protección de la salud humana: 40 µg/m³</p>
---	--

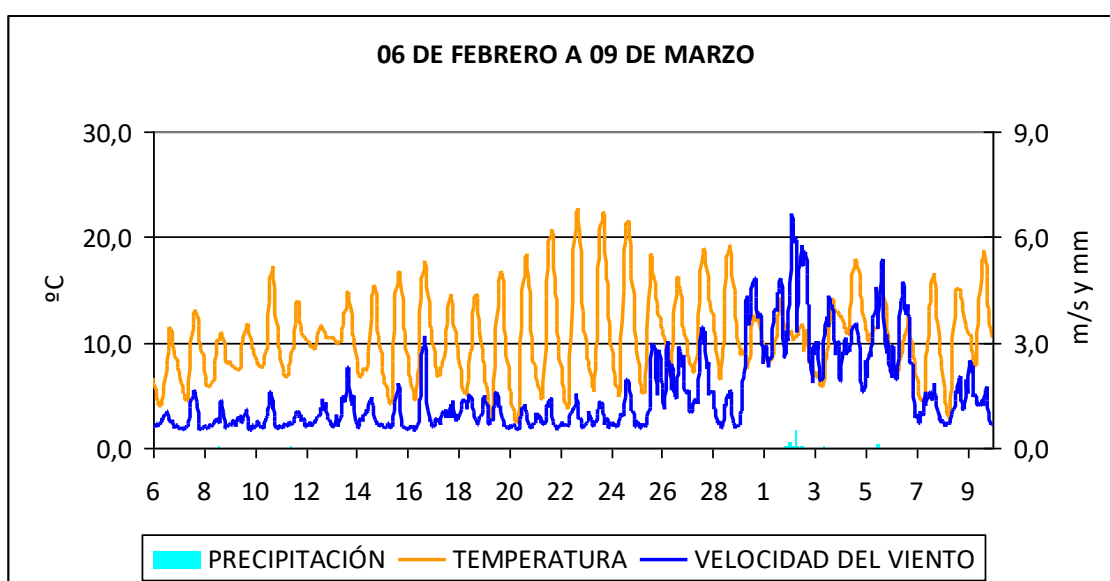
O₃

<p>UMBRAL DE INFORMACIÓN 180 µg/m³ (Como valor medio de 1 hora)</p>	<p>UMBRAL DE ALERTA 240 µg/m³ (Como valor medio de 1 hora)</p>	<p>VALOR OBJETIVO 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>
--	---	--

2.4 Condiciones meteorológicas

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.




2.5 Resultados para la unidad móvil y el resto de la red

A continuación se incluyen los datos obtenidos por la unidad móvil, efectuando comparativas con la media de las estaciones de fondo, tráfico y suburbanas en el caso del ozono. Seguidamente se incluyen las gráficas de evolución por contaminante.

Tabla resumen periodo estudio 6 de febrero a 9 de marzo de 2020:

PARÁMETRO	VALOR MEDIO 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:

-  Estaciones de Fondo
-  Estaciones de Tráfico
-  Estaciones suburbanas

El índice de calidad del aire ha sido el siguiente durante la presente campaña:

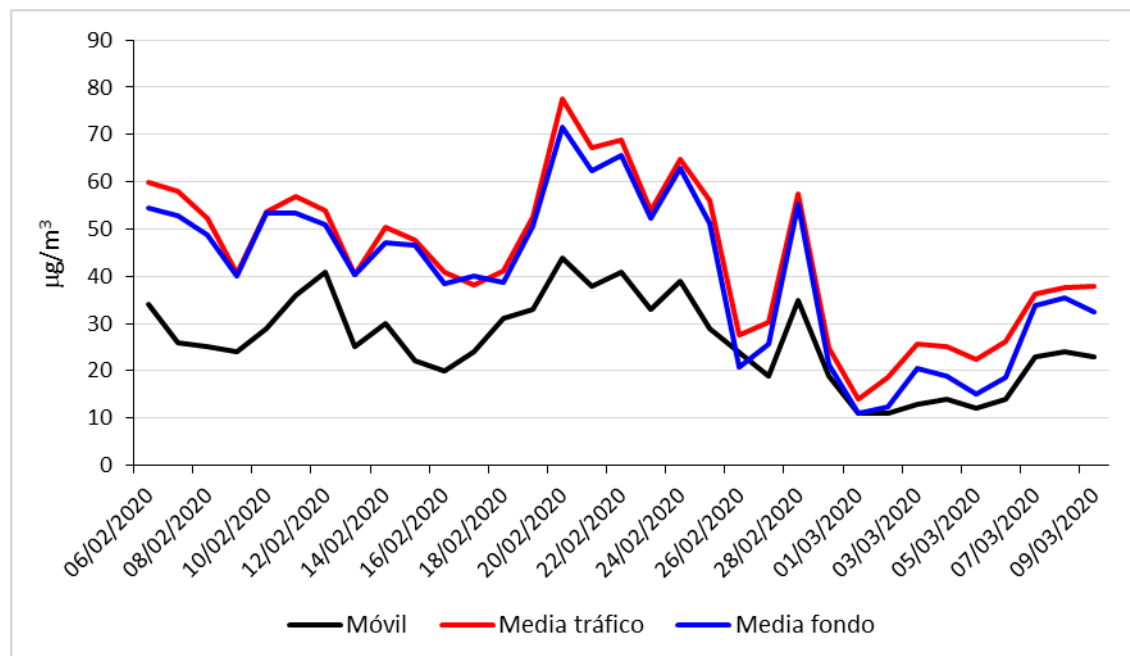
FEBRERO														MARZO																		
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Yellow

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

Para ampliar la información sobre el índice de calidad del aire ver el Apartado 3

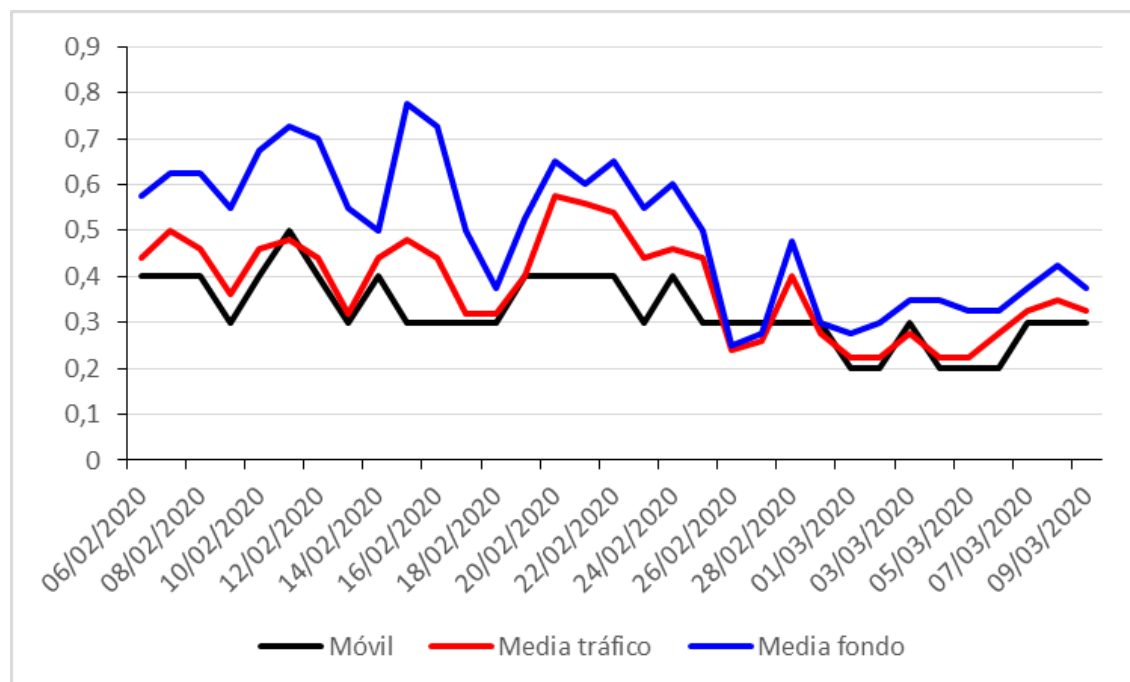
2.5.1 Dióxido de nitrógeno (NO₂)

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO



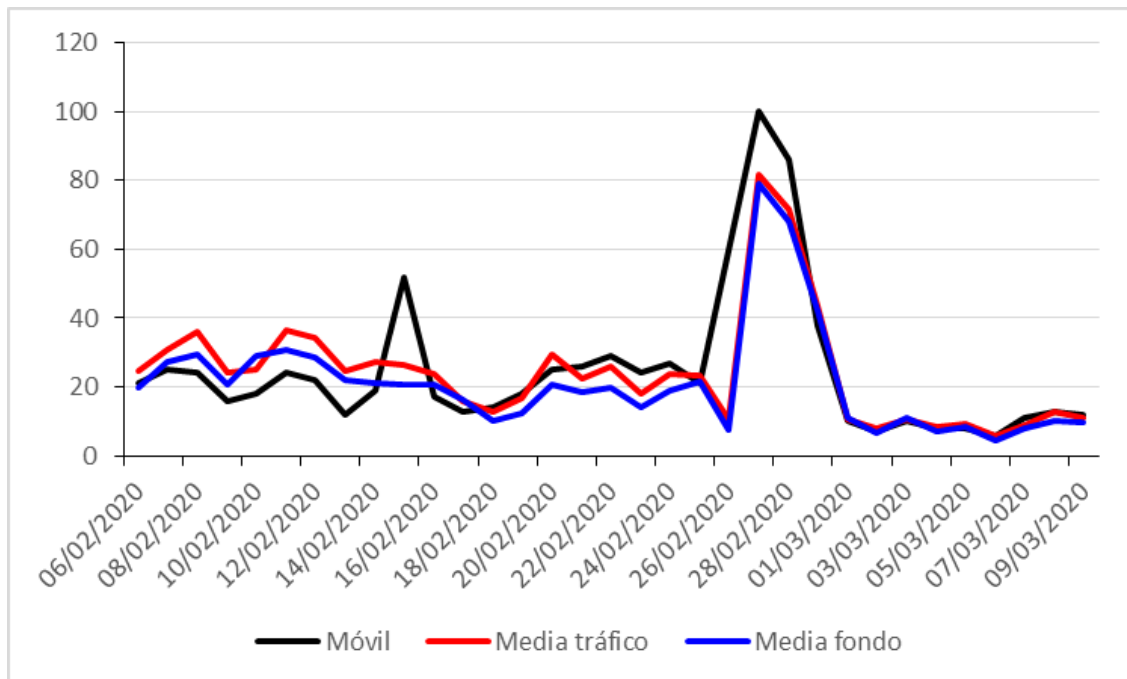
2.5.2 Monóxido de carbono (CO)

CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO



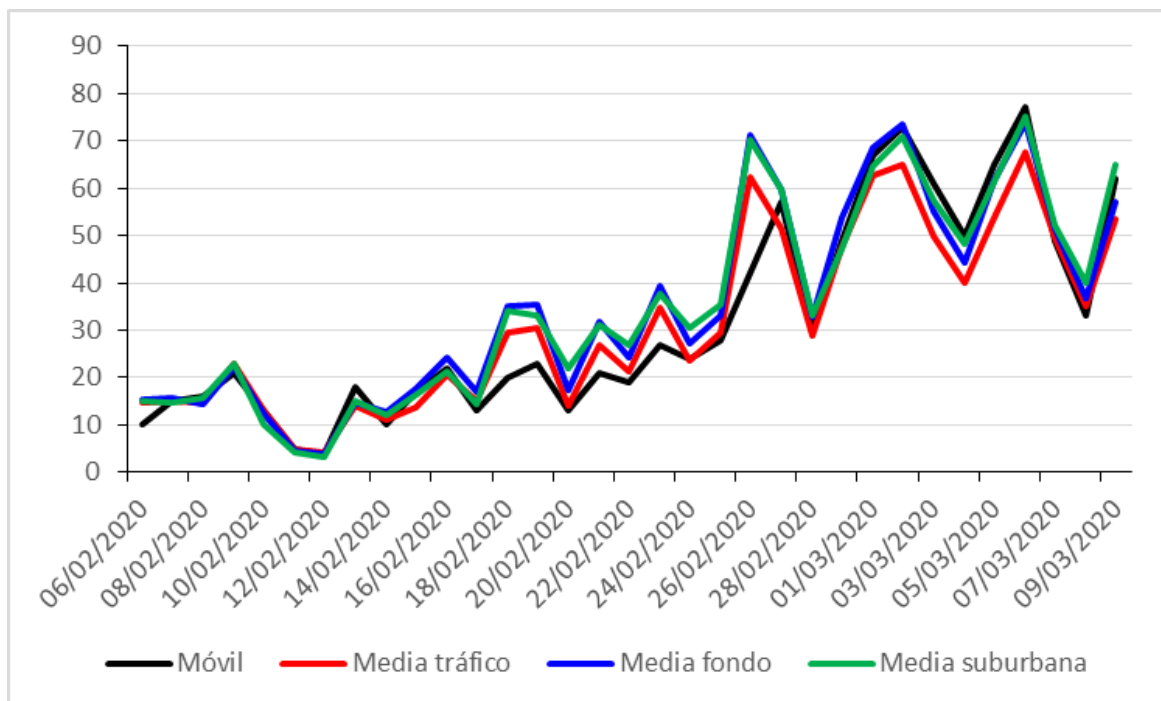
2.5.3 Partículas en suspensión (PM10)

CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN



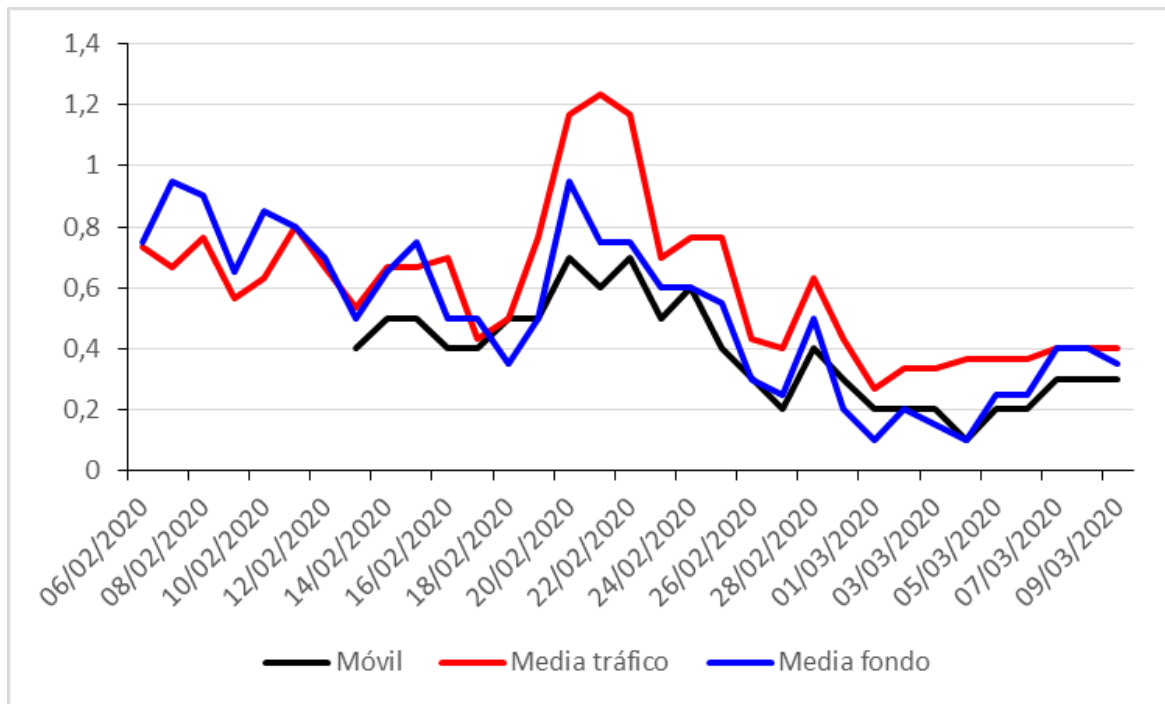
2.5.4 Ozono (O₃)

CONCENTRACIÓN DE OZONO



2.5.5 Benceno

CONCENTRACIÓN DE BENCENO



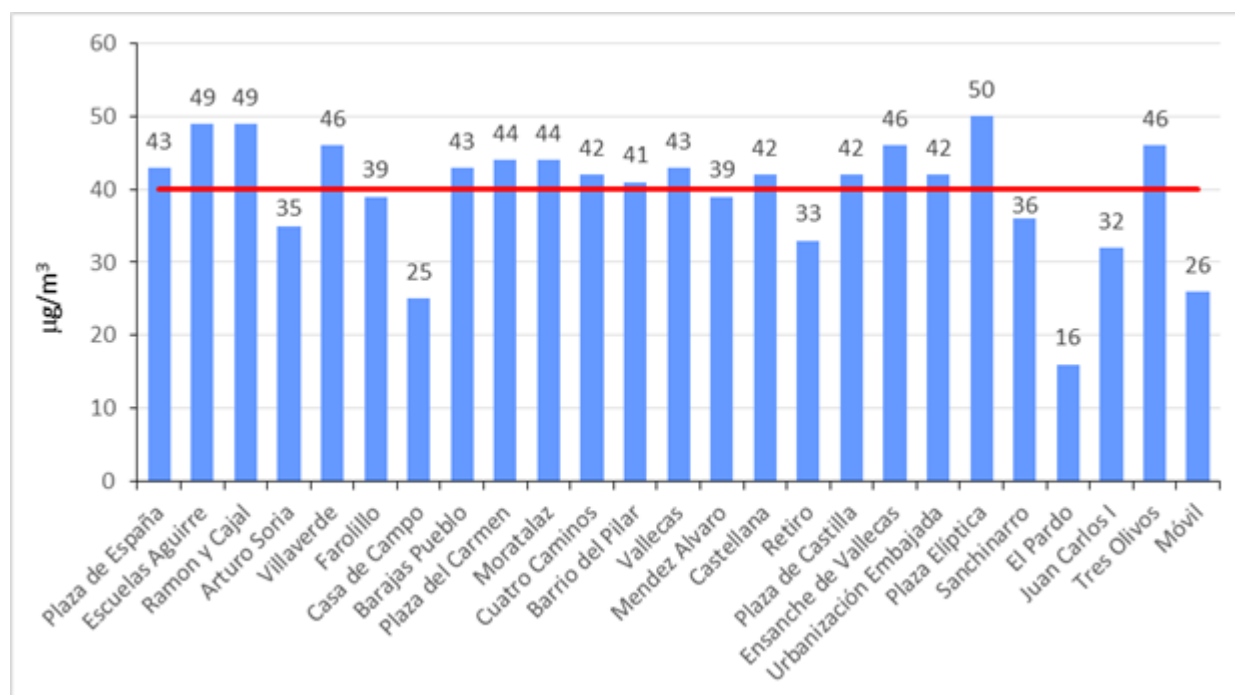
2.6 Conclusiones

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Los resultados de la unidad móvil muestran una concentración de 26 µg/m³, muy por debajo de la media de las estaciones de tráfico y fondo y superior al de las estaciones suburbanas.

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

Valores medios de NO₂ (del 6 de febrero al 9 de marzo de 2020):



■ Valor límite anual: 40 µg/m³

Monóxido de carbono (CO)

Los niveles obtenidos en las campañas son más bajos que la media de las estaciones de fondo y tráfico de la red de vigilancia. Todos los valores registrados están muy por debajo de los valores límite exigidos.

Partículas en suspensión (PM₁₀)

Los valores registrados de PM₁₀ en las campañas han sido muy similares a la media de las estaciones de tráfico y superiores a la media de las estaciones de fondo.

En el período de estudio se han registrado las siguientes superaciones del valor límite diario de partículas en suspensión PM10 fijado en 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:

Fecha	Escuelas Aguirre	Farolillo	Casa de Campo	Moratalaz	Cuatro Caminos	Vallecas	Méndez Álvaro	Castellana	Plaza de Castilla	Urbanización Embajada	Plaza Elíptica	Sanchinarro	Tres Olivos	Móvil
10/02/2020										54				
11/02/2020										55				
12/02/2020										58				
13/02/2020										53				
15/02/2020														52
27/02/2020	80	51	80	95	91	104	70	85	82	101	57	72	77	100
28/02/2020	72		68	89	74	91	55	65	67	90	62	65	60	86

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

Ozono (O₃)

Aunque los valores de concentraciones de ozono son bajos como corresponde a la época del año en que ha sido realizado el estudio, se observa que los valores registrados por la unidad móvil son asimilables a los de las estaciones suburbanas.

Benceno

Se observa que los niveles obtenidos, tanto por la unidad móvil como por la media de las estaciones de fondo y tráfico, son muy inferiores al valor límite legislado.

3 MAS INFORMACIÓN

<http://www.mambiente.madrid.es/opencms/opencms/cal aire>

<http://madridsalud.es/vigilancia-sanitaria-de-riesgos-ambientales/#fusion-tab-saludycontaminación>

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

http://gestiona.madrid.org/azul_internet/run/j/AvisosAccion.icm

OBJETIVOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD (VALORES LÍMITE)

Contaminante	Periodo de promedio	Valor límite	Fecha cumplimiento	Umbral Alerta
SO ₂	Horario	350 µg/m ³ (máximo 24 superaciones / año)	01/01/2005	500 µg/m ³ (en 3 horas en un área de al menos 100 km o en una zona o aglomeración completa)
	Diario	125 µg/m ³ (máximo 3 superaciones / año)		--
NO ₂	Horario	200 µg/m ³ (máximo 18 superaciones / año)	01/01/2010	400 µg/m ³ (en 3 horas en un área de al menos 100 km o en una zona o aglomeración completa)
	Anual	40µg/m ³		--
PM10	Diario	50 µg/m ³ (máximo 35 superaciones / año)	01/01/2005	--
	Anual	40 µg/m ³		--
Pb	Anual	0,5 µg/m ³	01/01/2005	--
PM2.5	Anual	25 µg/m ³	01/01/2055	--
C ₆ H ₆	Anual	5 µg/m ³	01/01/2010	--
CO	Máximo diario de las medias móviles octohorarias	10 mg/m ³	01/01/2005	--

OBJETIVOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD (VALORES LÍMITE)

Contaminante	Periodo de promedio	Valor objetivo	Objetivo a largo plazo	Fecha cumplimiento	Umbral Información	Umbral Alerta
As	Anual	6 ng/m ³		01/01/2013	--	--
Cd	Anual	5 ng/m ³		01/01/2013	--	--
Ni	Anual	20 ng/m ³		01/01/2013	--	--
B(a)P	Anual	1 ng/m ³		01/01/2013	--	--
Ozono (O ₃)	Horario	--	--	01/01/2004	180 µg/m ³	240 µg/m ³
	Máximo diario de las medias móviles octohorarias	120 µg/m ³ (máximo 25 superaciones en un promedio de 3 años)		01/01/2010		
	Máximo diario de las medias móviles octohorarias		120 µg/m ³	No definida		

La legislación española sobre calidad del aire actualmente en vigor viene representada por las siguientes normas:

- [Ley 34/2007](#), de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Esta ley actualiza la base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de calidad del aire en España, y tiene como fin último el de alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Mediante la misma se habilita al gobierno a definir y establecer los objetivos de calidad del aire y los requisitos mínimos de los sistemas de evaluación de la calidad del aire y sirve de marco regulador para la elaboración de los planes nacionales, autonómicos y locales para la mejora de la calidad del aire.

- [Real Decreto 102/2011](#), de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Esta norma transpone al ordenamiento jurídico español el contenido de la Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008 y la Directiva 2004/107/CE, de 15 de diciembre de 2004.

Se aprueba con la finalidad de evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de las sustancias mencionadas sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.

Este real decreto fue modificado por el [Real Decreto 678/2014](#) para modificar los objetivos de calidad del sulfuro de carbono establecidos en la disposición transitoria única y por el [Real Decreto 39/2017](#), para transponer a nuestro ordenamiento jurídico la [Directiva 2015/1480](#), que establece normas relativas a los métodos de referencia. Validación de datos y ubicación de los puntos de medición para la evaluación de la calidad del aire ambiente, e incorporar los nuevos requisitos de intercambio de información establecidos en la [Decisión 2011/850/UE](#). Además, este último real decreto prevé la aprobación de un Índice Nacional de Calidad del Aire que permita informar a la ciudadanía de una manera clara y homogénea en todo el país, sobre la calidad del aire que se respira en cada momento.

INDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El Índice Nacional de Calidad del Aire se regula en la Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo, estableciendo los siguientes intervalos para cada contaminante que se muestran en la tabla:

CALIDAD DEL AIRE	Índice de Calidad del Aire($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo
Contaminantes					
Partículas PM _{2,5}	0-10	11-20	21-25	26-50	51-800
Partículas PM ₁₀	0-20	21-35	36-50	51-100	101-1200
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	0-40	41-100	101-200	201-400	401-1000
Ozono (O ₃)	0-80	81-120	121-180	181-240	241-600
Dióxido de Azufre (SO ₂)	0-100	101-200	201-350	351-500	501-1250

Cálculo de los valores

Para los contaminantes: NO₂, O₃ y SO₂, se utilizarán los valores de concentraciones horarias para el cálculo del índice.

Por lo que respecta a PM₁₀ y PM_{2.5}, el cálculo se hará en base a la media móvil de las 24 horas anteriores.

Es importante destacar que **el índice refleja el peor nivel de cualquiera de los cinco contaminantes que lo componen.**