

## LABORATORIO MÓVIL DE MEDIDA DE LA CALIDAD DEL AIRE

**Informe de resultados de la  
Campaña de medición y  
divulgación de la calidad del aire.**

**Municipio: Pozuelo de Alarcón**



En Madrid, a 28 de Mayo de 2010

---

## INDICE

---

<b>1.-PRESENTACIÓN DE LA CAMPAÑA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.-DESARROLLO.....</b>	<b>4</b>
<b>3.-DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO .....</b>	<b>6</b>
<b>4.-UBICACIÓN DE LA CAMPAÑA.....</b>	<b>11</b>
4.1. FECHA DE LA CAMPAÑA Y LOCALIZACIÓN.....	13
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN Y EL ENTORNO .....	13
<b>5.-CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE LA CAMPAÑA.....</b>	<b>14</b>
5.1.- ROSA DE VIENTOS .....	15
5.2.- VELOCIDAD DEL VIENTO.....	16
5.3.- TEMPERATURA.....	17
5.4.- HUMEDAD RELATIVA .....	18
5.5.- PRESIÓN BAROMÉTRICA .....	19
5.6.- RADIACIÓN SOLAR.....	20
5.7.- PRECIPITACIONES.....	21
<b>6.-RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDA.....</b>	<b>22</b>
6.1. DIÓXIDO DE AZUFRE - SO <sub>2</sub> .....	23
6.2. ÓXIDOS DE NITRÓGENO - NO <sub>x</sub> .....	28
6.3. MONÓXIDO DE CARBONO - CO.....	32
6.4. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN - PM <sub>10</sub> .....	35
6.5. OZONO - O <sub>3</sub> .....	39
<b>7.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>

---

## 1.-PRESENTACIÓN DE LA CAMPAÑA

El presente estudio forma parte de un conjunto de campañas divulgativas y de medición de la calidad del aire que se están llevando a cabo con el Autobús de la Calidad del Aire, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, englobadas dentro de la Estrategia para la mejora de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid, denominada **Plan Azul**.

Dentro de esta estrategia se han realizado una serie de actuaciones entre las que se encuentran las campañas de sensibilización ambiental orientada a la población.

Con la campaña de sensibilización se pretende dar información a la población sobre la calidad del aire y la necesidad de llevar a cabo medidas para la reducción de la contaminación atmosférica. Con este fin el Autobús del Plan Azul fue instalado en el municipio de Pozuelo de Alarcón, donde se atendió al público y se llevó a cabo la medición de los diferentes contaminantes.

Se buscó dentro del municipio la mejor ubicación que permitiese un fácil acceso a todos los ciudadanos que quisieran acercarse para recibir información sobre el Plan Azul y la calidad del aire en su municipio. De esta manera, el Autobús cumplió con su doble objetivo, por un lado la obtención de datos de calidad del aire, y por otro, el papel divulgativo.

---

## 2.-DESARROLLO

Las unidades móviles se emplean habitualmente en lugares no cubiertos por estaciones permanentes y permiten un conocimiento puntual de las condiciones de calidad del aire en una zona.

Los procesos que se siguen para su instalación y funcionamiento son los siguientes:

- Selección de la ubicación y gestión de permisos
- Traslado e instalación del laboratorio móvil
- Calibración de los analizadores
- Campaña de medida
- Finalización de las medidas y retirada del laboratorio móvil
- Realización de los informes

Antes de proceder a la instalación del laboratorio móvil en el punto a realizar la campaña de medida, se realiza una visita previa por parte de nuestro personal especializado, con el objeto de determinar la zona más adecuada para su ubicación.

La selección de la ubicación se realiza teniendo en cuenta los criterios expresados en las normativas actuales y, en particular, las expresadas en los Reales Decretos 1073/2002, 1796/2003, la Directiva 2008/50/CE y atendiendo a las necesidades de seguridad, acceso y disponibilidad de red eléctrica.

Una vez seleccionado el punto de medida, se procede al traslado del laboratorio móvil hasta el emplazamiento elegido y se georeferencia.

Posteriormente, se procede a la puesta en marcha del instrumental del laboratorio, permitiendo su calentamiento y estabilización durante 24 horas, periodo tras el cual se realiza una verificación para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos.

De forma complementaria, se estudian las características más relevantes de la zona como son las posibles fuentes de emisión antropogénicas (fuentes industriales, tráfico, generadores domésticos) y naturales, características morfológicas del lugar, disponibilidad de información meteorológica, estadísticas de población, etc., así como cualquier otra información que resulte de interés.

Un técnico comprueba, semanalmente, el estado de funcionamiento de cada uno de los analizadores del laboratorio móvil, llevando a cabo las operaciones de mantenimiento preventivo necesarias.

Una vez terminada la campaña se procede a la retirada del laboratorio móvil para, posteriormente, trasladarla al siguiente punto de campaña o a la base de operaciones para su revisión y mantenimiento.

### **3.-DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO**

El término municipal de Pozuelo de Alarcón forma parte de la zona Oeste metropolitana de Madrid. Su extensión es de 43,2 km<sup>2</sup> y está situado a 8 km aproximadamente de Madrid.

Este municipio limita al Norte, al Este y al Sur con Madrid respectivamente con los barrios madrileños de El Plantío y Aravaca, Casa de Campo y Aluche; también al Sur con el Ventorro del Cano (Alcorcón) y al Oeste con Majadahonda y Boadilla del Monte.

Presenta un relieve de suaves ondulaciones separadas entre sí por valles poco accidentados y salpicados de pequeñas elevaciones, tales como el cerro de los Gamos, el cerro de los Perdigones, el valle de las Cañas, el cerro de Pajares, etc.

La altitud media del término es de 690 metros sobre el nivel mar y la máxima elevación es de 736 metros, entre La Cabaña y Prado Largo, muy próximo a Valle Rubios. La cota más baja se registra a 620 m, y se localiza en diversos puntos limítrofes con la ciudad de Madrid.

La red hídrica del municipio está representada por un conjunto de arroyos que entregan sus aguas al río Manzanares o al río Guadarrama. El casco urbano de Pozuelo está rodeado de grandes espacios verdes entre los que destaca la "Casa de Campo", uno de los grandes parques de Madrid que Pozuelo ha ampliado mediante el acondicionamiento del Parque Forestal de Somosaguas. Este parque, con una extensión total de 1.500.000 m<sup>2</sup>, supone un impulso considerable en la consolidación de la infraestructura verde y medioambiental de la localidad.

Cuenta con algunos lugares de interés para el visitante, como son la Fuente de la Escorzonera, la Iglesia de Santa María de Caná y su Iglesia Parroquial.

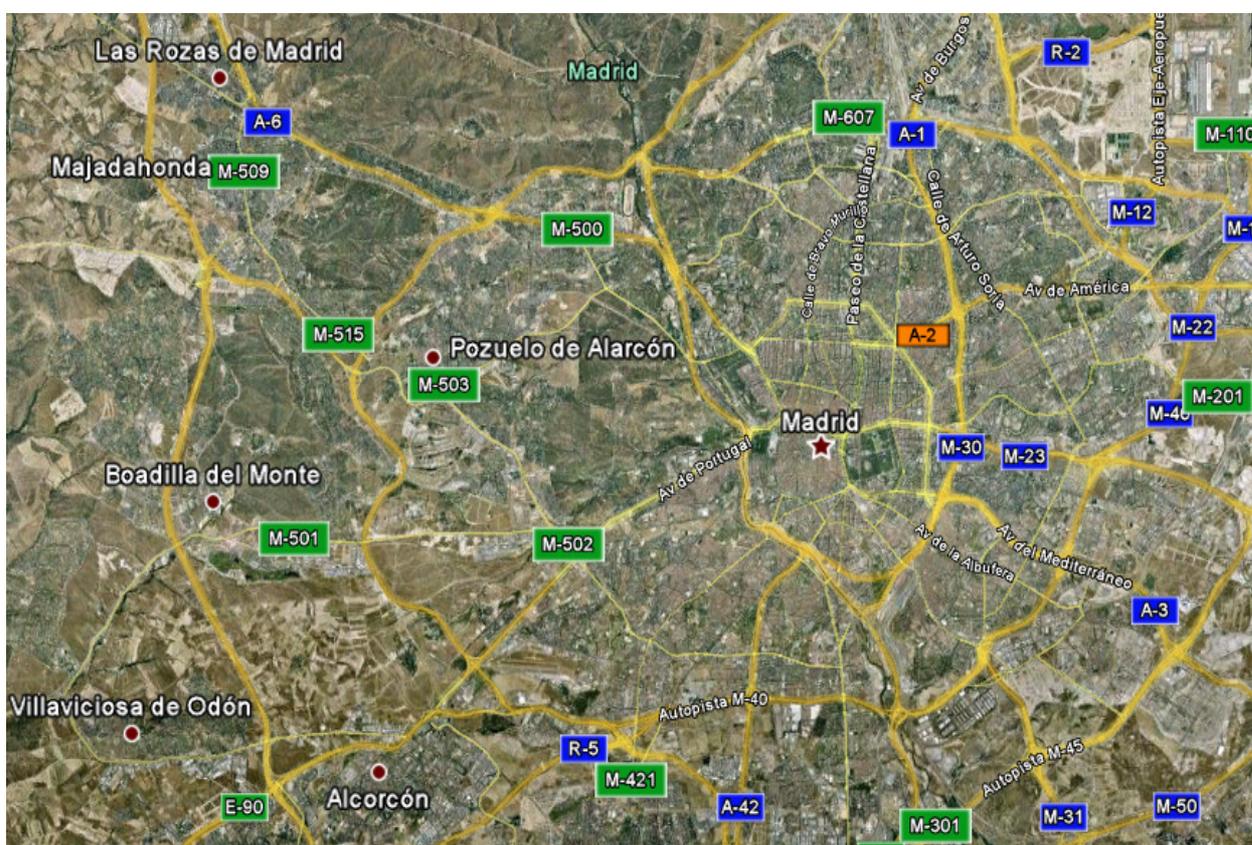
Pozuelo de Alarcón comenzó su auge demográfico a raíz del establecimiento, como primera residencia, de todas aquellas familias que hasta entonces poseían una segunda residencia en la localidad. Por su calidad de vida, y sobre todo por la proximidad con la capital, empezó a incrementar su población, hasta convertirse en uno de los núcleos poblacionales más importantes de la zona Noroeste de la Comunidad.

Sus coordenadas geodésicas de latitud y longitud son las siguientes:

Latitud: N 40° 26' 10"

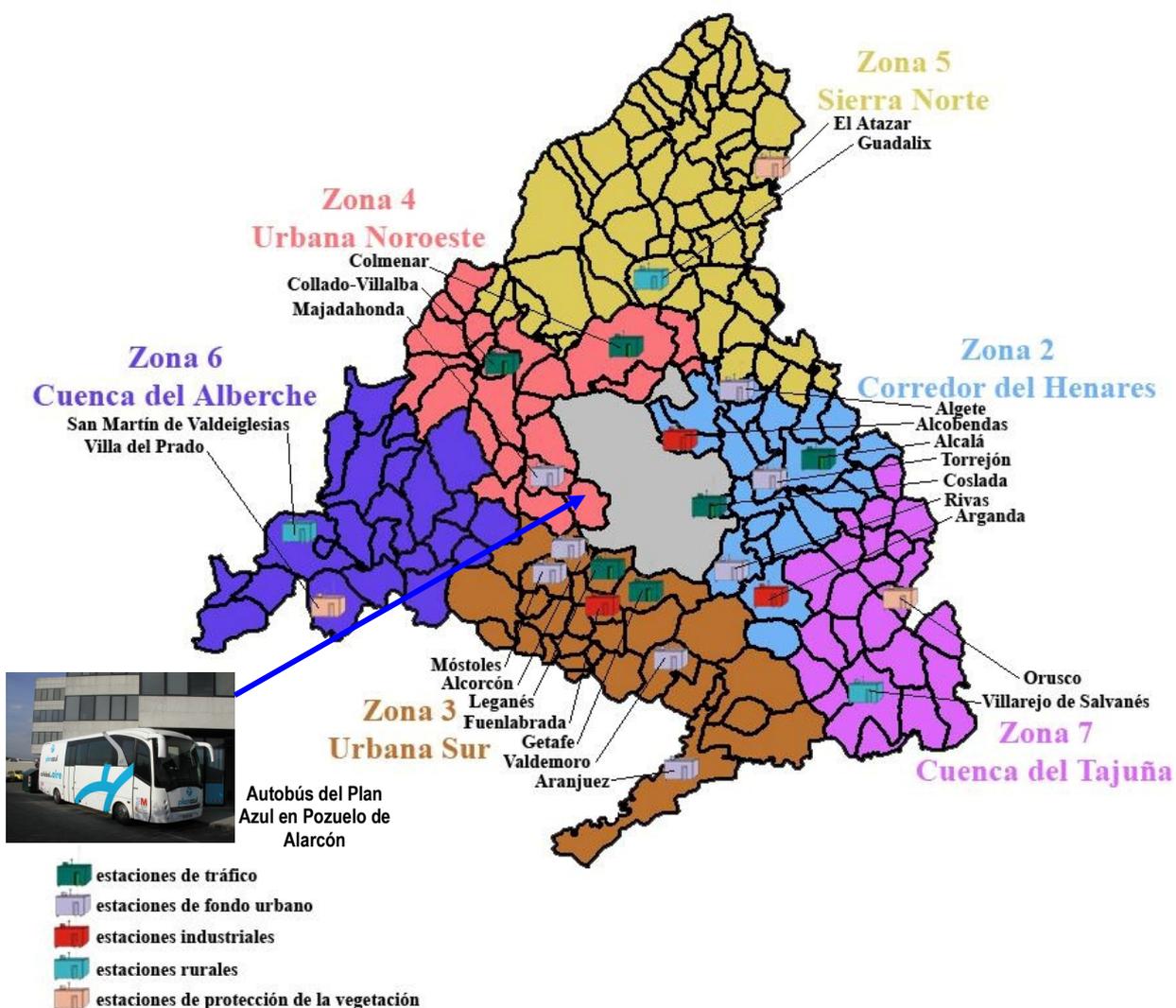
Longitud: W 03° 48' 50"

A continuación se muestran imágenes de la situación del municipio respecto a la Comunidad de Madrid.



**Imagen 1: Plano general de la ubicación del municipio de Pozuelo de Alarcón dentro de la Comunidad de Madrid.**

En el siguiente mapa se muestra la zonificación de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, así como la ubicación de cada una de las estaciones que la componen, y la ubicación del Autobús del Plan Azul en el municipio de Pozuelo de Alarcón.



**Imagen 2: Zonificación de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid y ubicación de las estaciones de la Red y del Autobús del Plan Azul en el municipio de Pozuelo de Alarcón.**

El número de habitantes censados a fecha 1 de enero de 2009 es de 82.428 habitantes y la superficie de 43,2 Km<sup>2</sup>, por lo que resulta una densidad de población de 1908,056 hab /km<sup>2</sup>. A continuación, se citan diferentes datos de interés de este municipio<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadística de la Comunidad de Madrid.

<b>Población</b>	<b>Municipio</b>	<b>Zona</b>	<b>C. de Madrid</b>	<b>Año</b>
<u>Población empadronada</u>	<b>82.428</b>	<b>449.301</b>	<b>6.386.932</b>	<b>2009</b>
<u>Hombres</u>	<b>39.587</b>	<b>218.699</b>	<b>3.094.874</b>	<b>2009</b>
<u>Mujeres</u>	<b>42.841</b>	<b>230.602</b>	<b>3.292.058</b>	<b>2009</b>
<u>Crecimiento relativo población</u>	<b>1,31</b>	<b>2,17</b>	<b>1,84</b>	<b>2009</b>

<b>Macromagnitudes y condición socioeconómica</b>	<b>Municipio</b>	<b>Zona</b>	<b>C. de Madrid</b>	<b>Año</b>
<b>Macromagnitudes</b>				
<b>Producto Interior Bruto Municipal</b>				
<u>Per cápita</u>	<b>51.895</b>	<b>29.737</b>	<b>31.577</b>	<b>2007</b>
<u>Agricultura (%)</u>	<b>0,01</b>	<b>0,05</b>	<b>0,13</b>	<b>2007</b>
<u>Industria (%)</u>	<b>9,30</b>	<b>13,86</b>	<b>21,52</b>	<b>2007</b>
<u>Servicios (%)</u>	<b>90,69</b>	<b>86,08</b>	<b>78,35</b>	<b>2007</b>
<u>Entidades de crédito por 1.000 hab</u>	<b>1,18</b>	<b>1,08</b>	<b>1,04</b>	<b>2008</b>
<u>Base imponible urbana por recibo</u>	<b>123,98</b>	<b>123,13</b>	<b>82,51</b>	<b>2008</b>
<u>Cuota líquida IRPF por declarante</u>	<b>14,68</b>	<b>9,91</b>	<b>5,43</b>	<b>2007</b>
<u>Porcentaje de la renta de trabajo</u>	<b>71,33</b>	<b>76,44</b>	<b>77,82</b>	<b>2007</b>
<b>Indicador renta disponible bruta</b>				
<u>Per cápita</u>	<b>30.765,03</b>	<b>24.865,92</b>	<b>17.996,98</b>	<b>2007</b>

<b>Agricultura y ganadería</b>	<b>Municipio</b>	<b>Zona</b>	<b>C. de Madrid</b>	<b>Año</b>
<b>Superficie</b>				
<u>Superficie agrícola por habitante</u>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>1999</b>
<b>Por tipo de explotación (%)</b>				
<u>Tierras labradas</u>	<b>1,73</b>	<b>32,91</b>	<b>39,71</b>	<b>1999</b>
<u>Especies arboréas forestales</u>	<b>79,54</b>	<b>11,75</b>	<b>15,94</b>	<b>1999</b>
<u>Pastos permanentes</u>	<b>15,85</b>	<b>28,67</b>	<b>29,36</b>	<b>1999</b>
<u>Resto de tierras</u>	<b>2,88</b>	<b>26,67</b>	<b>14,99</b>	<b>1999</b>
<b>Unidades ganaderas</b>				
<u>Per cápita</u>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>1999</b>
<b>Por tipo de ganado (%)</b>				
<u>Bovino</u>	<b>39,30</b>	<b>63,58</b>	<b>56,40</b>	<b>1999</b>
<u>Ovino</u>	<b>8,73</b>	<b>20,88</b>	<b>12,45</b>	<b>1999</b>
<u>Porcino</u>	<b>0,00</b>	<b>1,32</b>	<b>10,28</b>	<b>1999</b>
<u>Aves</u>	<b>51,53</b>	<b>3,70</b>	<b>16,35</b>	<b>1999</b>

Construcción	Municipio	Zona	C. de Madrid	Año
Licencias de obra concedidas				
<u>Total licencias</u>	<b>76</b>	<b>399</b>	<b>5.347</b>	<b>2008</b>
<u>Rehabilitación de edificios (%)</u>	<b>18,42</b>	<b>24,31</b>	<b>30,67</b>	<b>2008</b>

Servicios	Municipio	Zona	C. de Madrid	Año
Ocupados por 1.000 hab				
<u>Comercio y hostelería</u>	<b>136,83</b>	<b>109,31</b>	<b>109,14</b>	<b>2007</b>
<u>Transportes y comunicaciones</u>	<b>48,28</b>	<b>19,16</b>	<b>37,90</b>	<b>2007</b>
<u>Servicios financieros</u>	<b>15,94</b>	<b>23,29</b>	<b>17,31</b>	<b>2007</b>
<u>Servicios profesionales</u>	<b>238,08</b>	<b>112,37</b>	<b>114,78</b>	<b>2007</b>
<u>Servicios sociales y personales</u>	<b>188,87</b>	<b>91,31</b>	<b>78,12</b>	<b>2007</b>
<u>Adm. Pública y otros servicios</u>	<b>67,62</b>	<b>40,08</b>	<b>51,97</b>	<b>2007</b>

Industria y energía	Municipio	Zona	C. de Madrid	Año
<u>Energía eléctrica facturada per cápita</u>	<b>5.683,50</b>	<b>4.664,91</b>	<b>4.717,52</b>	<b>2008</b>
Unidades productivas				
<u>Por 1.000 hab</u>	<b>3,54</b>	<b>4,16</b>	<b>6,93</b>	<b>2007</b>
<u>Empleo medio</u>	<b>5,31</b>	<b>4,00</b>	<b>5,96</b>	<b>2007</b>
<u>Ocupados por 1.000 hab</u>	<b>18,77</b>	<b>16,62</b>	<b>41,33</b>	<b>2007</b>

### Zona a la que pertenece

ZONA URBANA NOROESTE

Tabla 1: Datos de interés del municipio de Pozuelo de Alarcón.

## 4.-UBICACIÓN DE LA CAMPAÑA

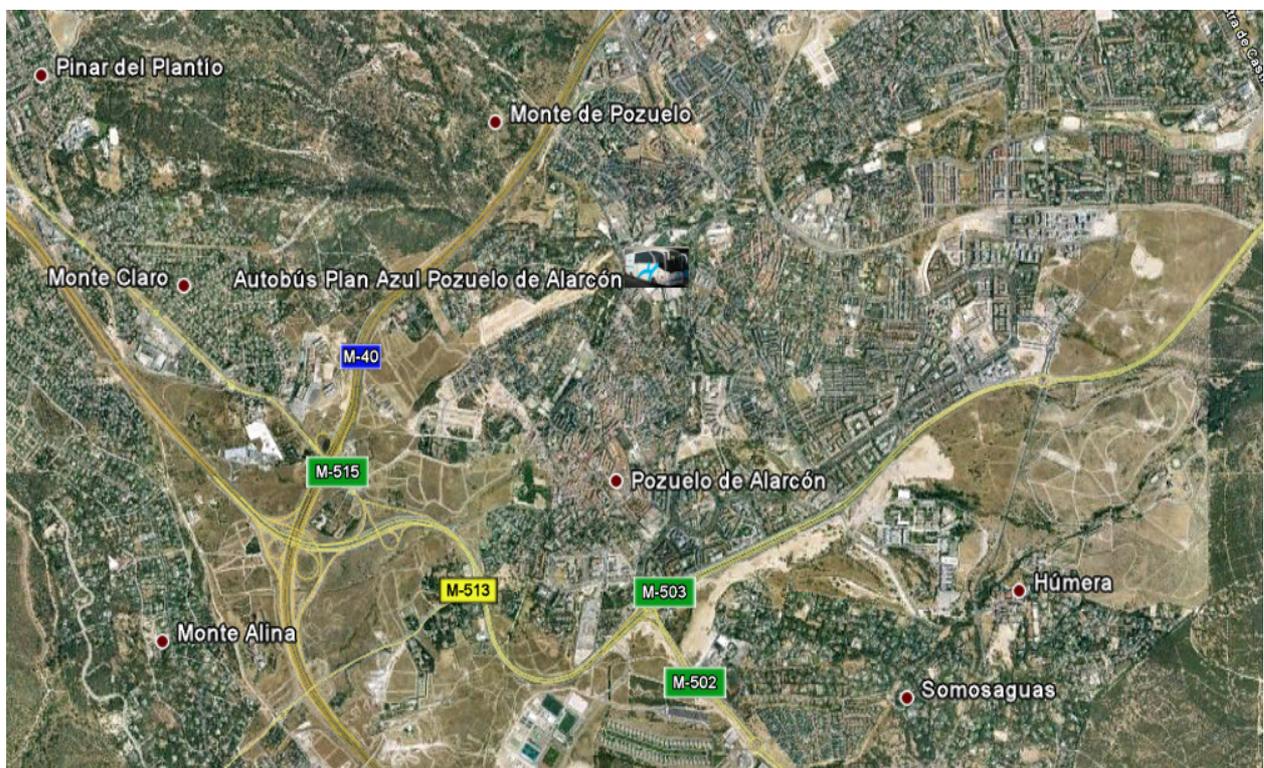
Durante la campaña, el Autobús del Plan Azul se situó dentro del casco urbano del municipio de Pozuelo de Alarcón, concretamente en el aparcamiento del auditorio “El Torreón”, en la calle Camino de las Huertas.

Las coordenadas concretas de la ubicación son:

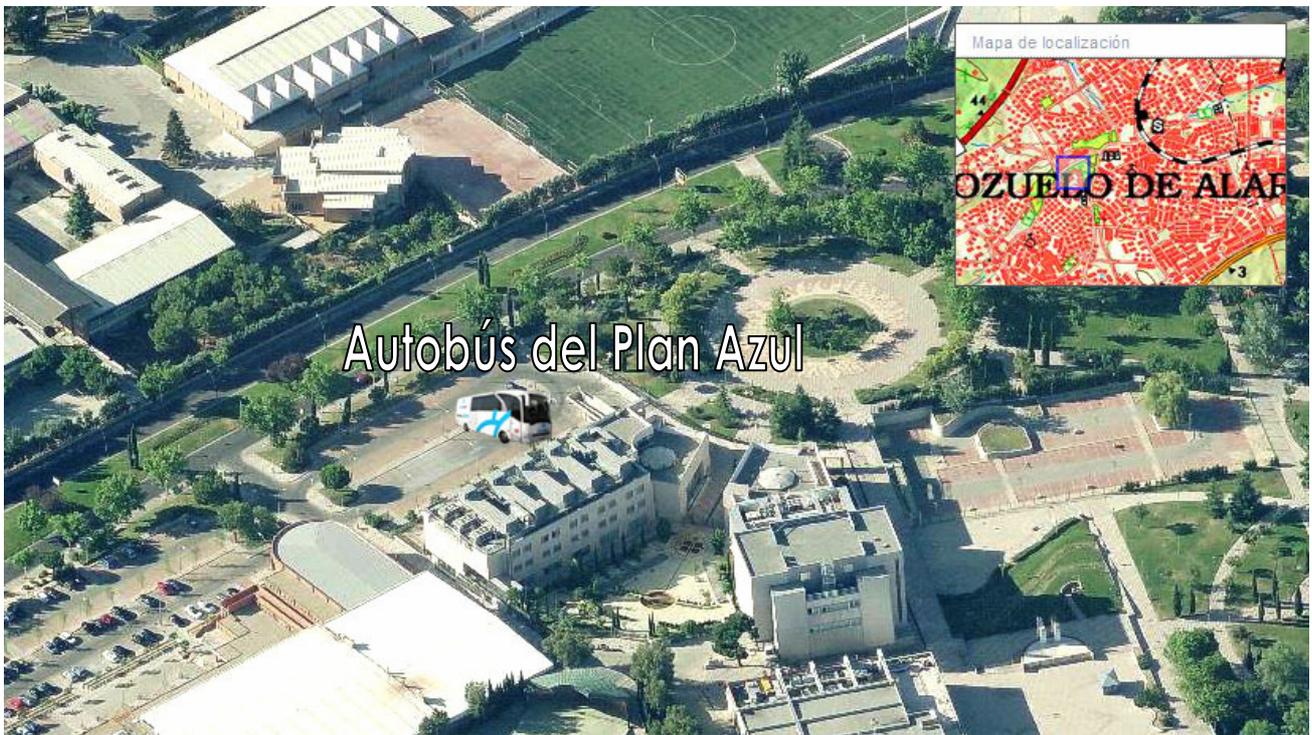
Latitud: N 40°26'44.80"

Longitud: W 3°48'36.26"

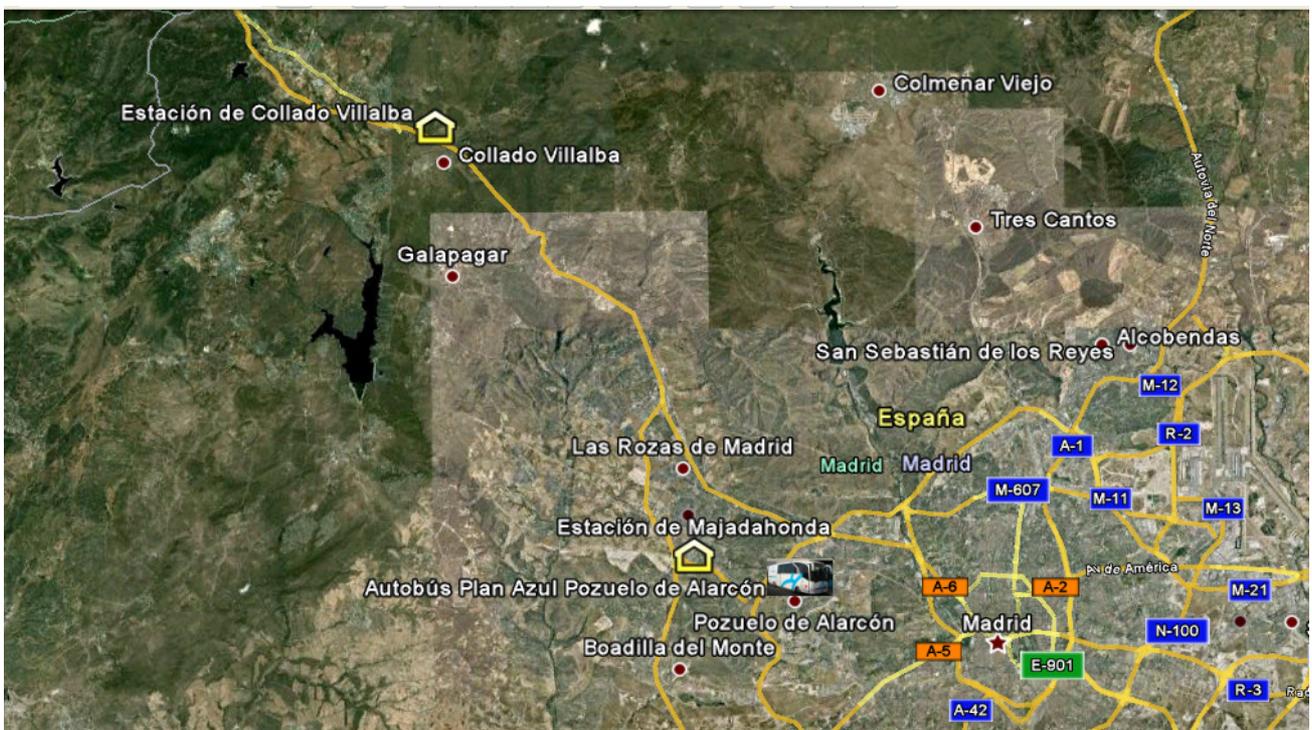
A continuación, se muestran algunas panorámicas de la ubicación del Autobús durante la campaña llevada a cabo en Pozuelo de Alarcón, y su posición respecto a las estaciones fijas de la Red de Calidad del Aire más próximas y pertenecientes a la Zona Urbana Noroeste, que en este caso corresponden a las estaciones de Majadahonda y Collado Villalba. Estas estaciones se encuentran aproximadamente a 5 y a 29 kilómetros respectivamente de la ubicación del autobús del Plan Azul.



**Imagen 2: Plano general de la ubicación del Autobús de Plan Azul durante la campaña de Pozuelo de Alarcón.**



**Imagen 3: Plano detallado de la ubicación del Autobús de Plan Azul durante la campaña de Pozuelo de Alarcón.**



**Imagen 4: Situación del Autobús del Plan Azul respecto a las estaciones de medición fija de Majadahonda y Collado Villalba.**

#### **4.1. FECHA DE LA CAMPAÑA Y LOCALIZACIÓN**

La campaña de medición se llevó a cabo desde el martes 4 de Mayo del 2010 (11:00 horas, hora solar) hasta el domingo 16 de Mayo (12:00 horas, hora solar), incluyendo:

- Transporte del Laboratorio hasta el lugar de ubicación
- Puesta en marcha de la instalación y calentamiento de los equipos
- Revisión y verificación de los equipos con calibrador multipunto
- Mediciones
- Verificación instrumental tras la campaña de medida
- Desmontaje de la instalación y traslado a la siguiente ubicación

#### **4.2. DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN Y EL ENTORNO**

Durante la campaña, el Autobús del Plan Azul se situó en el aparcamiento del auditorio “El Torreón”. Se trata de una zona urbana con una densidad de tránsito media.

La ubicación seleccionada permitió a todos los alumnos y profesores de colegios e institutos cercanos interesados, visitar el Autobús para recibir información sobre el Plan Azul y la calidad del aire en su municipio.

Las vías de tráfico más cercanas son:

- M-40, se encuentra a 1 kilómetro aproximadamente del Autobús del Plan Azul, presenta una densidad de tráfico alta (I.M.D de 80.001 a 100.000).
- M-503, se encuentra a 1,7 kilómetros aproximadamente del emplazamiento del Autobús del Plan Azul, con una densidad de tráfico media (I.M.D de 20.001 a 50.000).
- M-515, se localiza a una distancia de 2 kilómetros de la ubicación del Autobús del Plan Azul, presenta una densidad de tráfico media (I.M.D de 20.001 a 50.000).
- A-6, se encuentra a 2,5 kilómetros de la ubicación del Autobús del Plan Azul, presenta una densidad de tráfico muy alta (I.M.D de más de 100.000).

---

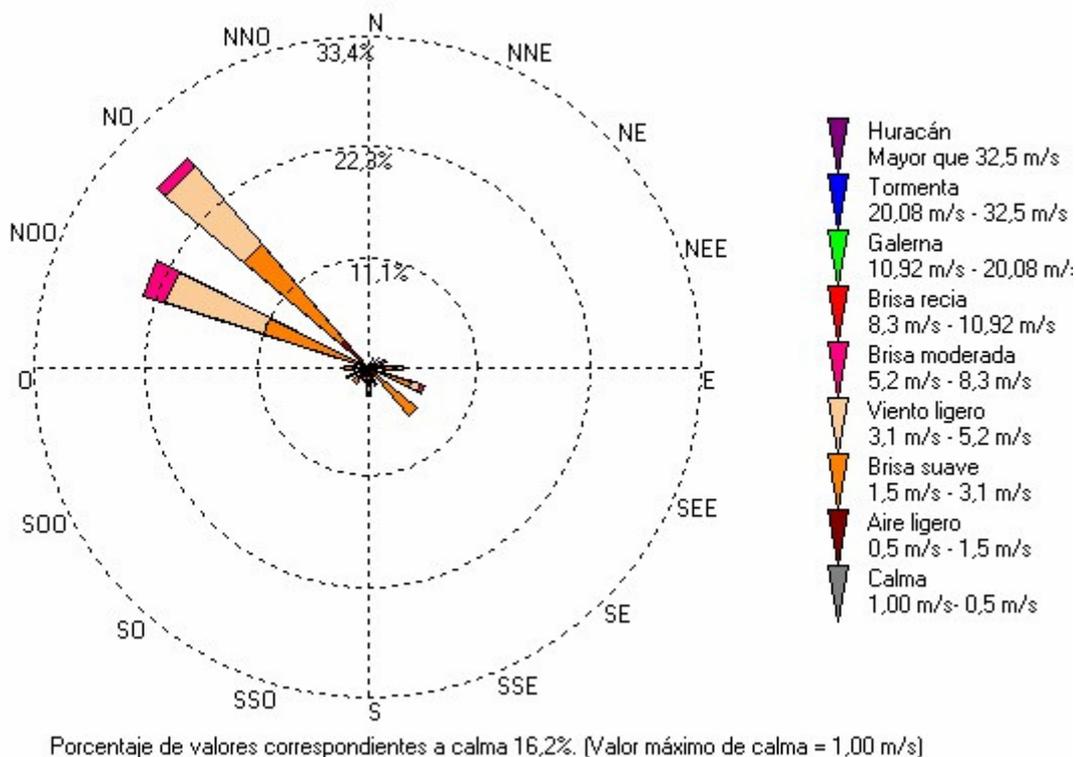
## 5.-CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE LA CAMPAÑA

Durante el desarrollo de la campaña de medición y divulgación comprendida entre el 4 de Mayo y el 16 de Mayo, se registraron los parámetros meteorológicos a partir de los equipos de medida instalados en el Autobús del Plan Azul. El estudio de la precipitación se realizó con los datos obtenidos por la estación fija de Majadahonda, debido a que el autobús no cuenta con sensor de precipitación.

A continuación se muestran los datos registrados:

## 5.1.- ROSA DE VIENTOS

Las condiciones meteorológicas tanto de velocidad como de dirección del viento durante los días en los que se realizaron las medidas, se pueden observar en la siguiente rosa de vientos.

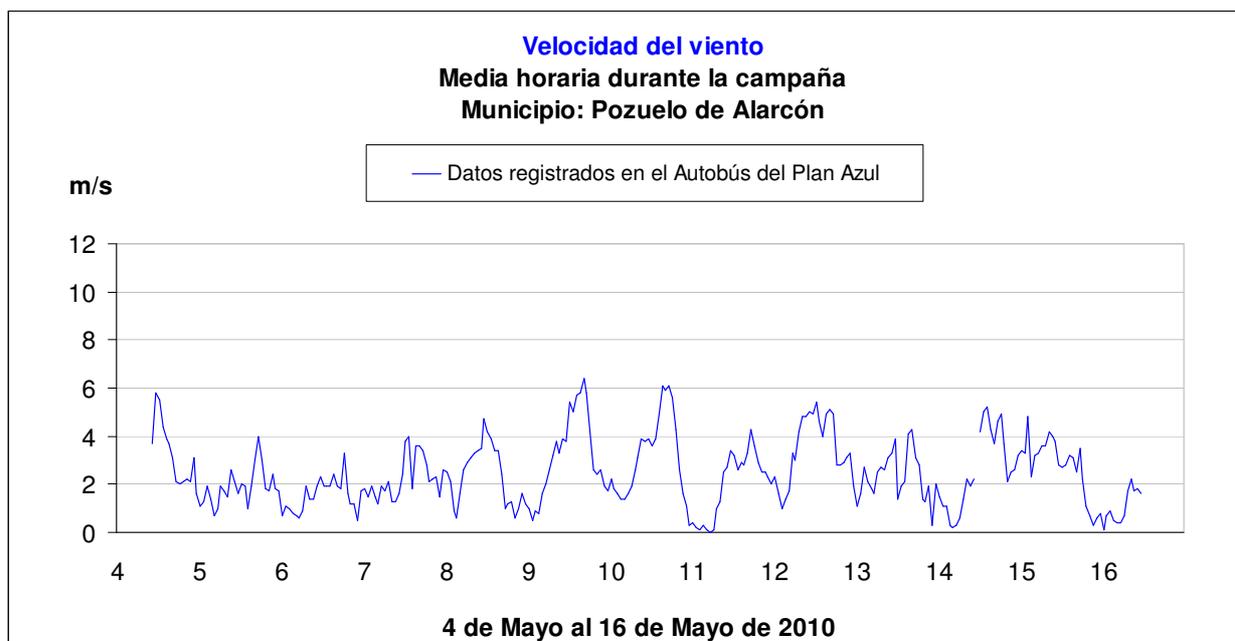


**Gráfico 1: Rosa de los vientos correspondiente al Autobús del Plan Azul en Pozuelo de Alarcón entre los días 04-05-2010 y 16-05-2010.**

Durante los días que duró la campaña en el municipio de Pozuelo de Alarcón, han predominado los vientos de componente Noroeste. Las velocidades registradas están comprendidas dentro de la categoría de brisa moderada (rango de velocidades del viento: 5,2 – 8,3 m/s) y brisa suave (rango de velocidades del viento: 1,5 – 3,1 m/s), con intervalos de aire ligero (rango de velocidades del viento: 0,5 – 1,5 m/s).

## 5.2.- VELOCIDAD DEL VIENTO

La velocidad del viento durante la campaña se representa a continuación.

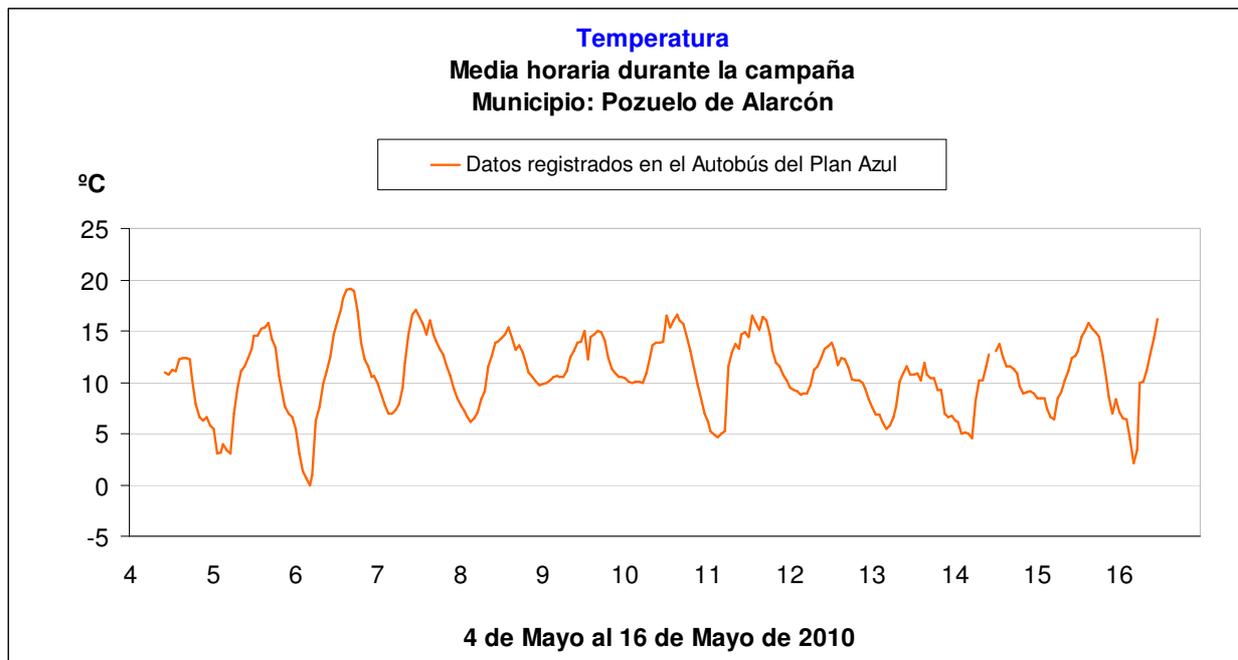


**Gráfica 2: Velocidad del viento correspondiente a la ubicación del Autobús de Plan Azul en Pozuelo de Alarcón entre los días 04-05-2010 y 16-05-2010**

Durante el período de desarrollo de la campaña, la velocidad del viento registró un valor medio de 2,5 m/s. La velocidad máxima alcanzada por el viento fue de 6,4 m/s, registrado el día 9 de Mayo a las 17:00 horas (hora solar).

### 5.3.- TEMPERATURA

La evolución de las medias horarias de este parámetro se representa en el gráfico siguiente:

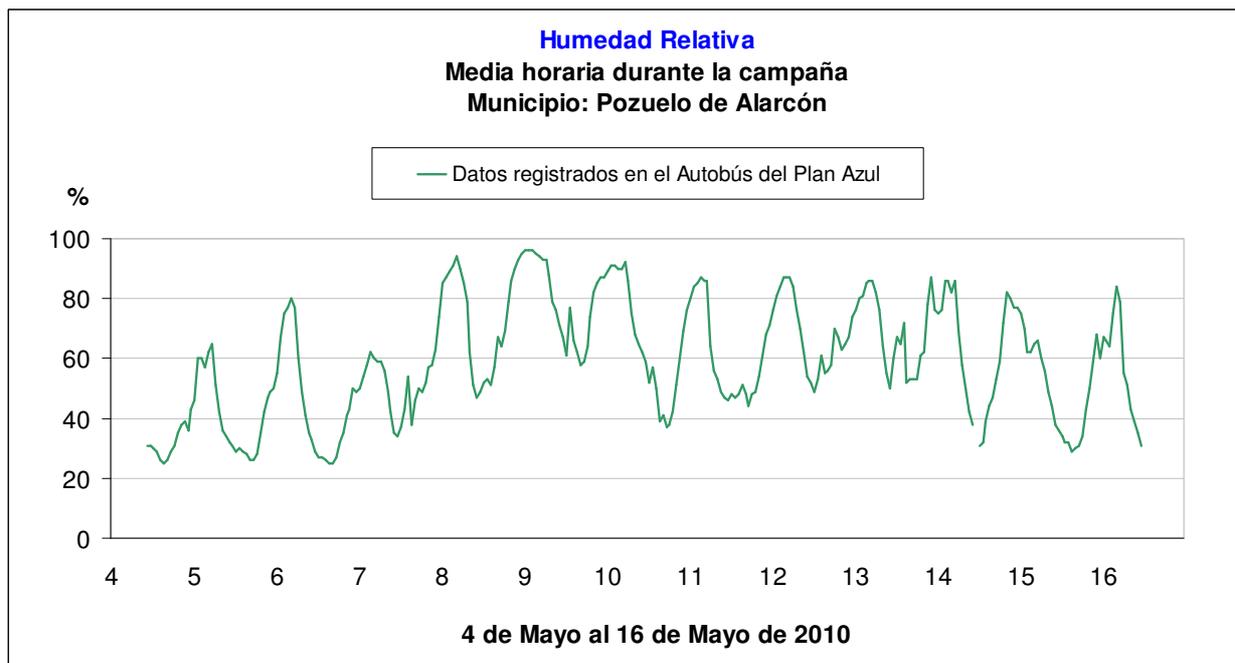


**Gráfica 3: Temperatura correspondiente a la ubicación del Autobús de Plan Azul en Pozuelo de Alarcón entre los días 04-05-2010 y 16-05-2010**

La temperatura media registrada durante la campaña de medición fue de 10,7 °C, con un valor máximo de 19,1 °C y un mínimo de -0,1°C ambos alcanzados el día 6 de Mayo a las 17:00 horas (hora solar) y a las 5 horas (hora solar) respectivamente.

## 5.4.- HUMEDAD RELATIVA

La gráfica siguiente muestra los valores medios horarios correspondientes a la humedad relativa registrada durante el periodo de realización de la campaña:

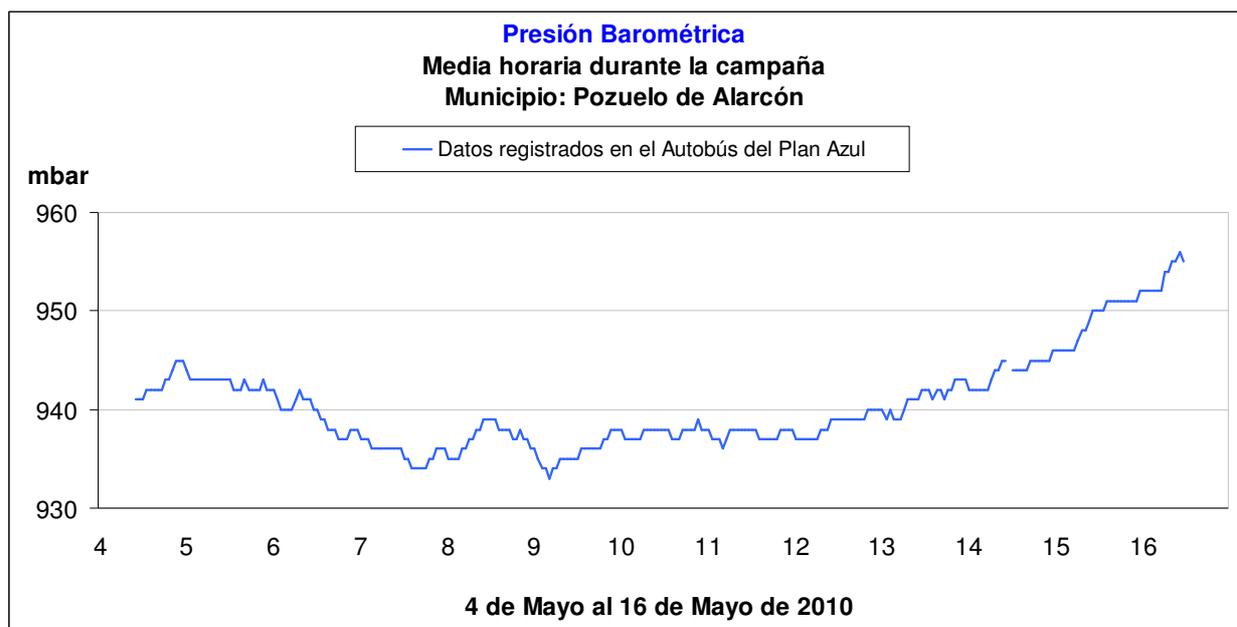


**Gráfica 4: Humedad relativa correspondiente a la ubicación del Autobús de Plan Azul en Pozuelo de Alarcón entre los días 04-05-2010 y 16-05-2010**

La humedad relativa, a lo largo de la campaña presentó un valor medio de 59,1%. El porcentaje mayor fue del 96 % el día 9 de Mayo entre las 1:00 horas (hora solar) y las 3:00 horas (hora solar). El valor mínimo medido fue del 25 % y se registró el día 6 del mismo mes a las 16:00 y 17:00 horas (hora solar).

## 5.5.- PRESIÓN BAROMÉTRICA

A continuación, se representan los valores medios horarios de presión barométrica registrados durante el periodo de duración de la campaña por el Autobús del Plan Azul:

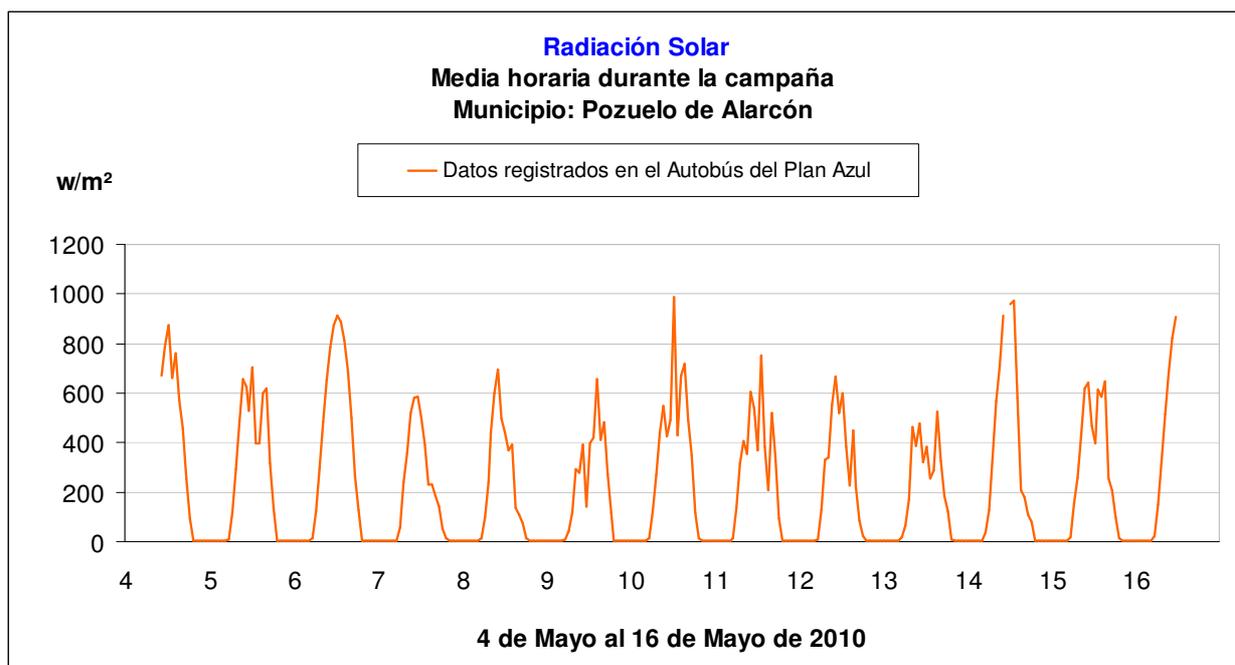


**Gráfica 5: Presión Barométrica correspondiente a la ubicación del Autobús de Plan Azul en Pozuelo de Alarcón entre los días 04-05-2010 y 16-05-2010**

Los límites entre los que ha oscilado la presión barométrica durante el periodo de realización de las mediciones fueron de 933 y 956 milibares, resultando una presión barométrica media de 940,5 milibares.

## 5.6.- RADIACIÓN SOLAR

En la siguiente gráfica se representa la radiación solar registrada durante la campaña de medición:

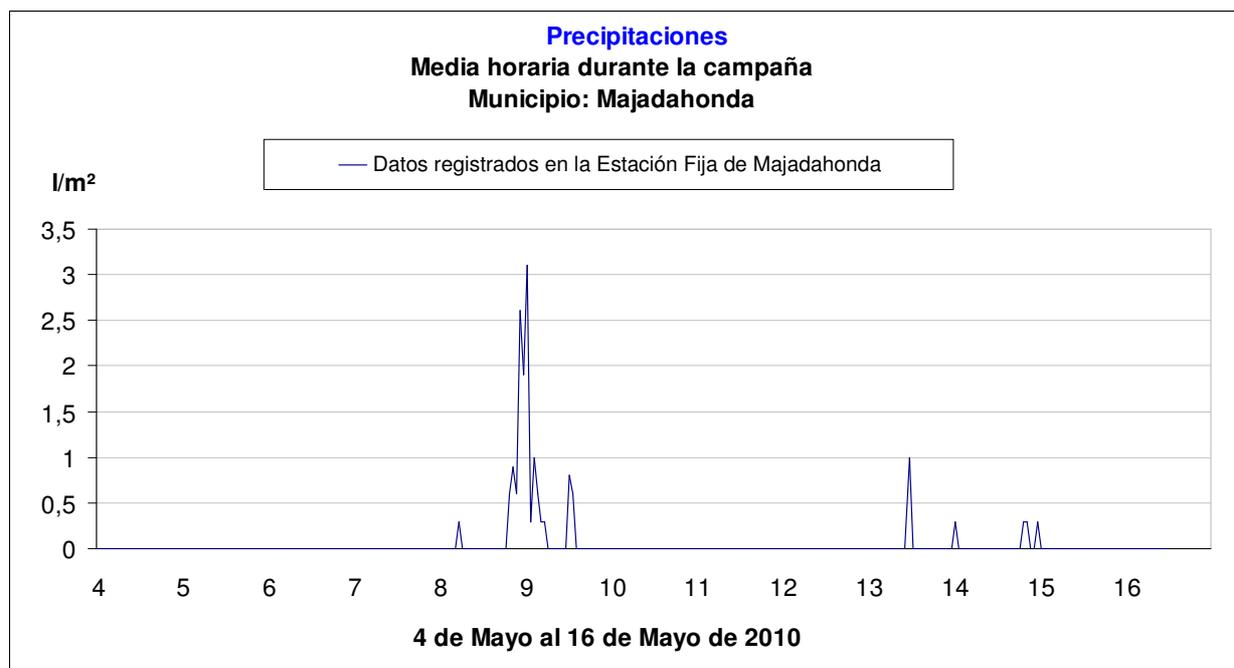


**Gráfica 6: Radiación solar correspondiente a la ubicación del Autobús de Plan Azul en Pozuelo de Alarcón entre los días 04-05-2010 y 16-05-2010**

El comportamiento de la radiación solar muestra que durante el periodo de estudio, en líneas generales, han predominado los cielos parcialmente nubosos. El valor máximo registrado, de 988 W/m<sup>2</sup>, corresponde con el día 10 de Mayo a las 13:00 horas (hora solar). La radiación solar media fue de 226,4 W/m<sup>2</sup>.

## 5.7.- PRECIPITACIONES

A continuación se muestran las precipitaciones registradas a lo largo de la campaña de medición en la estación fija de Majadahonda:



**Gráfica 6: Precipitaciones correspondientes a la estación fija de Majadahonda entre los días 04-05-2010 al 16-05-2010.**

Como puede observarse en el gráfico, se registraron escasas precipitaciones durante la campaña de medición. El máximo volumen horario de pluviometría se registró el día 9 de Mayo a las 1:00 horas (hora solar), con un valor de 3,1 l/m<sup>2</sup>.

## 6.-RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDA

El estudio llevado a cabo en el municipio de Pozuelo de Alarcón con el Autobús del Plan Azul, contó con los equipos y tecnologías siguientes:

Contaminantes	Técnica analítica
Dióxido de azufre	Fluorescencia ultravioleta
Óxidos de nitrógeno	Quimioluminiscencia
Monóxido de carbono	Absorción de radiación infrarroja
PM10	Absorción de radiación beta
Ozono	Absorción ultravioleta

**Tabla 1: Equipos y técnicas analíticas del Autobús del Plan Azul.**

Es importante considerar las características geográficas del municipio con el fin de interpretar correctamente los valores medidos por los analizadores.

El presente informe incluye los datos de la estación fija de medición de Majadahonda, a fin de establecer una comparativa con los datos de dicha estación y el Autobús del Plan Azul. Como esta estación no dispone de los analizadores necesarios para medir las concentraciones de CO y SO<sub>2</sub> se han comparado los valores registrados, de estos dos contaminantes, por el autobús con los valores registrados en la estación de Collado Villalba. Tanto la estación de Majadahonda como la de Collado Villalba se encuentran ubicadas en la Zona Urbana Noroeste. Esta zona cuenta con tres estaciones ubicadas en los municipios de Collado Villalba, Colmenar Viejo y Majadahonda, siendo este último el más cercano al municipio de Pozuelo de Alarcón. La distancia existente entre la estación fija de Majadahonda y el Autobús del Plan Azul es de unos 5 kilómetros aproximadamente y entre la estación de Collado Villalba y el Autobús del Plan Azul es de 29 kilómetros.

A continuación se hace un análisis detallado de la evolución de cada uno de los contaminantes analizados durante la campaña.

---

## 6.1. DIÓXIDO DE AZUFRE - SO<sub>2</sub>

### INTRODUCCIÓN

El dióxido de azufre es un gas incoloro y no inflamable. Posee un olor fuerte e irritante para altas concentraciones. Tiene una vida media en la atmósfera estimada en días y se combina fácilmente con el agua de la atmósfera dando lugar al ácido sulfúrico que es responsable de la lluvia ácida.

**Fuentes:** Se produce generalmente en la combustión de carburantes con un cierto contenido en azufre como el carbón, fuel y gasóleos; principalmente en procesos industriales, centrales térmicas, tráfico de vehículos pesados y calefacciones de carbón y fuel. La aportación de estos compuestos a la atmósfera solo depende de la cantidad de azufre que contenga el combustible.

**Efectos sobre la salud:** Problemas respiratorios, pudiendo causar además problemas permanentes en los pulmones. En exposiciones cortas -cifradas en horas- de SO<sub>2</sub>, a partir de concentraciones de 250 µg/m<sup>3</sup>, comienza a atacar al aparato respiratorio de los niños. A partir de 500 µg/m<sup>3</sup> se intensifican los problemas respiratorios en la población en general.

**Efectos medioambientales:** El SO<sub>2</sub> causa determinados efectos sobre las plantas que varían de unas especies a otras dependiendo de la temperatura, humedad del suelo, la concentración y sinergia con otros contaminantes. El más preocupante es, sin duda, el efecto de los compuestos ácidos originados en su deposición húmeda y seca sobre las cubiertas vegetales y suelos.

**Daños a la propiedad:** Los aerosoles ácidos pueden degradar una amplia gama de materiales de construcción.

## ASPECTOS LEGISLATIVOS

### Valores límite y umbral de alerta para el dióxido de azufre (RD 1073/2002)

Según el R.D. 1073/2002, de 18 de octubre, sobre la evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno, y monóxido de carbono, los valores límite son los siguientes:

Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) R.D. 1073/2002, de 18 de Octubre.				
Valores límite	Periodo de promedio	Valor límite	Margen de Tolerancia	Fecha de cumplimiento
Valor límite horario para la protección de la salud humana	1 hora	350 µg/m <sup>3</sup> que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil	90 µg/m <sup>3</sup> , a 30 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 30 µg/m <sup>3</sup> , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas.	125 µg/m <sup>3</sup> , que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil.	Ninguno	1 de enero de 2005
Valor límite anual para la protección de los ecosistemas	Año civil e invierno (del 1 de Octubre al 31 de mayo.)	20 µg/m <sup>3</sup>	Ninguno	31 de octubre de 2002

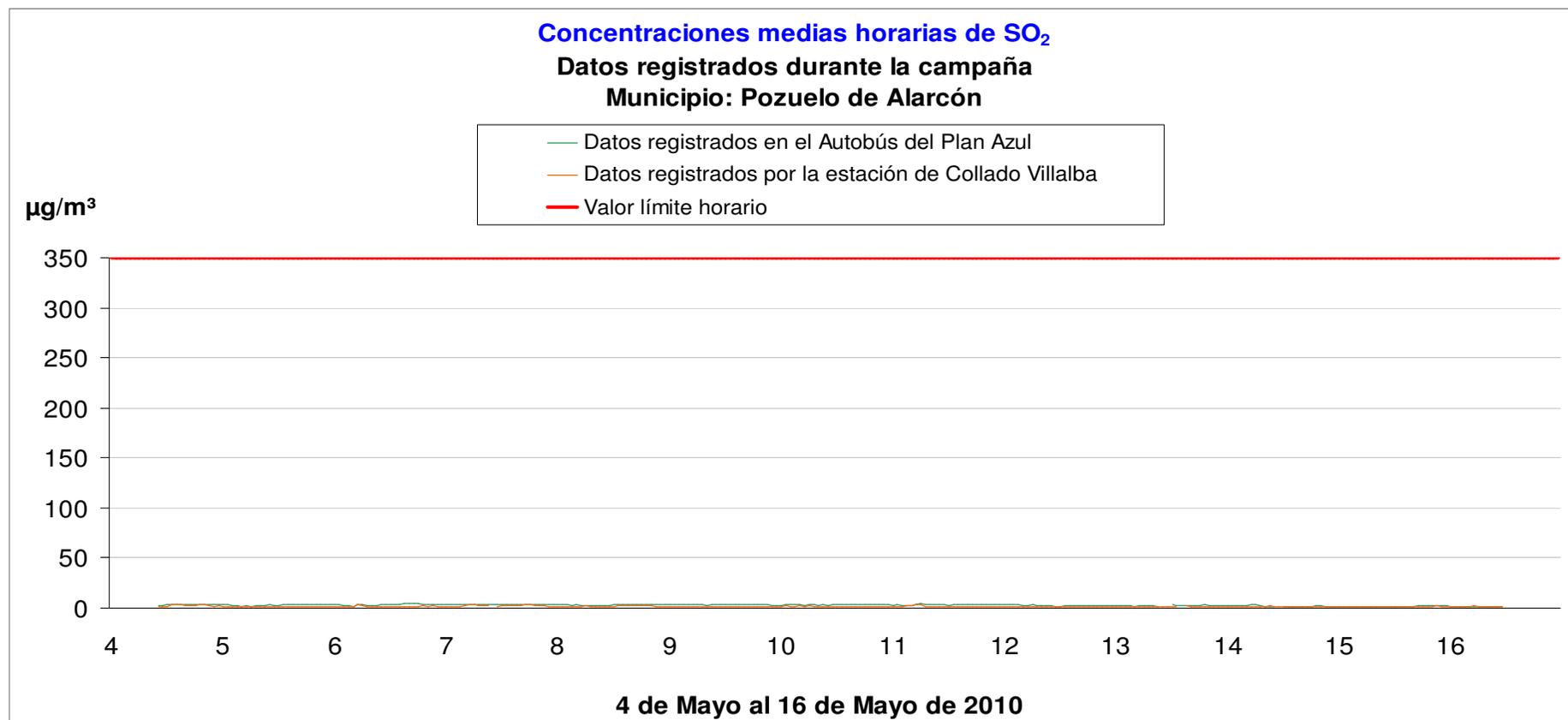
#### Aplicación del Margen de Tolerancia para el valor límite horario:

2002 (440 µg/m<sup>3</sup>); 2003 (410 µg/m<sup>3</sup>); 2004 (380 µg/m<sup>3</sup>); 2005 (350 µg/m<sup>3</sup>)

<b>Umbral de alerta</b>	500 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 1 hora, registrado durante 3 horas consecutivas.
-------------------------	-----------------------	---

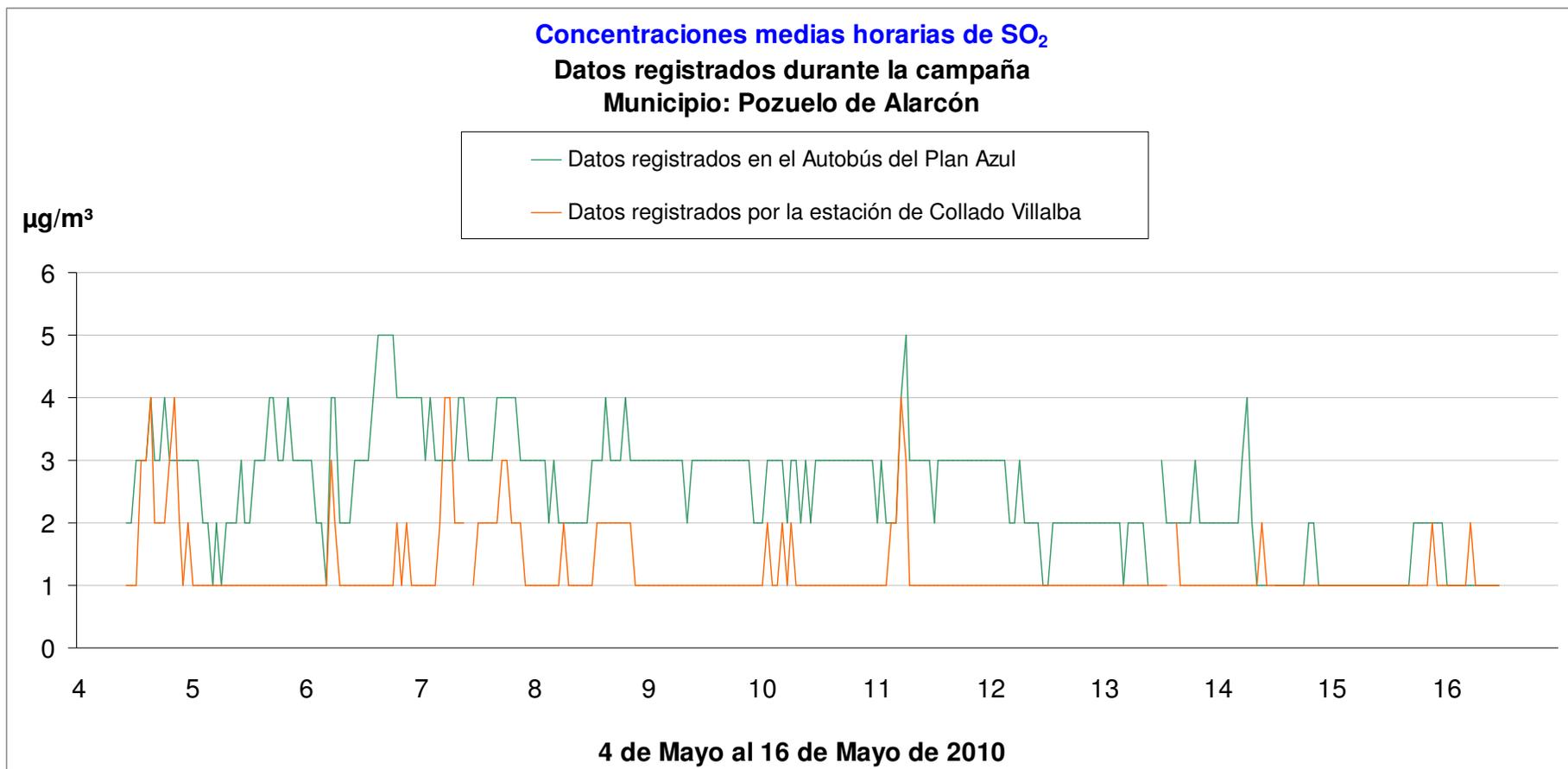
## DATOS REGISTRADOS POR EL AUTOBÚS DEL PLAN AZUL

A continuación, se muestra un gráfico comparativo de las medias horarias de SO<sub>2</sub> registradas en el Autobús del Plan Azul y la estación de medición de Collado Villalba (debido a que no se dispone de equipo analizador de este contaminante en la estación fija de Majadahonda) y su relación con el valor límite horario que marca la legislación (350 µg/m<sup>3</sup>).



**Gráfica 8. Concentraciones medias horarias de SO<sub>2</sub> registradas por el Autobús del Plan Azul en Pozuelo de Alarcón.**

Para una mayor comprensión de la evolución de las concentraciones medias horarias del SO<sub>2</sub>, a continuación se representa el mismo gráfico sin tener en cuenta el valor límite horario, ampliando la escala del mismo para alcanzar un mayor nivel de detalle.



**Gráfica 9. Concentraciones medias horarias de SO<sub>2</sub> registradas por el Autobús del Plan Azul en Pozuelo de Alarcón.**

En la gráfica anterior se observa que los valores de SO<sub>2</sub> son muy bajos en relación al límite horario marcado por la legislación, tanto en el Autobús del Plan Azul como en la estación fija. Las concentraciones horarias registradas por el Autobús del Plan Azul, en líneas generales, son ligeramente superiores a las obtenidas por la estación fija de Collado Villalba.

De esta manera, el promedio de las concentraciones horarias registradas en el Autobús del Plan Azul durante los días de campaña fue de 2,5 µg/m<sup>3</sup>, mientras que la media de las concentraciones de la estación fija de Collado Villalba fue de 1,2 µg/m<sup>3</sup>.

El valor máximo horario, con 5 µg/m<sup>3</sup>, fue registrado por el Autobús del Plan Azul el día 6 de Mayo entre las 16:00 y las 19:00 horas (hora solar) y el día 11 de Mayo a las 7:00 horas (hora solar). Por su parte, la estación fija de Collado Villalba registró su valor máximo durante los siguientes días: el 4 de Mayo a las 16:00 y 21:00 horas (hora solar), el 7 de Mayo a las 6:00 y 7:00 horas (hora solar) y el 11 de Mayo a las 6:00 horas (hora solar), con un valor de 4 µg/m<sup>3</sup>.

---

## 6.2. ÓXIDOS DE NITRÓGENO - NO<sub>x</sub>

### INTRODUCCIÓN

Los óxidos de nitrógeno se clasifican en función de su oxidación en:

**Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** gas fuertemente tóxico de color pardo rojizo. A partir del dióxido de nitrógeno se forma en la atmósfera el ácido nítrico que es absorbido por las gotas de agua, precipitando en forma de lluvia ácida.

**Oxido nítrico (NO):** gas tóxico e incoloro que reacciona con el ozono para formar NO<sub>2</sub>. Participa activamente en las reacciones atmosféricas causantes del "smog". La vida media de ambos se cifra en días.

**Fuentes:** La aparición de estos contaminantes está marcada, fundamentalmente, por la presencia del nitrógeno del aire en los procesos de combustión. Se originan en un amplio número de procesos industriales y por el empleo de cualquier clase de combustibles en todo tipo de motores. A mayor temperatura en los procesos de combustión, mayor es la cantidad producida de óxidos de nitrógeno.

**Efectos sobre la salud:** Daños a los pulmones y al sistema respiratorio. Estudios epidemiológicos indican que el NO<sub>2</sub> es unas cuatro veces más tóxico que el NO.

**Efectos medioambientales:** El dióxido de nitrógeno es un componente de la lluvia ácida (aerosoles ácidos) que puede dañar los árboles y lagos.

## ASPECTOS LEGISLATIVOS

### Valores límite para el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y umbral de alerta para el dióxido de nitrógeno (RD 1073/2002).

Según el R.D. 1073/2002, de 18 de octubre, sobre la evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno, y monóxido de carbono, los valores límite son los siguientes:

Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) y Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) R.D. 1073/2002, de 18 de Octubre.				
Valores límite	Periodo de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento
Valor límite horario para la protección de la salud humana	1 hora.	200 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub> que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil.	80 µg/m <sup>3</sup> , a 30 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 10 µg/m <sup>3</sup> hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010
Valor límite anual para la protección de la salud humana	1 año civil.	40 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub>	16 µg/m <sup>3</sup> , a 30 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 2 µg/m <sup>3</sup> hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010
Valor límite anual para la protección de la vegetación (NO <sub>x</sub> )	1 año civil.	30 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>x</sub>	Ninguno	30 de octubre de 2002

#### Aplicación del Margen de Tolerancia para el valor límite horario:

2002 (280 µg/m<sup>3</sup>); 2003 (270 µg/m<sup>3</sup>); 2004 (260 µg/m<sup>3</sup>); 2005 (250 µg/m<sup>3</sup>); 2006 (240 µg/m<sup>3</sup>); 2007 (230 µg/m<sup>3</sup>); 2008 (220 µg/m<sup>3</sup>); 2009 (210 µg/m<sup>3</sup>); 2010 (200 µg/m<sup>3</sup>).

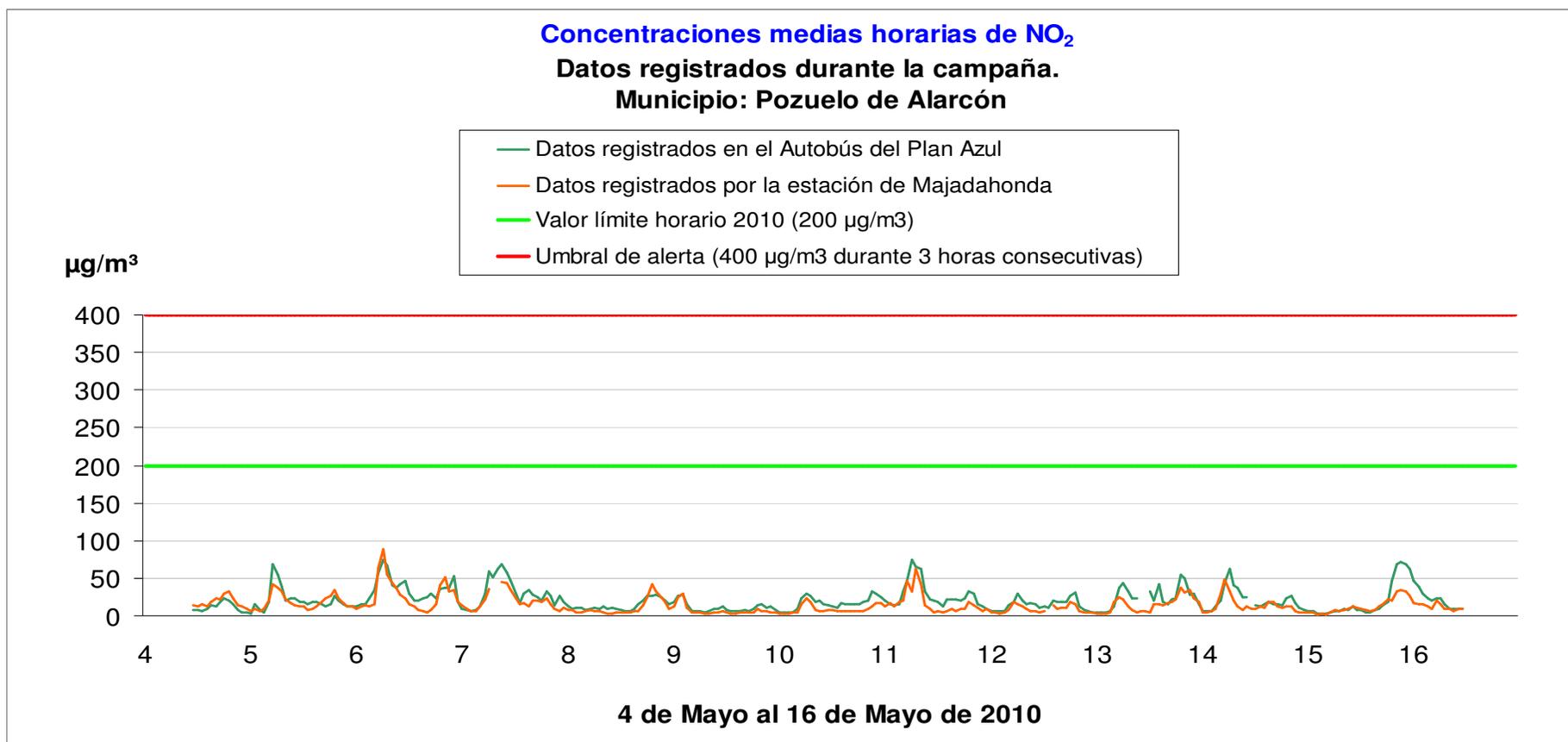
#### Aplicación del Margen de Tolerancia para el valor límite anual:

2002 (56 µg/m<sup>3</sup>); 2003 (54 µg/m<sup>3</sup>); 2004 (52 µg/m<sup>3</sup>); 2005 (50 µg/m<sup>3</sup>); 2006 (48 µg/m<sup>3</sup>); 2007 (46 µg/m<sup>3</sup>); 2008 (44 µg/m<sup>3</sup>); 2009 (42 µg/m<sup>3</sup>); 2010 (40 µg/m<sup>3</sup>).

<b>Umbral de alerta (NO<sub>2</sub>)</b>	400 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 1 hora, registrado durante 3 horas consecutivas.
--	-----------------------	---

## DATOS REGISTRADOS POR EL AUTOBÚS DEL PLAN AZUL

A continuación se presentan de forma gráfica los valores horarios de NO<sub>2</sub> registrados por el Autobús de Plan Azul y la estación de medición de la calidad del aire en Majadahonda, en comparación con el valor límite horario para el año 2010 (200 µg/m<sup>3</sup>), y con el umbral de alerta (400 µg/m<sup>3</sup> durante tres horas consecutivas).



**Gráfica 10. Concentraciones medias horarias de NO<sub>2</sub> registradas por el Autobús del Plan Azul en Pozuelo de Alarcón.**

A la vista de los datos representados anteriormente, las concentraciones registradas por el Autobús del Plan Azul han sido ligeramente superiores a las de la estación fija de Majadahonda. Los valores registrados en ambas ubicaciones se mantienen alejados del valor límite horario para el 2010 ( $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

El valor máximo horario registrado por el Autobús del Plan Azul se obtuvo durante los días 6 y 11 de Mayo, ambos a las 7:00 horas (hora solar), con  $74\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La mayor concentración registrada por la estación fija de Majadahonda fue de  $89\mu\text{g}/\text{m}^3$  y se alcanzó el día 6 de Mayo a las 7:00 horas (hora solar).

Durante el periodo en que se llevaron a cabo las mediciones, el promedio de concentración horaria registrado por el Autobús del Plan Azul fue de  $20,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que en la estación fija de Majadahonda fue  $14,6\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 6.3. MONÓXIDO DE CARBONO - CO

### INTRODUCCIÓN

El CO es un gas inflamable, incoloro e insípido. Su vida media en la atmósfera se estima en unos pocos meses y en combinación con oxígeno atmosférico genera el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, que aunque no es un gas nocivo, su aumento de concentración en la atmósfera incrementa el efecto invernadero global.

**Fuentes:** Combustión de gasolina, gas natural, carbón, aceite, etc. particularmente cuando la combustión es incompleta.

**Efectos sobre la salud:** Reduce la capacidad de la sangre para oxigenar las células y tejidos del cuerpo al reaccionar con la hemoglobina. El CO puede ser particularmente peligroso para personas con problemas de corazón o circulatorios, con los pulmones dañados o con problemas respiratorios.

### ASPECTOS LEGISLATIVOS

#### Valor límite para el monóxido de carbono (CO) (RD 1073/2002)

Según el R.D. 1073/2002, de 18 de octubre, sobre la evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno, y monóxido de carbono, el valor límite es el siguiente:

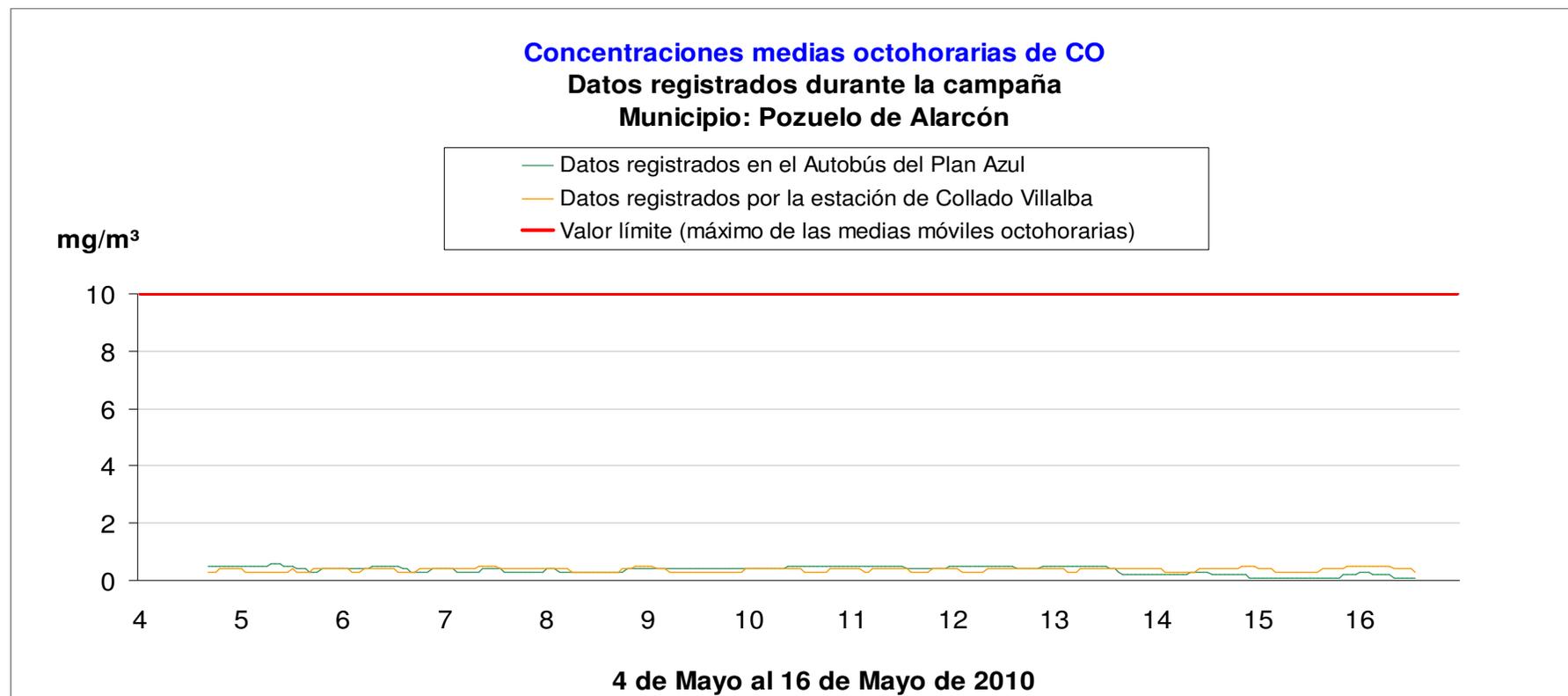
Monóxido de carbono (CO) R.D. 1073/2002, de 18 de Octubre.				
Valor límite	Periodo de promedio	Valor límite	Margen de Tolerancia	Fecha de cumplimiento
Valor límite para la protección de la salud humana	Media de ocho horas máxima en un día	10 mg/m <sup>3</sup>	6 mg/m <sup>3</sup> , a 30 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada doce meses 2 mg/m <sup>3</sup> , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005	1 de enero de 2005

#### Aplicación del Margen de Tolerancia para el valor límite:

2002 (16 mg/m<sup>3</sup>); 2003 (14 mg/m<sup>3</sup>); 2004 (12 mg/m<sup>3</sup>); 2005 (10 mg/m<sup>3</sup>)

## DATOS REGISTRADOS POR EL AUTOBÚS DEL PLAN AZUL

En el siguiente gráfico se observa la evolución de las concentraciones medias octohorarias de este contaminante en comparación con el valor límite marcado por la legislación ( $10 \text{ mg/m}^3$ ) en el Autobús de Plan Azul y la estación de medición de la calidad del aire de Collado Villalba, debido a que no se dispone de equipo analizador de este contaminante en la estación fija de Majadahonda.



**Gráfica 10. Concentraciones medias octohorarias de CO registradas por el Autobús del Plan Azul en Pozuelo de Alarcón.**

---

Tal y como puede se puede observar en la gráfica anterior los valores registrados por el Autobús del Plan Azul y por la estación de Collado Villalba han sido muy similares. Las concentraciones registradas de CO han sido muy bajas durante la duración de la campaña en relación al límite marcado por la legislación.

De esta forma, en el Autobús del Plan Azul se registraron valores octohorarios comprendidos entre  $0,1 \text{ mg/m}^3$  y  $0,6 \text{ mg/m}^3$ . La estación fija de Collado Villalba registró asimismo concentraciones entre  $0,3 \text{ mg/m}^3$  y  $0,5 \text{ mg/m}^3$ . Ambas ubicaciones presentaron un promedio de  $0,4 \text{ mg/m}^3$ .

## 6.4. PARTÍCULAS EN SUSPENSION - PM10

### INTRODUCCIÓN

Son aquellas partículas presentes en el aire de tamaño suficientemente reducido, de modo que no se depositan demasiado rápido sobre la superficie. Su tiempo de residencia en la atmósfera depende de su tamaño y composición, vientos, lluvias, etc.

En el tracto respiratorio las partículas de más de diez micras de diámetro no son peligrosas, por lo que la legislación contempla la fracción de partículas de menos de diez micras (**PM10**). Las partículas capaces de llegar a los alvéolos son las de tamaño inferior a 2,5 micras (**PM2.5**).

**Fuente:** Combustión de madera, diesel y otros carburantes, plantas industriales, agricultura (por arado, quemado de rastrojos), calles sin asfaltar, etc. También existe un importante aporte natural debido a las llamadas intrusiones saharianas y por la resuspensión de partículas en terrenos áridos.

Se acepta ampliamente que Europa está afectada por frecuentes intrusiones de aire con altas concentraciones de polvo atmosférico procedente del Sahara y del Sahel, que se compone de partículas minerales (principalmente calcita, óxido férrico, cuarzo y minerales de la arcilla) que difiere considerablemente, en composición y tamaño de grano, de las partículas de origen antropogénico. Aunque una proporción grande de este material particulado se encuentra en la fracción superior a 10 micras, los altos niveles de partículas registrados durante estos eventos hacen que las medidas de PM10 (partículas inferiores a 10 micras) estén también afectadas. En algunas partes del territorio de la UE, como las Islas Canarias, los niveles de PM10 pueden alcanzar hasta 10 veces el valor del límite durante varios días consecutivos en este tipo de eventos de intrusión de polvo sahariano. La detección de tales eventos es fácil en estos casos, pero cuando estas masas de polvo sahariano alcanzan el continente europeo, los procesos de dispersión y la interferencia con la carga local de partículas dificultan una detección simple de estos episodios.

**Efectos sobre la salud:** Irritación de nariz y garganta, daño en los pulmones, bronquitis y agravamiento de enfermedades respiratorias.

**Efectos medioambientales:** Las partículas son la principal fuente de niebla que reduce la visibilidad. Interfieren en la fotosíntesis de las plantas perturbando el proceso de intercambio de CO<sub>2</sub>.

**Daños a la propiedad:** Las cenizas, hollín, polvo, y humos pueden ensuciar y decolorar las estructuras y otras propiedades, incluyendo las ropas y mobiliario.

## ASPECTOS LEGISLATIVOS

### Valores límite para las partículas (PM10) en condiciones ambientales (RD 1073/2002)

Según el R.D. 1073/2002, de 18 de octubre, sobre la evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno, y monóxido de carbono, los valores límite para el PM10 son los siguientes:

Partículas en suspensión (PM10) R.D. 1073/2002, de 18 de Octubre. FASE I				
Valores límite	Periodo de promedio	Valor límite	Margen de Tolerancia	Fecha de cumplimiento
Valor límite diario para la protección de la salud humana	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año.	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a 30 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005
Valor límite anual para la protección de la salud humana	1 año civil	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10	4,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , a 30 de octubre de 2002, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005

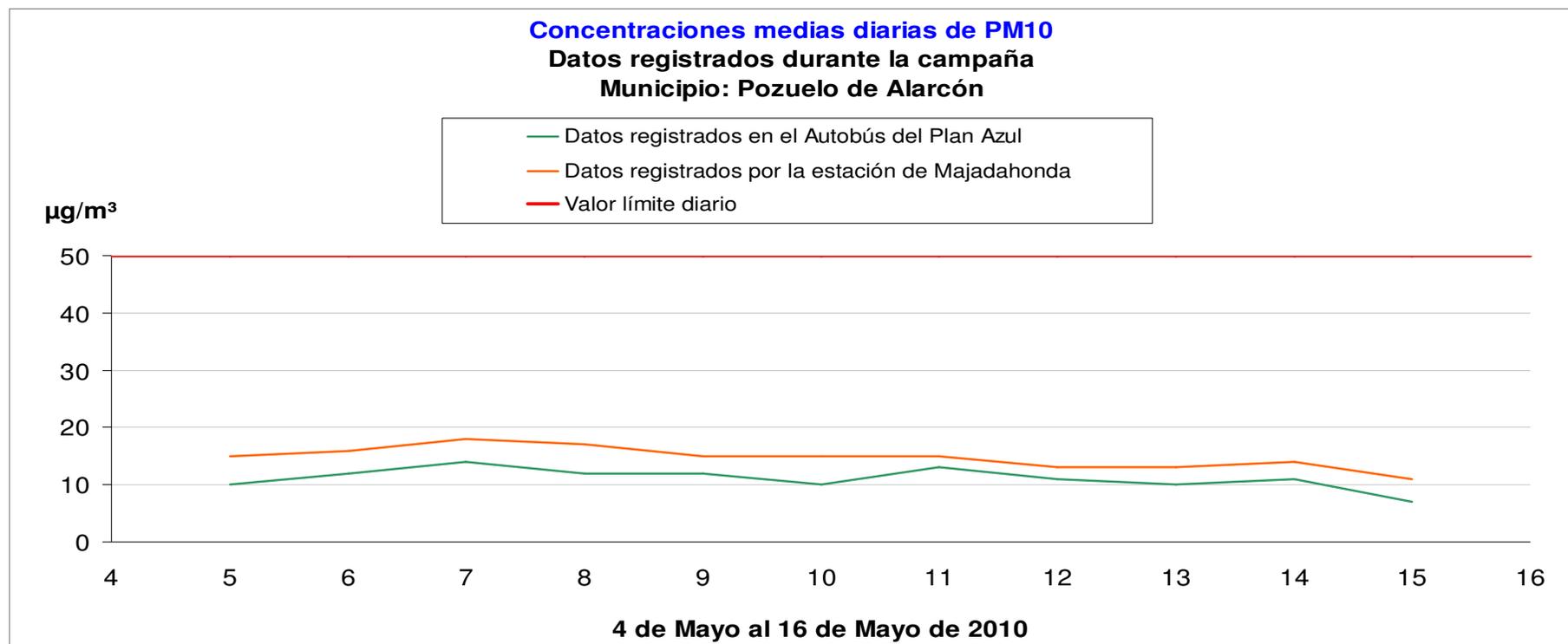
**Aplicación del Margen de Tolerancia para el valor límite diario:**  
2002 (65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); 2003 (60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); 2004 (55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); 2005 (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Aplicación del Margen de Tolerancia para el valor límite anual:**  
2002 (44,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); 2003 (43,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); 2004 (41,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ); 2005 (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

*La fase I (2005) fija el límite anual medio de concentración de partículas en 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y el límite diario en 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el percentil 90%, donde el número de superaciones anuales permitidas del valor límite diario es de 35 días. La fase II (2010) era más restrictiva, con valores indicativos de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media anual y 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media diaria para el percentil 99%, lo que corresponde a 7 días de superaciones permitidas en un año. Sin embargo, la Directiva expone que para que la fase II (2010) fuera vigente, los valores indicativos fijados para tal fecha tendrían que haberse ratificado como tales en la evaluación de la Directiva de 2003. Esta ratificación no se produjo y por lo tanto, nunca llegarán a entrar en vigor, quedando como valores límite de PM10 los fijados para la Fase I.*

## DATOS REGISTRADOS POR EL AUTOBÚS DEL PLAN AZUL

En el gráfico siguiente se presenta la comparación de las medias diarias registradas durante la campaña entre la estación de medición de Majadahonda y el Autobús de Plan Azul en el municipio de Pozuelo de Alarcón.



**Gráfica 11. Concentraciones medias diarias de PM10 registradas por el Autobús del Plan Azul en Pozuelo de Alarcón.**

\* Debido a que el Autobús del Plan Azul no dispone de los datos horarios suficientes para realizar el cálculo del valor medio diario, no se representan las medias diarias de PM10 de los días 4 y 16 de Mayo.

---

Como se puede ver en el gráfico anterior, las concentraciones de PM10 registradas por la estación fija de Majadahonda, son suavemente superiores a los valores registrados en el Autobús del Plan Azul.

La máxima de las concentraciones medias diarias de PM10 tanto en el Autobús como en la estación de Majadahonda se registró el mismo día, el 7 de Mayo, en el primer caso se alcanzó un valor de  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que en la estación de Majadahonda se registró un valor de  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . No hay que destacar por tanto, ningún valor superior al límite diario de PM10 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), durante los días que duró la campaña, en ninguna de las ubicaciones en estudio.

Las concentraciones medias durante el periodo de estudio fueron de  $14,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $11,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación fija de Majadahonda y en el Autobús del Plan Azul, respectivamente.

Durante el periodo de duración de la campaña no se pronosticó ningún episodio de intrusión de polvo de origen africano sobre la zona centro de la Península Ibérica.

## 6.5. OZONO - O<sub>3</sub>

### INTRODUCCIÓN

El ozono a nivel terrestre, conocido como ozono troposférico, es un importante contaminante que, a este nivel, tiene perjudiciales efectos sobre la salud. Es bien conocido que su presencia en la estratosfera permite filtrar la radiación ultravioleta y que la destrucción de la denominada "capa de ozono" es un problema ambiental de indudables repercusiones. Sin embargo, este mismo ozono, ubicado en la capa baja de la atmósfera (la troposfera) posee efectos perjudiciales que deben ser tenidos en cuenta.

**Fuentes:** El ozono se sintetiza en la troposfera debido a la presencia en la misma de otros compuestos (denominados precursores de ozono). Esta síntesis se ve favorecida por la presencia de luz solar. Los precursores de ozono más importantes son los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles.

**Efectos sobre la salud:** Problemas de respiración, reduce la función pulmonar, asma, irritación de ojos, congestión de nariz, reduce la resistencia a resfriados y otras infecciones pudiendo acelerar el envejecimiento del tejido pulmonar.

**Efectos medioambientales:** El ozono puede dañar plantas y árboles. Actúa sobre la sección central de las hojas provocando una pigmentación punteada de color pardo rojizo en su superficie.

#### **Grupos de población más afectados.**

Los efectos del ozono en la salud humana varían en función de la sensibilidad individual y de la exposición y concentración de este contaminante en la atmósfera.

Aunque la mayoría de las personas deben adoptar precauciones cuando los niveles superen los umbrales de información a la población, algunos ciudadanos son particularmente sensibles:

- Niños: son el mayor grupo de riesgo a la exposición, al realizar frecuente actividad física en verano al aire libre.
- Adultos que realizan actividades físicas prolongadas en el exterior: respiran más rápido y profundamente, lo que facilita la penetración del ozono en los pulmones.
- Personas con enfermedades respiratorias crónicas: se pueden ver agravadas.
- Personas especialmente sensibles al ozono.

## ASPECTOS LEGISLATIVOS

### Valores objetivos establecidos en la legislación:

Según el R.D. 1796/2003, de 26 de diciembre, relativo al ozono en el aire ambiente, los valores objetivo son los siguientes:

Ozono (O <sub>3</sub> ) R.D. 1796/2003		
Valores objetivo	Valor objetivo para 2010(a)	Parámetro
<b>Valor objetivo para la protección de la salud humana</b>	120 µg/m <sup>3</sup> que no debe superarse en más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años(c)	Máximo de las medias móviles octohorarias del día.(b)
<b>Valor objetivo para la protección de la vegetación</b>	18.000 µg/m <sup>3</sup> h de promedio en un periodo de 5 años	AOT40, calculada a partir de valores horarios de mayo a julio

- (a) El cumplimiento del valor objetivo para la protección de la salud (120 µg/m<sup>3</sup> octohorario) se verificará a partir del 1 de enero de 2010, es decir, los datos correspondientes al año 2010 serán los primeros que se utilizarán para verificar el cumplimiento de la normativa en los tres o cinco años siguientes, según el caso.
- (b) El máximo de las medias octohorarias del día deberá seleccionarse examinando promedios móviles de 8 horas, calculados a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada promedio octohorario así calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer periodo de cálculo para un día cualquiera será el periodo a partir de las 17 h del día anterior hasta las 1.00 h de dicho día; el último periodo de cálculo para un día cualquiera será el periodo a partir de las 16 h hasta las 24 h de dicho día.
- (c) Si las medias de 3 ó 5 años no pueden determinarse a partir de una serie completa y consecutiva de datos anuales, los datos anuales mínimos necesarios para verificar el cumplimiento de los valores objetivos serán los siguientes:
- Para el valor objetivo relativo a la protección de la salud humana: datos válidos correspondientes a un año
  - Para el valor objetivo relativo a la protección de la vegetación: datos válidos correspondientes a 3 años.

## Objetivos a largo plazo

Ozono (O <sub>3</sub> ) R.D. 1796/2003		
Objetivos a largo plazo para el ozono	Objetivo a largo plazo(a)	Parámetro
Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana	120 µg/m <sup>3</sup>	Máximo de las medias móviles octohorarias del día en un año civil
Objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación	6.000 µg/m <sup>3</sup> h	AOT40, calculada a partir de valores horarios de mayo a julio

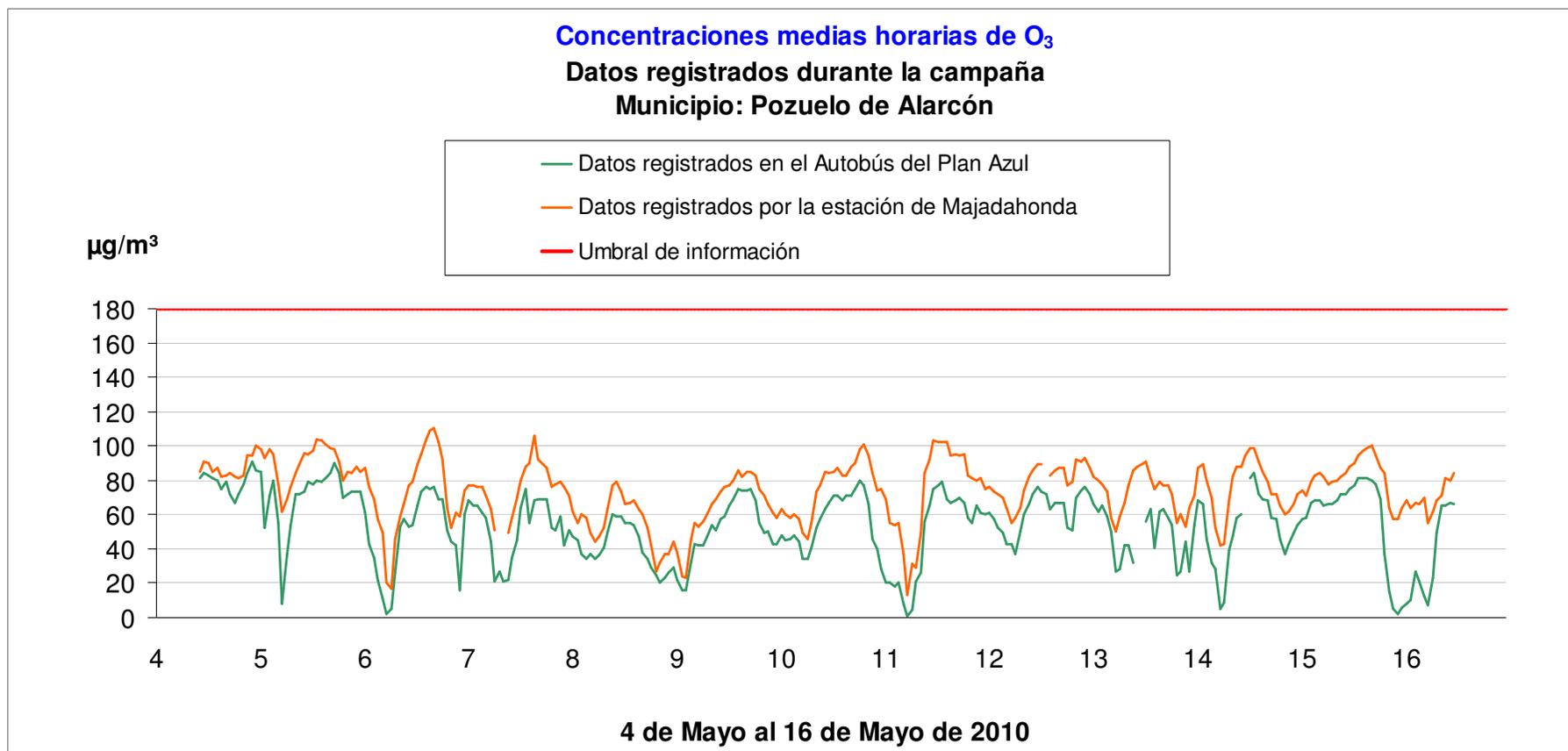
(a) Utilizando como referencia el año 2020.

## Valores umbrales establecidos en la legislación:

Umbrales	Valor	Periodo
Umbral de información	180 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 1 hora
Umbral de alerta	240 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 1 hora

## DATOS REGISTRADOS POR EL AUTOBÚS DEL PLAN AZUL

En el siguiente gráfico podemos ver la evolución de las concentraciones medias horarias de este contaminante, comparándolo con el umbral de información a la población ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



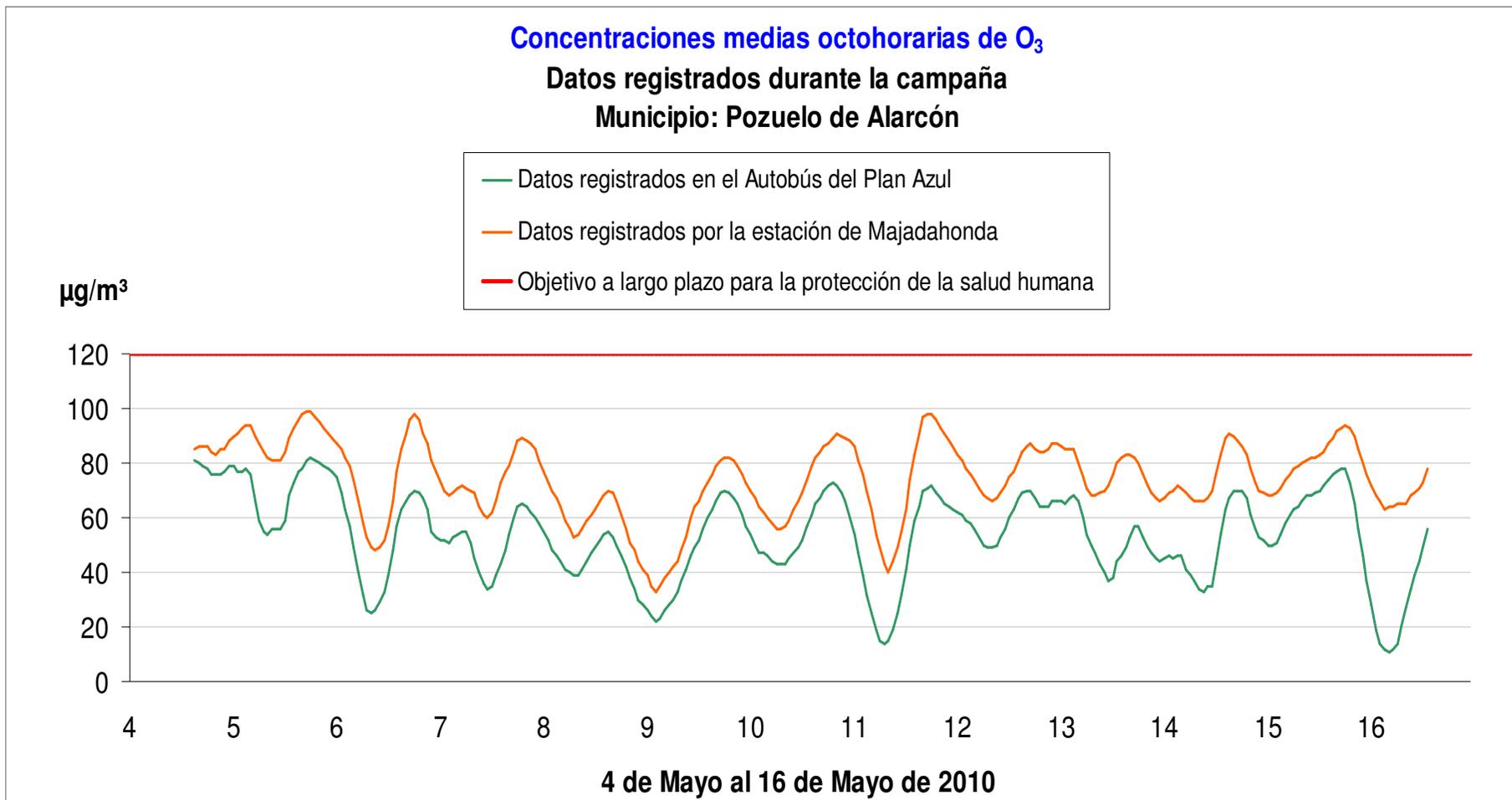
**Gráfica 12. Concentraciones medias horarias de  $\text{O}_3$  registradas por el Autobús del Plan Azul en Pozuelo de Alarcón.**

Como se observa en la gráfica, las concentraciones medias horarias de ozono han sido superiores en la estación fija de Majadahonda durante todo el periodo, aunque los dos emplazamientos han presentado una tendencia evolutiva común. Los valores de concentración se mantienen alejados del umbral de información a la población fijado por la legislación.

El máximo valor horario de ozono registrado por el estación fija de Majadahonda fue el día 6 de Mayo a las 17:00 horas (hora solar) con un valor de 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que en el Autobús del Plan Azul se registró un máximo de 91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el día 4 de Mayo a las 23:00 horas (hora solar).

El valor promedio de las concentraciones medias horarias de este contaminante durante la campaña fue de 74,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en la estación de Majadahonda, y de 53,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el Autobús del Plan Azul.

A continuación, en el siguiente gráfico se analiza la evolución de las concentraciones medias móviles octohorarias de este contaminante en las dos ubicaciones sometidas a estudio.



**Gráfica 13. Concentraciones medias octohorarias de O<sub>3</sub> registradas por el Autobús del Plan Azul en Pozuelo de Alarcón.**

Tal y como se observa en la gráfica y como ocurría con la concentración horaria de ozono, las evoluciones octohorarias de las concentraciones en ambas ubicaciones han seguido una misma tendencia evolutiva, y los valores registrados por la estación fija de Majadahonda siguen siendo ligeramente superiores a los del Autobús del Plan Azul.

El valor más alto registrado por la estación de Majadahonda fue de  $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$  el día 5 de Mayo a las 18:00 y 19:00 horas (hora solar). En el Autobús del Plan Azul también se registró el valor máximo ese mismo día a las 19:00 horas (hora solar), con un valor de  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los valores promedios de la estación de Majadahonda y del Autobús del Plan Azul han sido  $74,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $53,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente.

No se han registrado valores superiores al objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , máximo de las medias móviles octohorarias) en ninguna de las ubicaciones de estudio.

## 7.- CONCLUSIONES

Las campañas llevadas a cabo por el Autobús del Plan Azul forman parte de la estrategia para la mejora de la calidad del aire en la Comunidad de Madrid y se diseñan con un doble objetivo: por un lado, el dar a conocer a los ciudadanos el Plan Azul e implicarles en la consecución de la reducción de la contaminación atmosférica, y por otro, medir y estudiar los niveles de concentración de los principales contaminantes atmosféricos, de forma que se puedan definir los niveles de calidad del aire y tomar decisiones acordes con las situaciones de contaminación planteadas.

En cuanto a la función educativa y divulgativa del Autobús, se buscó la mejor ubicación que permitiese un fácil acceso a todos los ciudadanos que quisieran acercarse para recibir información sobre el Plan Azul y la calidad del aire en su municipio.

El resultado de la campaña de sensibilización ambiental presenta un balance satisfactorio, valorando el interés de los visitantes que acudieron a informarse sobre el Plan Azul. Se atendieron las visitas de varios grupos de estudiantes, así como la del Alcalde y la Concejala de Medio Ambiente.

Los resultados muestran una evolución común de todos los contaminantes analizados con respecto a los datos registrados por las estaciones de Majadahonda y Collado Villalba (en el caso del SO<sub>2</sub> y el CO) con las que se comparó.

Respecto a los datos registrados durante la campaña, se concluye que:

En el caso del **SO<sub>2</sub>** y **CO** los valores obtenidos son muy bajos y están alejados de los límites marcados por la legislación, siendo las concentraciones analizadas de ambos contaminantes muy similares entre la estación fija de Collado Villalba y el Autobús del Plan Azul.

Respecto al **NO<sub>2</sub>**, las concentraciones horarias de este contaminante han presentado una tendencia evolutiva común entre los dos emplazamientos estudiados, siendo las registradas por el Autobús del Plan Azul ligeramente superiores a las de la estación fija de Majadahonda. Los valores han permanecido alejados del límite horario establecido en la legislación vigente.

---

Por otro lado, las concentraciones de partículas en suspensión **PM10** registradas en las ubicaciones han seguido una evolución similar, siendo superiores las concentraciones registradas por la estación fija de Majadahonda respecto al Autobús del Plan Azul.

En relación al **ozono (O<sub>3</sub>)**, se ha mantenido una tendencia evolutiva común entre ambos emplazamientos de medición, sin embargo las concentraciones medias horarias de ozono han sido superiores en la estación fija de Majadahonda durante todo el periodo. Los valores de concentración de este contaminante se han mantenido alejados de los límites marcados por la legislación.

En cuanto a los parámetros meteorológicos analizados se observa que durante la campaña se registraron condiciones de estabilidad en la mayor parte del periodo.

Es importante recordar que el periodo de realización de la campaña, al ser únicamente de dos semanas de duración, sólo permite conocer la situación de la calidad del aire en ese espacio de tiempo concreto.

Por tanto, de los resultados del presente informe no se pueden extraer conclusiones sobre el cumplimiento de los valores límites y umbrales establecidos en la legislación, sino conocer los niveles de los contaminantes en el periodo de realización de la campaña.

Para conocer el cumplimiento de los valores límites y umbrales establecidos en la normativa de aplicación, habrán de consultarse los datos de las estaciones de medición fijas de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid.