

# ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA



## Actualización 2015

Este documento es una actualización de los capítulos 4 y 6 del libro *"Análisis de la Calidad del Aire en España: Evolución 2001-2012"* a partir de los datos oficiales de 2015. Para obtener más información puede dirigirse a:

[bnz-sgca-calidadaire@magrama.es](mailto:bnz-sgca-calidadaire@magrama.es)

Noviembre 2016



## **4. ANÁLISIS DE CONTAMINANTES PRINCIPALES**

## ANÁLISIS DE CONTAMINANTES PRINCIPALES

### INDICE DEL CAPÍTULO

4.	ANÁLISIS DE CONTAMINANTES PRINCIPALES .....	4-1
	4.1 Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	4-1
	4.1.1 Valores legislados para el SO <sub>2</sub> .....	4-1
	4.1.2 Análisis de los niveles de SO <sub>2</sub> (2015) .....	4-1
	4.1.3 Evolución 2001-2015 del SO <sub>2</sub> .....	4-4
	4.2 Óxidos de nitrógeno (NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> ).....	4-5
	4.2.1 Valores legislados para NO <sub>2</sub> y NO <sub>x</sub> .....	4-5
	4.2.2 Análisis de los niveles de NO <sub>2</sub> (2015) .....	4-5
	4.2.3 Evolución 2001-2015 del NO <sub>2</sub> .....	4-16
	4.3 Partículas PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> .....	4-17
	4.3.1 Valores legislados para las partículas en suspensión.....	4-17
	4.3.2 Análisis de los niveles de partículas PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> (2015) .....	4-18
	4.3.3 Evolución 2001-2015 de las partículas PM <sub>10</sub> .....	4-27
	4.3.4 Evolución 2008-2015 de las partículas PM <sub>2,5</sub> .....	4-29
	4.4 Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	4-30
	4.4.1 Valores legislados para O <sub>3</sub> .....	4-30
	4.4.2 Análisis de los niveles del O <sub>3</sub> (2015) .....	4-31
	4.4.3 Evolución 2001-2015 del O <sub>3</sub> .....	4-35
	4.5 Monóxido de carbono (CO) .....	4-37
	4.5.1 Valores legislados para CO .....	4-37
	4.5.2 Análisis de los niveles de CO (2015) .....	4-37
	4.5.3 Evolución 2003-2015 del CO .....	4-38
	4.6 Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....	4-39
	4.6.1 Valores legislados para C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	4-39
	4.6.2 Análisis de los niveles de C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (2015).....	4-39
	4.6.3 Evolución 2003-2015 del C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	4-40
	4.7 Benzo(a)pireno (B(a)P) .....	4-41
	4.7.1 Valores legislados para el B(a)P.....	4-41
	4.7.2 Análisis de los niveles del B(a)P (2015) .....	4-42
	4.7.3 Evolución 2008-2015 del B(a)P.....	4-43
	4.8 Metales: Plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd) y níquel (Ni).....	4-44
	4.8.1 Valores legislados para los metales.....	4-44
	4.8.2 Análisis de los niveles de Pb, As, Cd y Ni (2015).....	4-45
	4.8.3 Evolución 2001-2015 de los metales.....	4-48
	4.8.3.1 Plomo (Pb) .....	4-48
	4.8.3.2 Arsénico (As).....	4-49
	4.8.3.3 Cadmio (Cd) .....	4-50
	4.8.3.4 Níquel (Ni) .....	4-51

#### 4. ANÁLISIS DE CONTAMINANTES PRINCIPALES

Los principales contaminantes a considerar son los siguientes:

- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)
- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- Partículas PM10 y PM2,5
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Monóxido de carbono (CO)
- Benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) y benzo(a)pireno (B(a)P)
- Metales: Plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd) y níquel (Ni)

##### 4.1 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

###### 4.1.1 Valores legislados para el SO<sub>2</sub>

Los objetivos de calidad del aire fijados por la legislación vigente para el contaminante SO<sub>2</sub> son los recogidos en la Tabla 4.1:

Tabla 4.1. Valores legislados (SO<sub>2</sub>).

Valor legislado	Valor límite	Periodo
Valor límite <b>horario</b> (VLH) para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005)	350 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 1 h No debe superarse en más de 24 ocasiones por año civil
Valor límite <b>diario</b> (VLD) para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005)	125 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 24 h No debe superarse en más de 3 ocasiones por año civil
Valor límite para la <b>protección de los ecosistemas</b> (nuevo nivel crítico para la protección de la vegetación, según la Directiva 2008/50/CE y el RD 102/2011)	20 µg/m <sup>3</sup>	Año civil y periodo invernal (1 de octubre del año anterior a 31 de marzo del año en curso)

También cabe mencionar los valores guía de la OMS (2006), aunque no se trate de valores legislados, porque son objetivos a perseguir:

Tabla 4.2. Comparación entre los valores legislados y los valores guía de la OMS (SO<sub>2</sub>).

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
SO <sub>2</sub> (horario)	350 µg/m <sup>3</sup> (>24 veces/año)	--
SO <sub>2</sub> (diario)	125 µg/m <sup>3</sup> (>3 veces/año)	20 µg/m <sup>3</sup>

###### 4.1.2 Análisis de los niveles de SO<sub>2</sub> (2015)

###### 4.1.2.1. Resumen de la evaluación del SO<sub>2</sub> 2015

En el año 2015 no se ha producido ninguna superación de los valores legislados. A modo ilustrativo, en la Figura 4.1 se refleja la evolución histórica del cumplimiento del VLD de SO<sub>2</sub> en España.

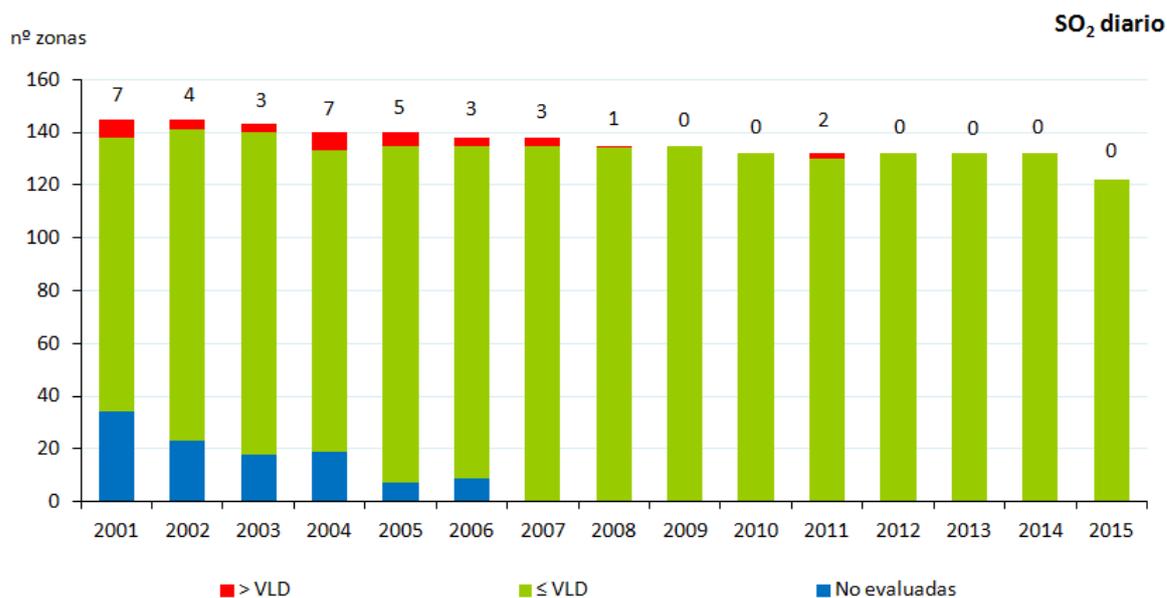


Figura 4.1. Evolución del cumplimiento a nivel de zonas del VLD de SO<sub>2</sub> desde 2001 hasta 2015.

En el “INFORME DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA 2015” se puede encontrar información más detallada de la evaluación oficial 2015:

[http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/informeevaluacioncalidadaireespana2015\\_tcm7-432931.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/informeevaluacioncalidadaireespana2015_tcm7-432931.pdf)

#### 4.1.2.2. Análisis del SO<sub>2</sub> por tipo de estación en 2015

En la Figura 4.2 se muestra la distribución del percentil 99,2, por tipología de estación. Se emplea este estadístico para representar el VLD en lugar del número de días de superación del valor de 125 µg/m<sup>3</sup>. El número de días permite conocer si el punto de muestreo cumple o no la legislación, pero no da información sobre lo cerca o lo lejos que se está de incumplir (por ejemplo, si una estación tiene un mes con valores diarios de 125 µg/m<sup>3</sup>, el número días > 125 es cero, pero el percentil 99,2 daría un valor cercano o igual a 125, lo que indicaría que la estación está próxima a incumplir el valor legislado).

Se observa que de las 401 estaciones que se emplearon para evaluar SO<sub>2</sub> ninguna supera el VLD. Las estaciones de tipo industrial vuelven a ser un año más las que registran mayores valores del Percentil 99,2; no obstante, la mayoría de ellas se encuentra por debajo de la mitad del umbral de evaluación inferior (UEI/2). En cuanto a las estaciones de tráfico y de fondo, casi la totalidad de ellas se encuentra por debajo del UEI/2.

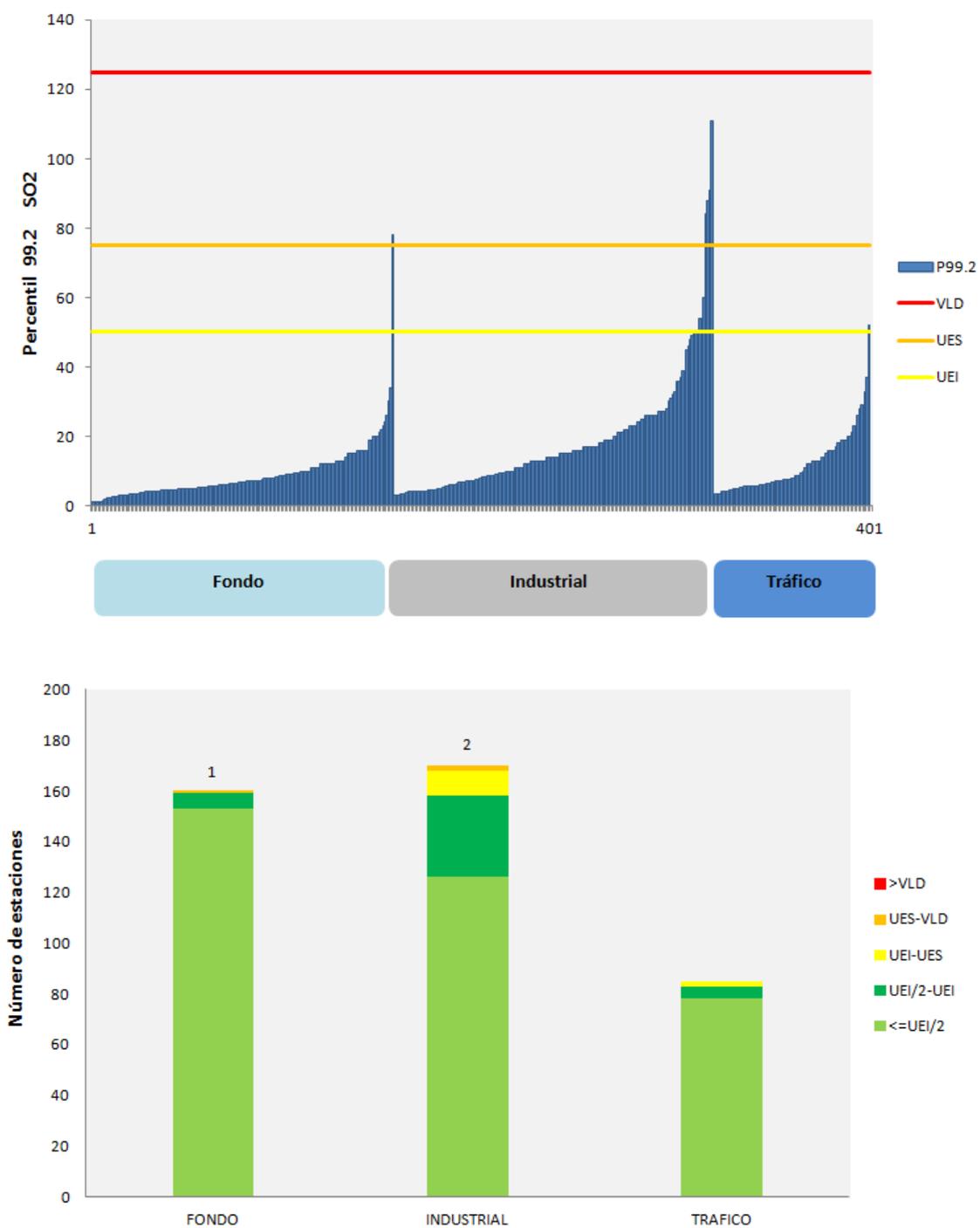


Figura 4.2. Distribución del P99,2 por tipología de estación en 2015.

### 4.1.3 Evolución 2001-2015 del SO<sub>2</sub>

En este apartado se muestra la evolución del SO<sub>2</sub> a lo largo de los años 2001-2015. La Figura 4.3 muestra la distribución de las medias anuales de las estaciones participantes en la evaluación del SO<sub>2</sub> a lo largo del periodo 2001-2015, en la que las cajas vienen definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de las medias anuales.

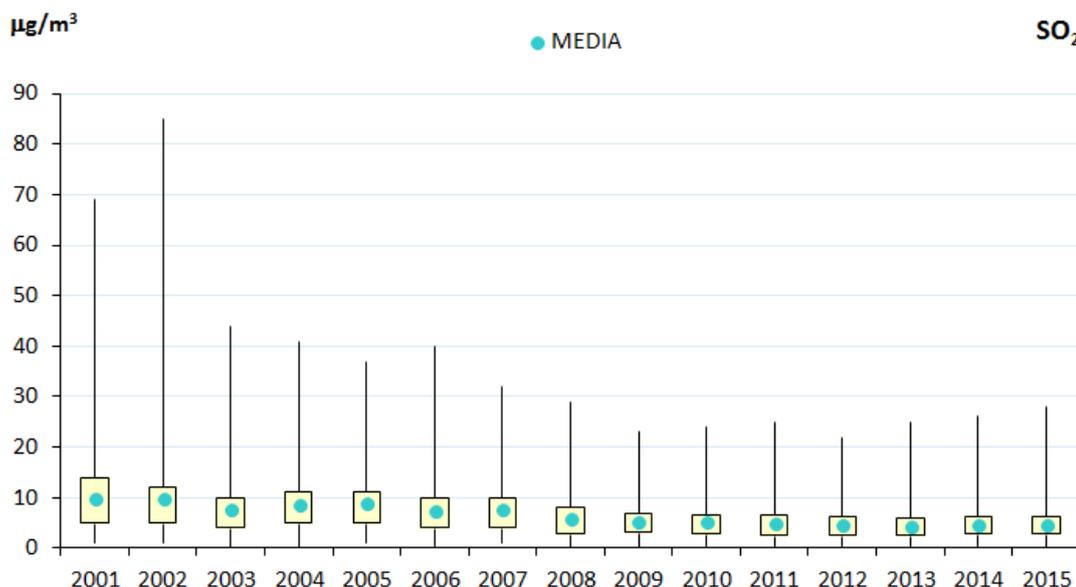


Figura 4.3. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de SO<sub>2</sub> 2001-2015.

A su vez, la Figura 4.4 representa la evolución de las medias anuales de las estaciones, agrupadas por tipo de estación y de área.

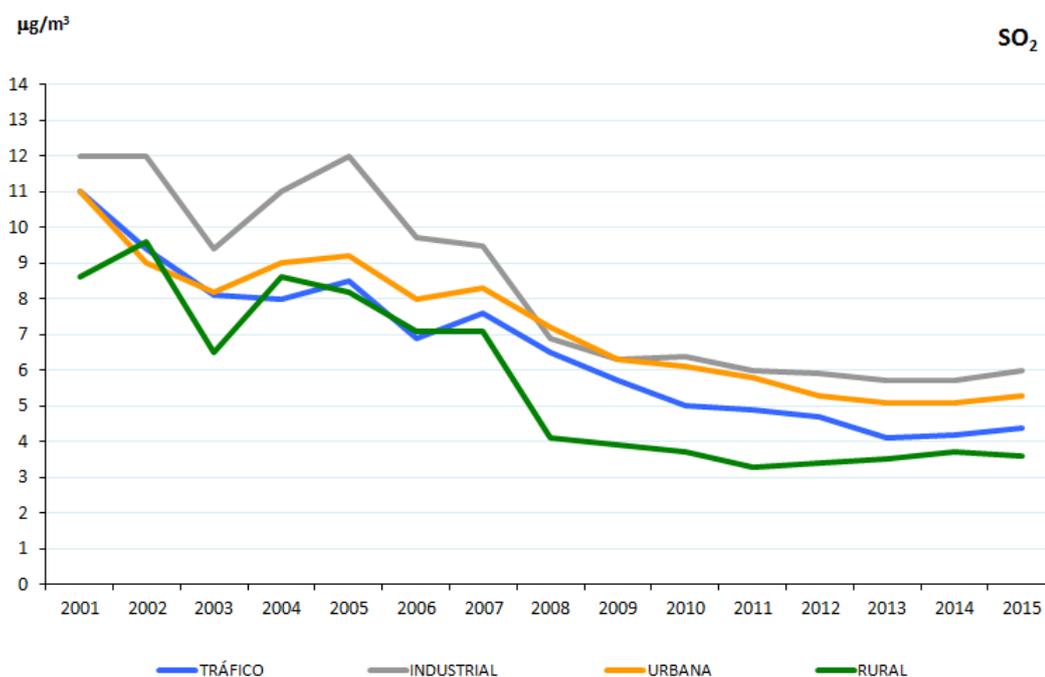


Figura 4.4. Evolución de las medias anuales de SO<sub>2</sub> (2001-2015) por tipo de estación y área.

En las dos figuras anteriores se observa una tendencia hacia la disminución de los niveles medios a lo largo del tiempo, siendo especialmente significativa la reducción que se produjo en 2008, año de entrada en vigor del Plan Nacional de Reducción de Emisiones de Grandes Instalaciones de Combustión (GIC). El máximo de las medias anuales registrado en 2015 es ligeramente superior al registrado en 2014, siguiendo la tendencia al alza desde 2012, en todas las estaciones salvo en las de tipo rural, donde decrece. Los niveles más altos vuelven a registrarse en las estaciones industriales, generalmente afectadas por centrales térmicas, refinerías, puertos, etc.

## 4.2 Óxidos de nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>)

### 4.2.1 Valores legislados para NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>

Los objetivos de calidad del aire fijados por la legislación vigente para los óxidos de nitrógeno son los recogidos en la Tabla 4.3:

Tabla 4.3. Valores legislados (NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>).

Valor legislado	Valor límite	Periodo
Valor límite horario (VLH) de <b>NO<sub>2</sub></b> para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010)	200 µg/m <sup>3</sup>	Valor medio en 1 h No debe superarse en más de 18 ocasiones por año civil
Valor límite anual (VLA) de <b>NO<sub>2</sub></b> para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010)	40 µg/m <sup>3</sup>	Año civil
Valor límite (nuevo <b>nivel crítico</b> según la Directiva 2008/50/CE y el RD 102/2011) de <b>NO<sub>x</sub></b> para la <b>protección de la vegetación</b>	30 µg/m <sup>3</sup>	Año civil

También cabe mencionar los valores guía de la OMS (2006), aunque no se trate de valores legislados, porque son objetivos a perseguir:

Tabla 4.4. Comparación entre los valores legislados y los valores guía de la OMS (NO<sub>2</sub>).

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
NO <sub>2</sub> (horario)	200 µg/m <sup>3</sup> (>18 veces/año)	200 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> (anual)	40 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>

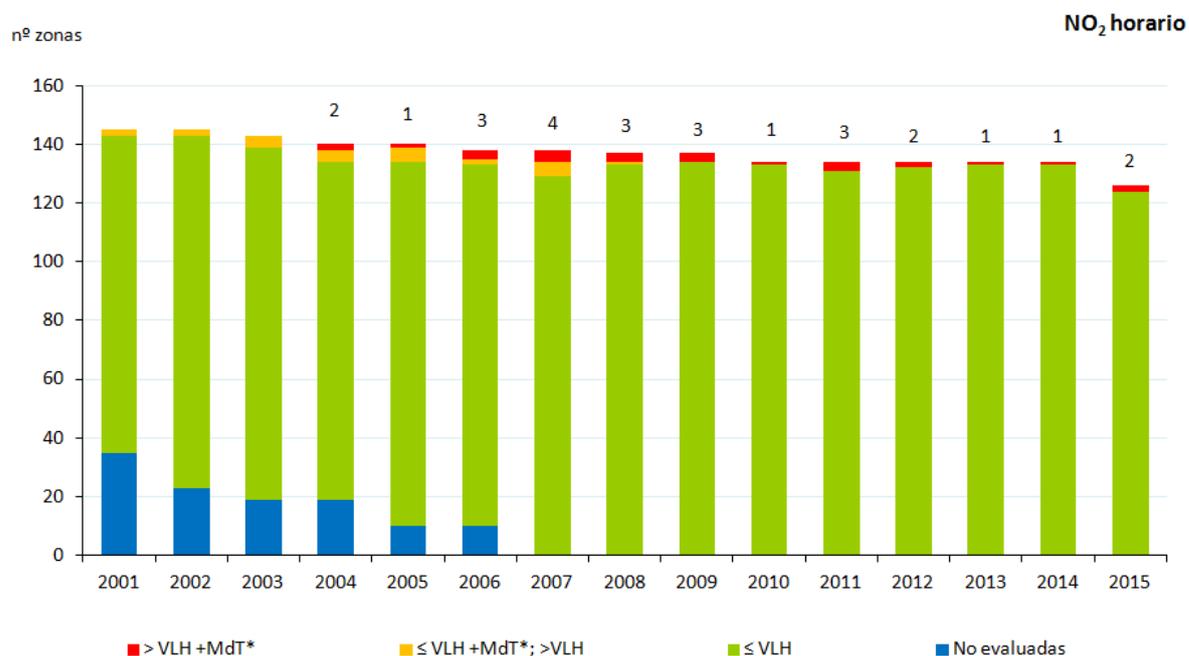
### 4.2.2 Análisis de los niveles de NO<sub>2</sub> (2015)

#### 4.2.2.1. Resumen de la evaluación del NO<sub>2</sub> 2015

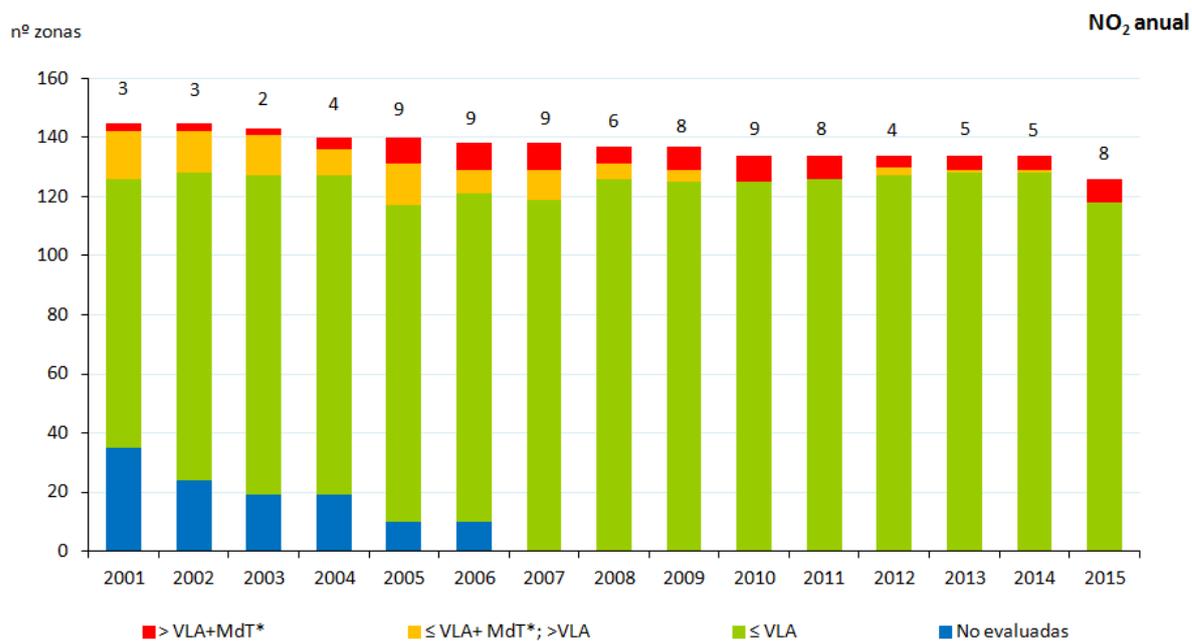
La situación de la calidad el aire en lo que se refiere al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es en 2015 ligeramente peor a la de los años inmediatamente anteriores:

- Las superaciones del valor límite horario se producen en dos zonas, lo que supone volver a los niveles de 2012, variando la tendencia a la mejora experimentada en 2013 y 2014.
- El empeoramiento se registra también en lo que respecta al valor límite anual, ya que se registraron superaciones en ocho zonas. Además, en 2015 ya no están en vigor las prórrogas para el cumplimiento de dicho valor.

En la Figura 4.5 se refleja la evolución a lo largo de los últimos 15 años del cumplimiento de los valores legislados de NO<sub>2</sub> en España.



(\*) El MdT dejó de aplicarse el 01/01/2010



(\*) El MdT dejó de aplicarse el 01/01/2010

Figura 4.5. Evolución del cumplimiento a nivel de zonas de los valores legislados de NO<sub>2</sub> desde 2001 hasta 2015.

#### 4.2.2.2. Resumen de la evaluación del NO<sub>x</sub> 2015

En ninguna de las zonas en las que se evaluó la protección de la vegetación se produjo superación del nivel crítico establecido por la legislación.

#### 4.2.2.3. Niveles medios mensuales de NO<sub>2</sub> a lo largo del año 2015

Para estudiar la distribución mensual de los niveles de NO<sub>2</sub> en 2015, en la Figura 4.6 se muestra la evolución de medias mensuales de todas las estaciones que han participado en su evaluación, clasificadas por tipo de área.

Se observa que el patrón de distribución del NO<sub>2</sub> a lo largo del año presenta valores más altos en invierno que en verano, siendo esta tendencia especialmente acusada en las zonas urbanas.

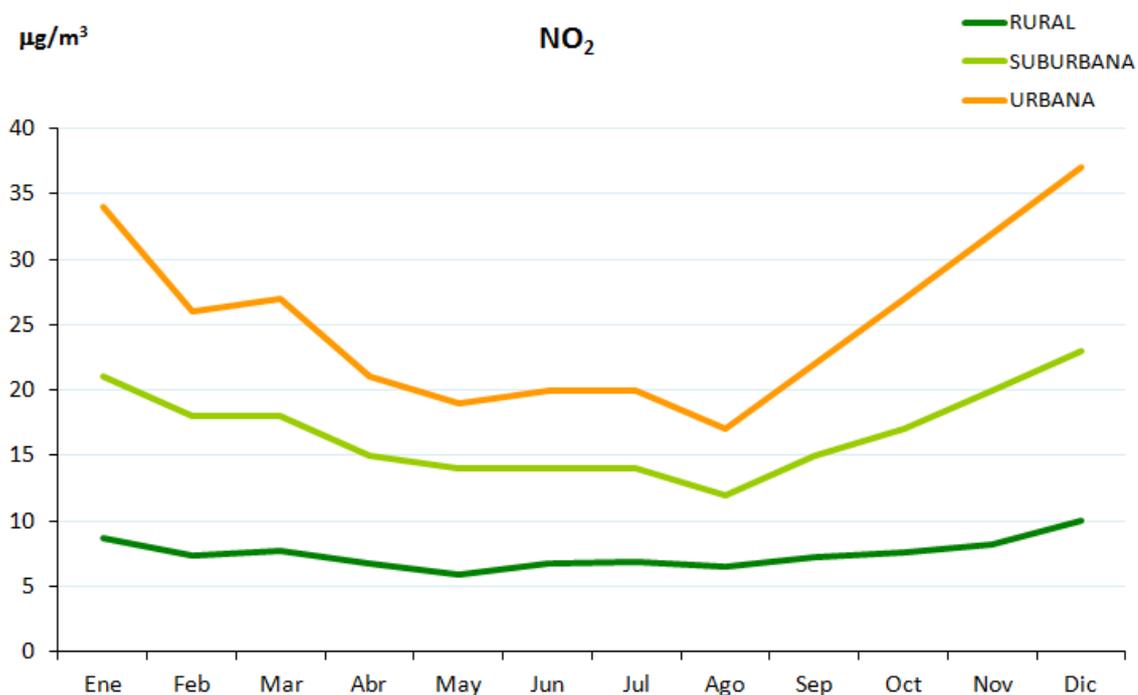


Figura 4.6. Evolución de las medias mensuales de NO<sub>2</sub> en 2015 por tipo de área.

#### 4.2.2.4. Análisis del NO<sub>2</sub> por tipo de área y tipo de estación en 2015

En la Figura 4.7 se muestra la distribución de las medias anuales agrupada por tipo de área y en concreto las urbanas desagregadas por la fuente de emisión predominante (tráfico, industrial y fondo).

En general, en 2015 se ha producido un empeoramiento respecto al año anterior. De las 479 estaciones que se emplearon para evaluar NO<sub>2</sub>, 30 superaron el VLA (frente a las 16 del año anterior), 16 de ellas urbanas de tráfico, 1 urbana industrial, 9 urbanas de fondo (frente a 1 del año 2014) y 4 suburbanas (tres de ellas de tráfico, y la cuarta de fondo).

En la Figura 4.8 se observa que todas ellas se sitúan en grandes aglomeraciones (Barcelona, Valencia, Madrid, Granada, Córdoba y Murcia), si bien el problema se hace extensivo también a sus alrededores, lo que se conoce como sus áreas metropolitanas. Menos de la mitad de las estaciones urbanas de tráfico se encuentran por encima del UES (31 de 92).

En cuanto a las estaciones rurales, todas ellas se encuentran por debajo del UEI, incluso por debajo del UEI/2.

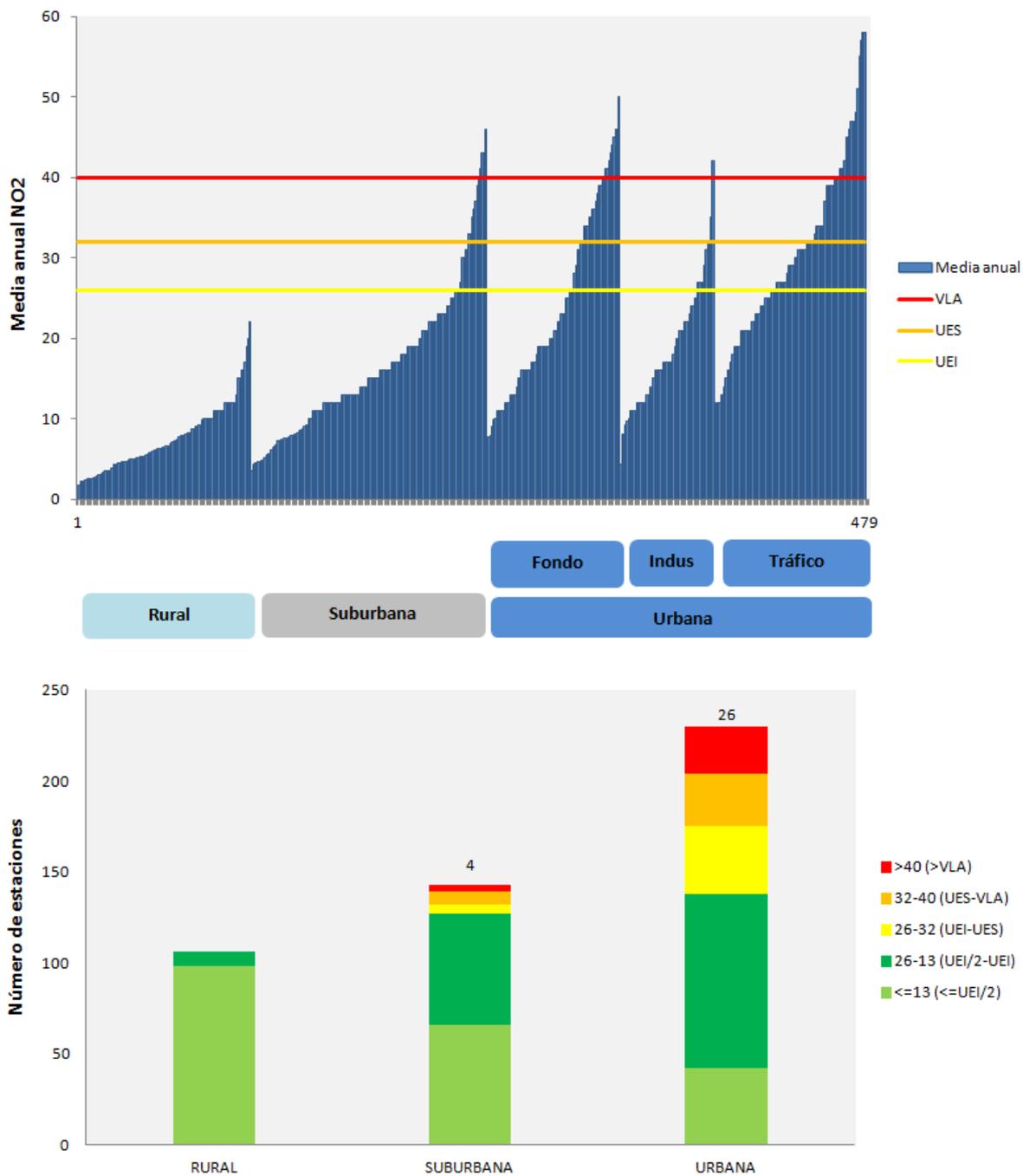


Figura 4.7. Distribución de las medias anuales de NO<sub>2</sub> y cumplimiento de los niveles legislados (2015)



Figura 4.8. Cumplimiento del VLA de las estaciones empleadas para la evaluación del NO<sub>2</sub> en 2015.

Las ocho zonas donde se ha superado en 2015 el VLA establecido para el NO<sub>2</sub> han sido las siguientes (de ellas, las cinco primeras ya superaron dicho valor en 2014):

- Área de Barcelona (ES0901)
- Vallés-Baix Llobregat (ES0902)
- L'Horta (ES1016)
- Madrid (ES1301)
- Ciudad de Murcia (ES1407)
- Corredor del Henares (ES1308)
- Córdoba (ES0111)
- Granada y Área Metropolitana (ES0118).

Las Figuras adjuntas (Figuras 4.9 a 4.12) enfrentan el detalle de la situación en 2015 de las estaciones utilizadas para la evaluación del NO<sub>2</sub> en estas ocho zonas (respecto al VLA) con la evolución de los niveles registrados en dichas estaciones en los últimos cinco años. La clave utilizada en la representación de las estaciones ha sido la siguiente:

- Estaciones en rojo: cuando se supera el VLA (40 µg/m<sup>3</sup>)
- Estaciones en naranja: entre el valor límite anual (VLA, 40 µg/m<sup>3</sup>) y el umbral de evaluación superior (UES, 32 µg/m<sup>3</sup>)
- Estaciones en amarillo: entre el umbral de evaluación superior (UES, 32 µg/m<sup>3</sup>) y el umbral de evaluación inferior (UEI, 26 µg/m<sup>3</sup>)
- Estaciones en verde: por debajo del umbral de evaluación inferior (UEI, 26 µg/m<sup>3</sup>).

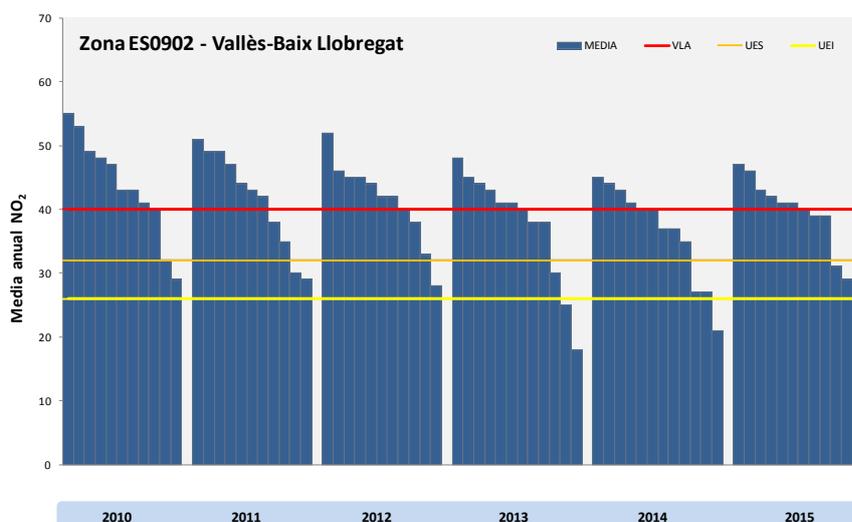
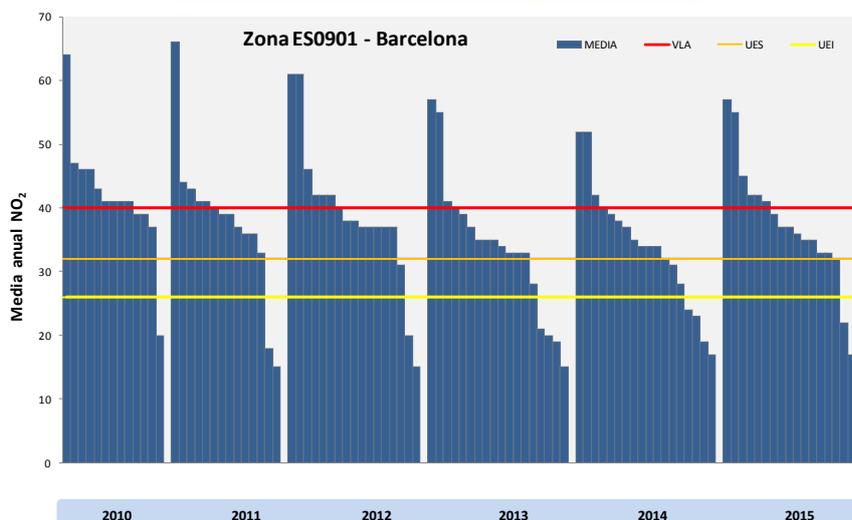
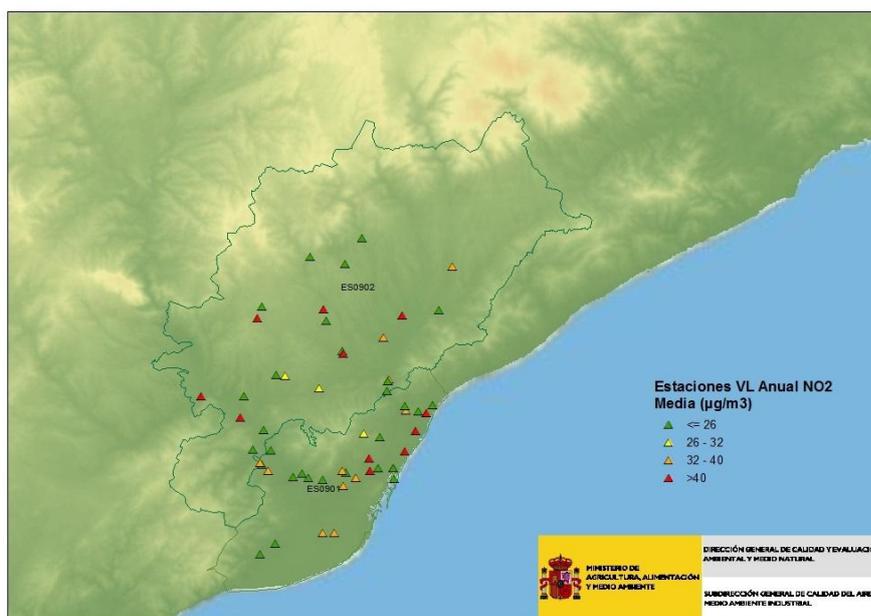


Figura 4.9. Zonas ES0901 “Área de Barcelona” y ES0902 “Vallès-Baix Llobregat” (2015) y evolución (2010-2015) de las estaciones utilizadas para la evaluación del NO<sub>2</sub> respecto al VLA.

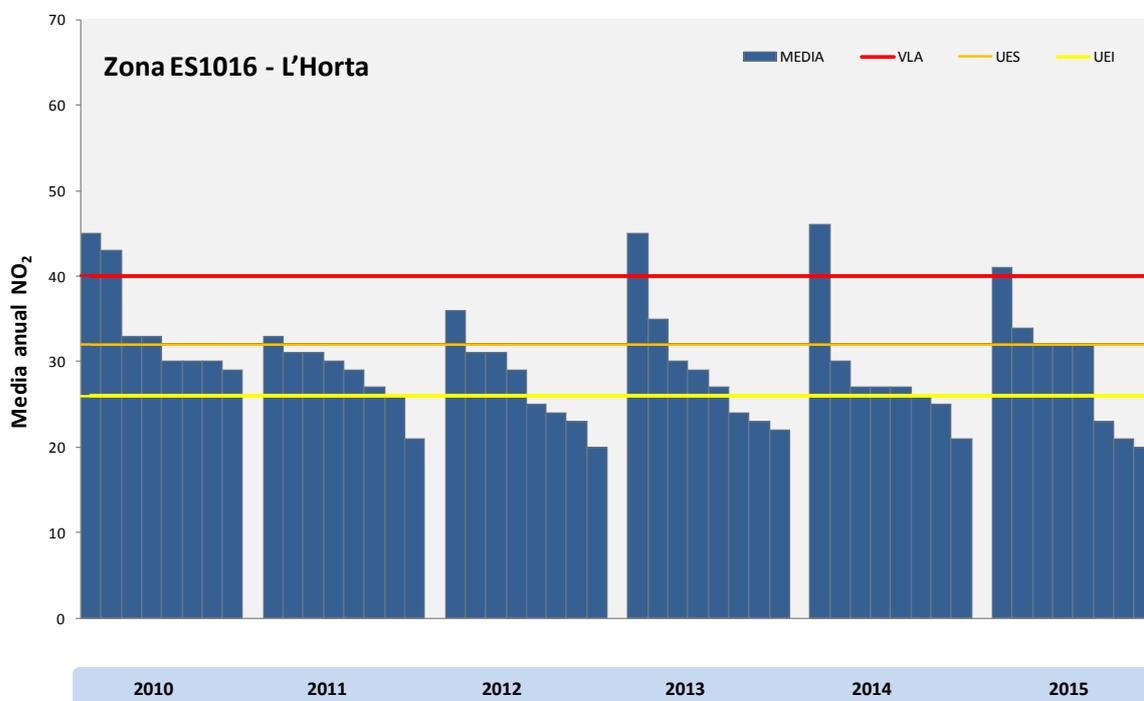
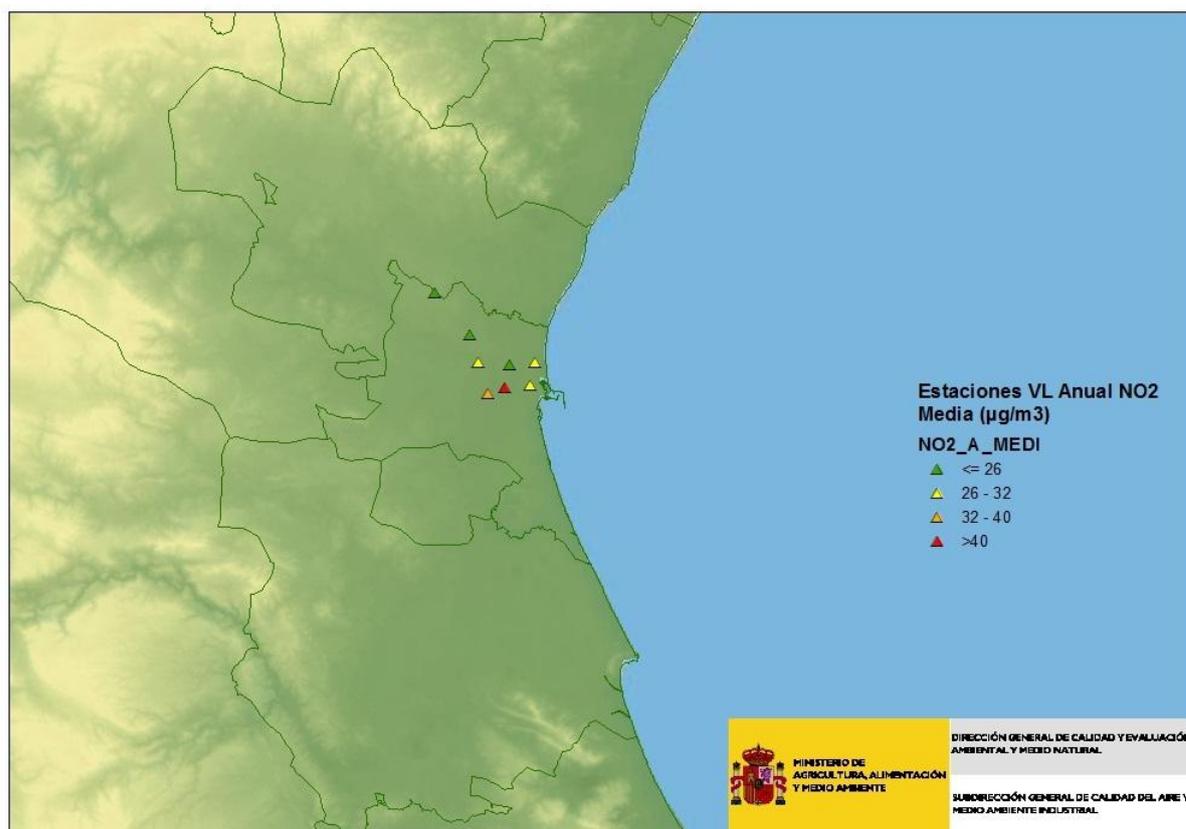


Figura 4.10. Cumplimiento del VLA de NO<sub>2</sub> (2015) en las estaciones de la Zona ES1016 “L’Horta” y evolución (2010-2015).

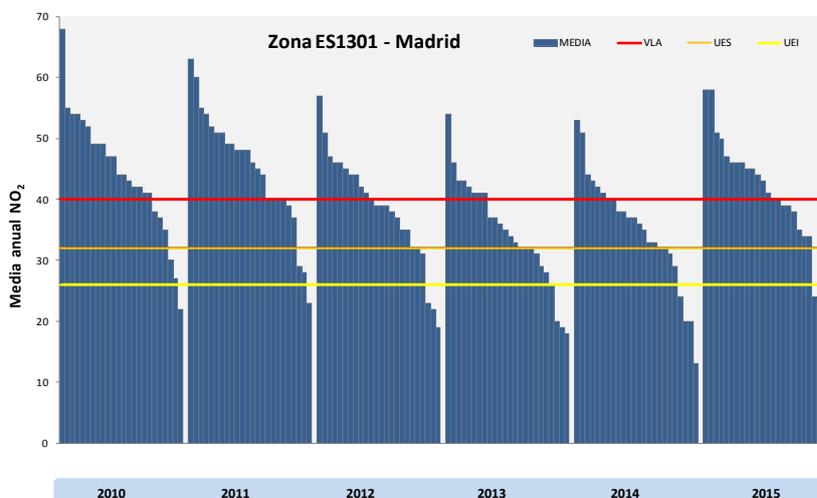
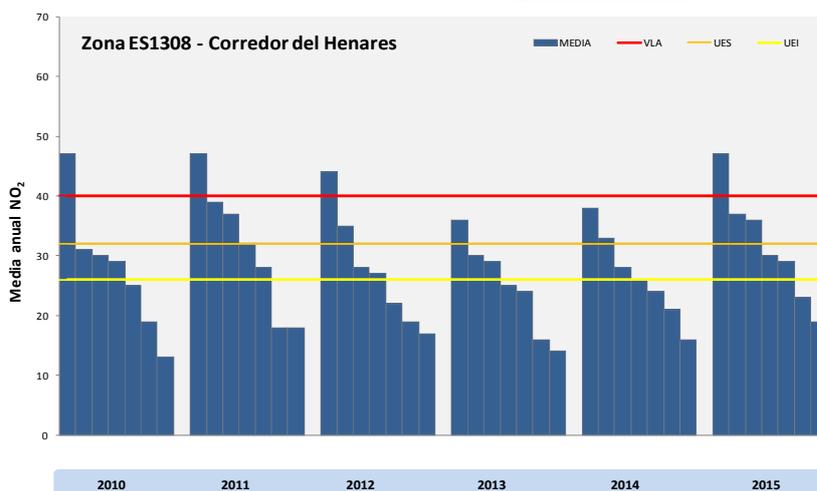
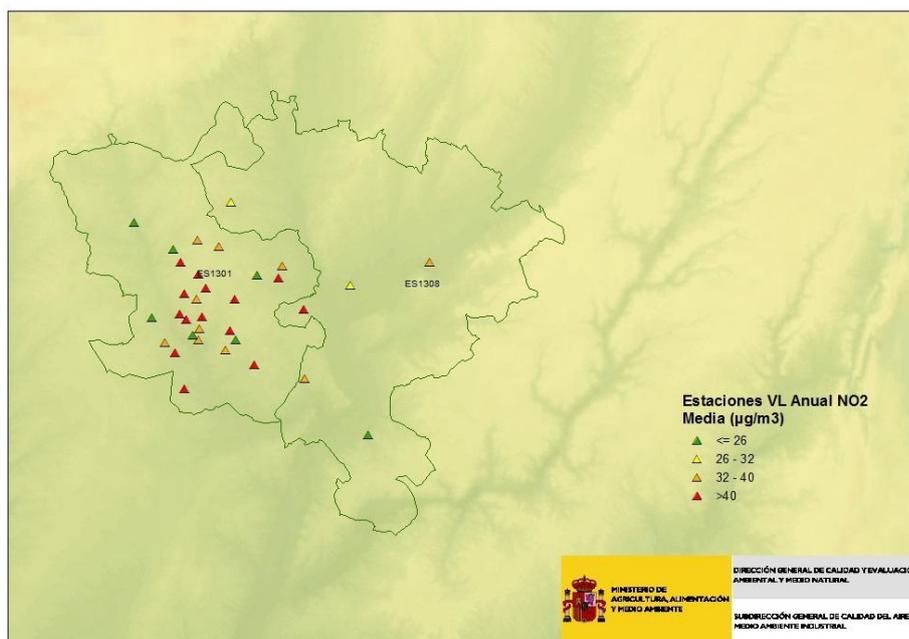


Figura 4.11. Cumplimiento del VLA de NO<sub>2</sub> (2015) en las estaciones de las Zonas ES1301 “Madrid” y ES1308 “Corredor del Henares” y evolución (2010-2015).

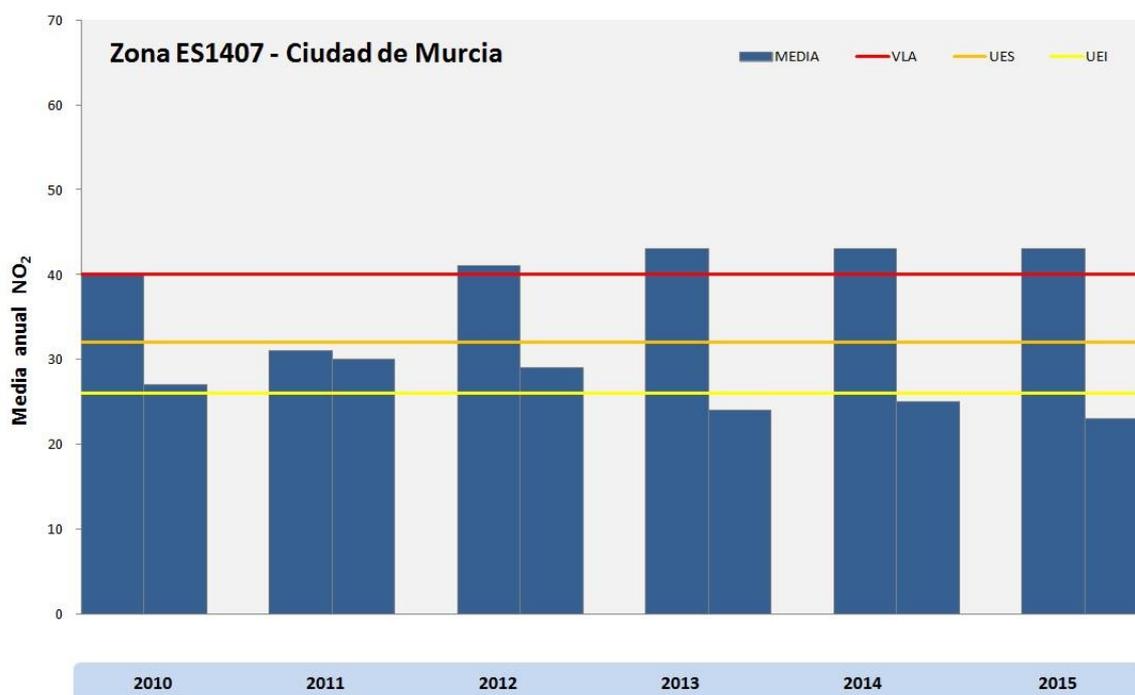
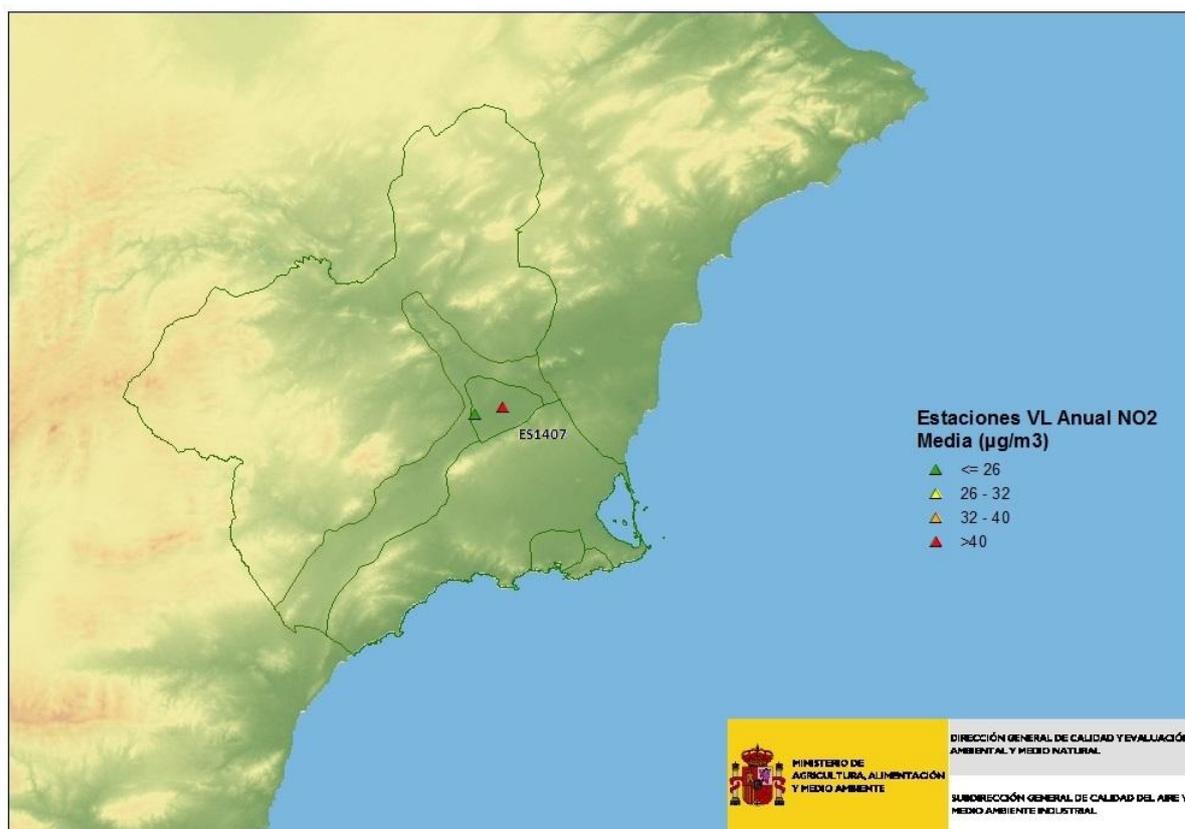


Figura 4.12. Cumplimiento del VLA de NO<sub>2</sub> (2015) en las estaciones de la Zona ES1407 “Ciudad de Murcia” y evolución (2010-2015).

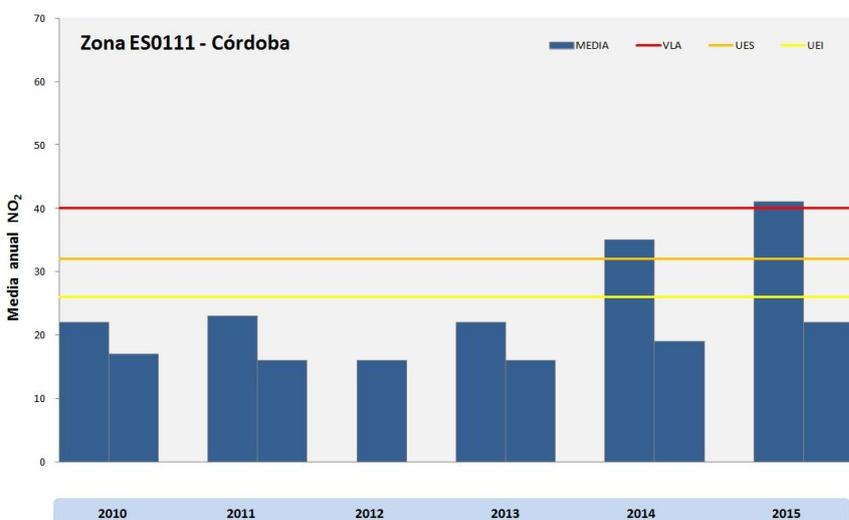
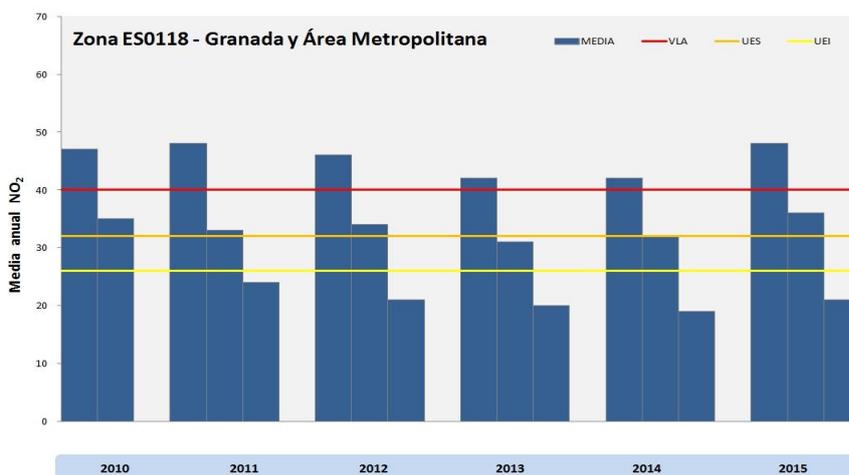
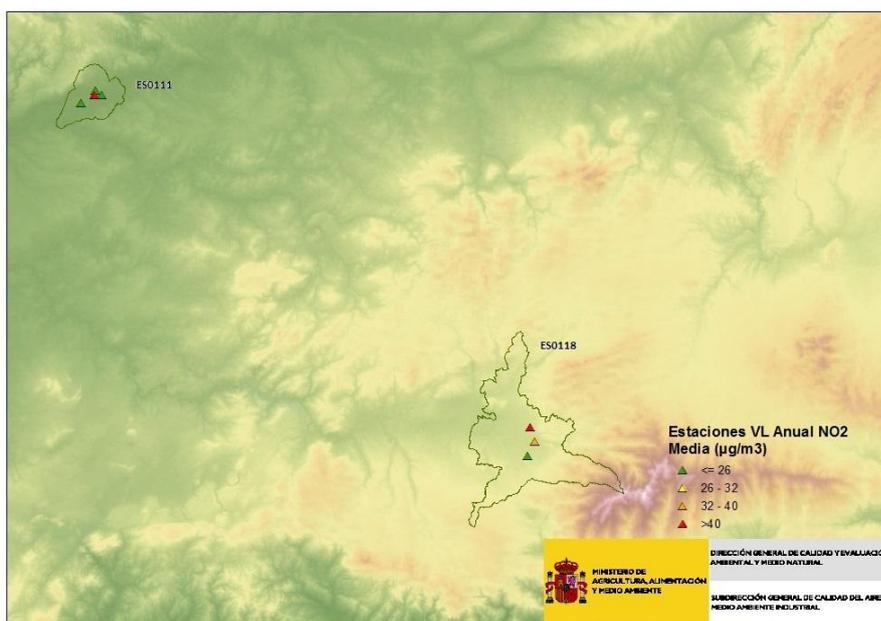


Figura 4.13. Cumplimiento del VLA de NO<sub>2</sub> (2015) en las estaciones de las Zonas ES0111 “Córdoba” y ES0118 “Granada y Área Metropolitana” y evolución (2010-2015).

La Figura 4.14 permite analizar el grado de cumplimiento del VLA que representa la exposición crónica a este contaminante frente al VLH que representa la exposición a episodios del mismo. Se observa como el VLA se supera en mayor medida que el VLH, de lo que se deduce que el VLA es más estricto que el VLH.

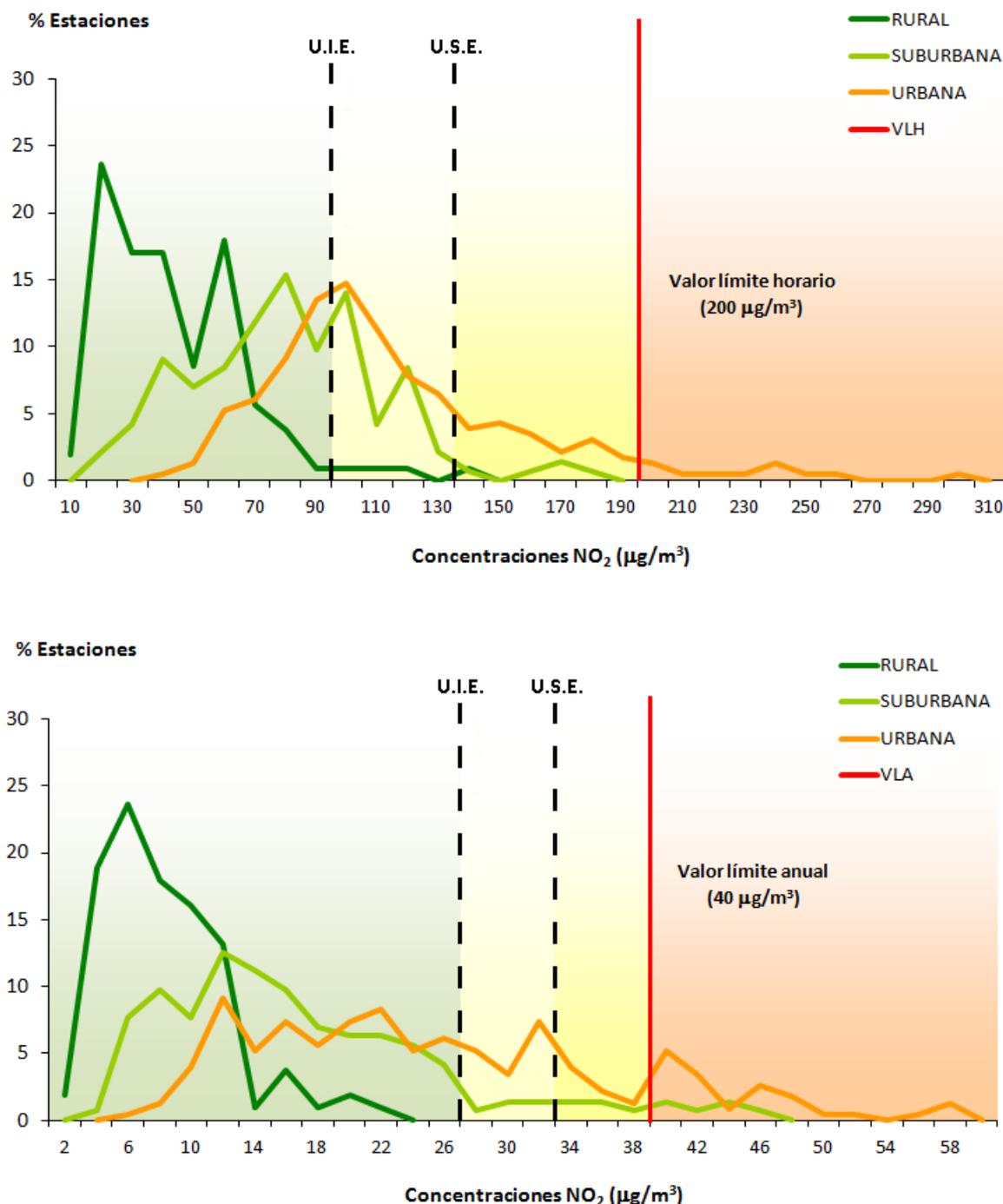


Figura 4.14. Distribución de los niveles de NO<sub>2</sub> en relación con los valores legislados (VLA y VLH) por tipo de área (2015).

### 4.2.3 Evolución 2001-2015 del NO<sub>2</sub>

En este apartado se muestra la evolución del NO<sub>2</sub> a lo largo de los años 2001-2015. La Figura 4.15 muestra la distribución de las medias anuales de las estaciones participantes en la evaluación del NO<sub>2</sub> a lo largo del periodo 2001-2015, en la que las cajas vienen definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de las medias anuales.

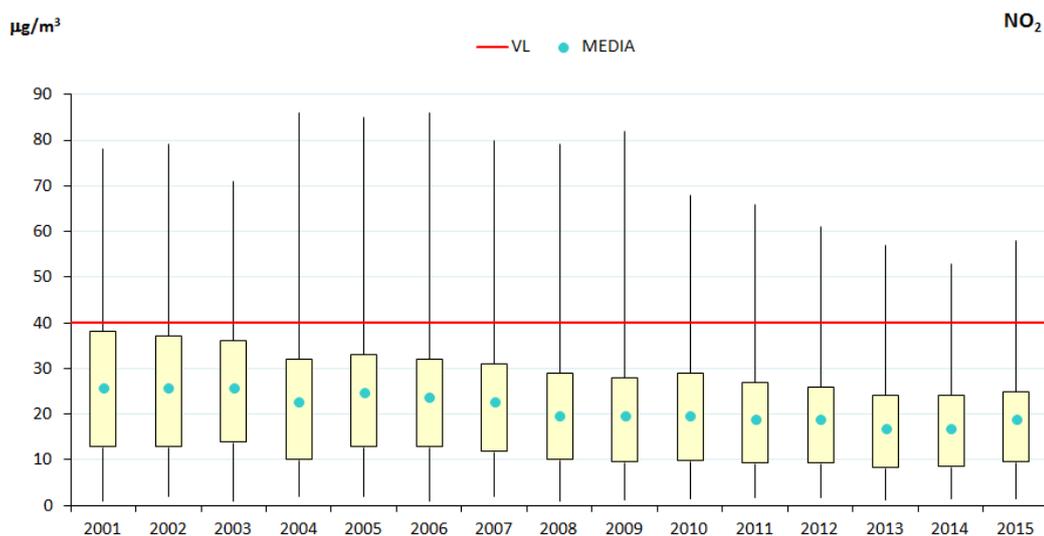


Figura 4.15. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de NO<sub>2</sub> 2001-2015.

A su vez, la Figura 4.16 representa la evolución de las medias anuales de las estaciones, agrupadas por tipo de estación y de área.

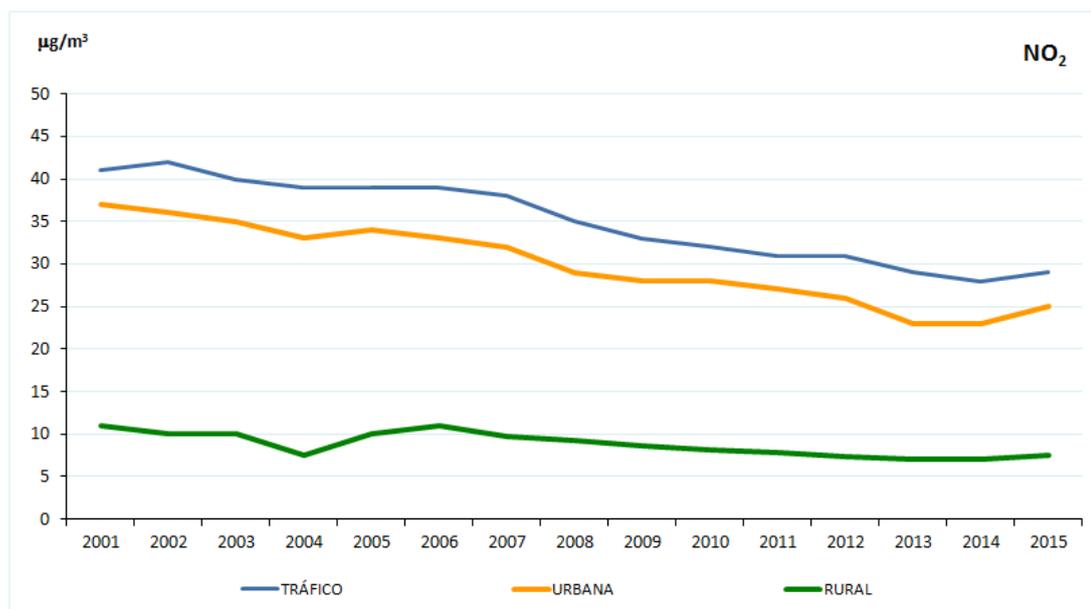


Figura 4.16. Evolución de las medias anuales de NO<sub>2</sub> (2001-2015) por tipo de estación y área.

En ambos gráficos se observa un cambio en la tendencia iniciada en 2008, ya que a partir de 2015 vuelven a subir los niveles registrados para este contaminante, especialmente en las estaciones urbanas y de tráfico. Para las estaciones rurales la situación es prácticamente la misma de 2013 y 2014.

### 4.3 Partículas PM10 y PM2,5

#### 4.3.1 Valores legislados para las partículas en suspensión

Los objetivos de calidad del aire fijados por la legislación vigente para las partículas PM10 y PM2,5 son los recogidos en las Tablas 4.5 y 4.6, respectivamente. Este año 2015 resulta destacable la entrada en vigor del valor límite anual de PM2,5, a partir del 1 de enero:

Tabla 4.5. Valores legislados para PM10 en aire ambiente.

Valor legislado – FASE I	Valor límite	Periodo
Valor límite diario (VLD) de PM10 para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valor medio en 24 h No debe superarse en más de 35 ocasiones por año civil
Valor límite anual (VLA) de PM10 para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año civil

Tabla 4.6. Valores legislados para PM2,5 en aire ambiente.

Valor límite	Valor límite	Periodo
Valor límite anual para la <b>protección de la salud</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2015).- Fase I	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural
Valor límite anual para la <b>protección de la salud</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2020).- Fase II	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural

La legislación vigente también establece que las autoridades competentes tomarán todas las medidas necesarias (que no conlleven gastos desproporcionados) para reducir la exposición a partículas PM2,5, con el fin de cumplir el objetivo nacional de reducción de la exposición fijado en la Tabla 4.7, a más tardar en el año 2020.

Tabla 4.7. Objetivo nacional de reducción de la exposición.

Objetivo de reducción de la exposición <sup>1</sup>		Año en que debe alcanzarse el objetivo de reducción de la exposición
Concentración inicial ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Objetivo de reducción	
<8,5 a 8,5	0 %	2020
>8,5 a <13	10 %	
= 13 a <18	15 %	
= 18 a <22	20 %	
$\geq 22$	Reducir, como mínimo, hasta 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Para calcular el objetivo nacional de reducción de la exposición se utiliza el Indicador Medio de Exposición (IME), que se define como “el nivel medio, determinado a partir de las mediciones efectuadas en ubicaciones de fondo urbano de todo el territorio nacional, que refleja la exposición de la población”. Según la normativa, el IME se calcula como la concentración media móvil trienal de partículas PM2,5, ponderada con la población en todos los puntos de muestreo establecidos a tal fin.

En el caso de España, este objetivo es reducir hasta el año 2020 la exposición de la población nacional un 15% respecto al obtenido en 2011, con el fin de reducir los efectos nocivos para la salud humana. El IME trienal 2009-2011, que sirvió como referencia para determinar el objetivo nacional

<sup>1</sup> En relación con el Indicador Medio de Exposición (IME) en 2011. El IME deberá ser igual o menor a 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a más tardar en 2015.

de reducción para el año 2020, fue de  $14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aplicando el objetivo de reducción del 15% (correspondiente al rango “= 13 a <18”), en 2020 el IME deberá ser inferior a  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Finalmente, también cabe mencionar los valores guía de la OMS (2006), aunque no se trate de valores legislados, porque son objetivos a perseguir:

Tabla 4.8. Comparación entre los valores legislados y los valores guía de la OMS (PM10 y PM2,5).

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
PM10 (diario)	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (> 35 veces/año)	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (> 3 veces/año)
PM10 (anual)	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2,5 (diario)	--	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (> 3 veces/año)
PM2,5 (anual)	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

#### 4.3.2 Análisis de los niveles de partículas PM10 y PM2,5 (2015)

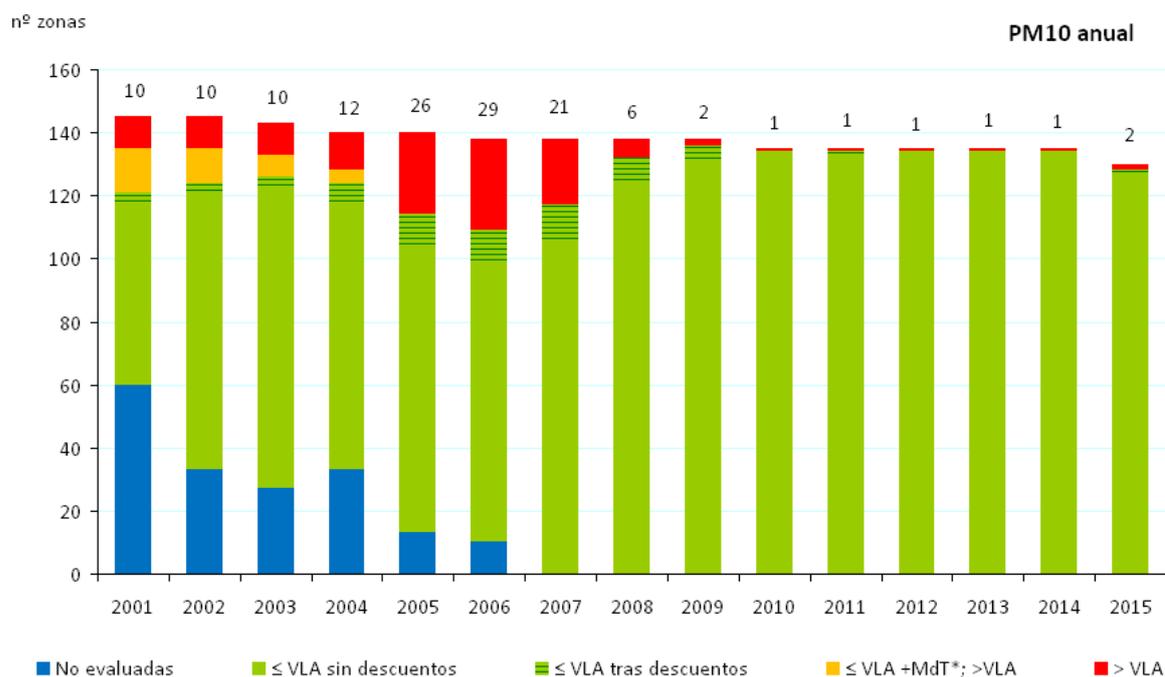
##### 4.3.2.1. Resumen de la evaluación de las partículas PM10 y PM2,5 en 2015

En lo que se refiere a las partículas PM2,5, en 2015 entra en vigor el valor límite anual para este contaminante, y se produce la primera superación del mismo (Figura 4.17), concretamente en la zona de “Villanueva del Arzobispo” (ES0128). Además, otras dos zonas dejaron de superar tras descuentos de intrusiones.

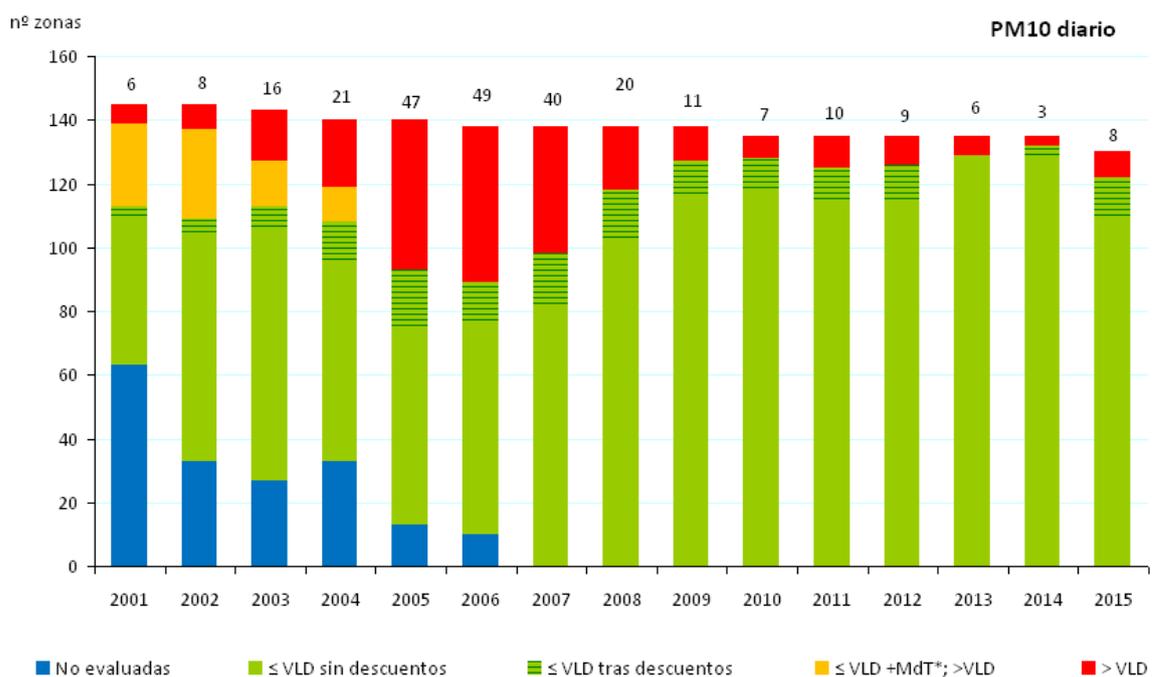


Figura 4.17. Evolución del cumplimiento a nivel de zonas de los valores legislados de PM2,5 desde 2009 (valor objetivo anual) hasta 2015 (entrada en vigor del valor límite anual).

Respecto a las partículas PM10, en 2015 empeora ligeramente la situación en lo que se refiere al número de superaciones tanto del valor límite anual como del valor límite diario, ya que una vez descontado el aporte natural de partículas saharianas, las primeras ascienden a dos (frente a solo una el año pasado), y las segundas a ocho (frente a tres en 2014), después de varios años de mejora desde 2012 (Figura 4.18).



(\*) El MdT dejó de aplicarse el 01/01/2005



(\*) El MdT dejó de aplicarse el 01/01/2005

Figura 4.18. Evolución del cumplimiento a nivel de zonas de los valores legislados de PM10 desde 2001 hasta 2015.

#### 4.3.2.2. Concentración mensual de los niveles de PM10 y PM2,5 en 2015

Para estudiar la distribución mensual de los niveles de PM10 en 2015, en la Figura 4.19 se muestra la evolución de medias mensuales de todas las estaciones que han participado en su evaluación, clasificadas por tipo de área. La Figura 4.20 es equivalente, pero para las PM2,5.

En la evolución de los niveles de partículas se observa una correlación entre los valores de PM10 y PM2,5. Es difícil establecer patrones de evolución típicos durante el año, debido a que las estaciones están influidas por múltiples fuentes de emisión, que pueden ser de origen antrópico (tráfico, industria, construcción-demolición...) o de origen natural (episodios de polvo del Sáhara) y, además, hay que tener en cuenta el efecto de la meteorología (las precipitaciones provocan el lavado de la atmósfera y el régimen de vientos a su vez influye en el aporte natural; la radiación solar estival también favorece la formación de partículas secundarias). Sin embargo, en 2015 es posible evidenciar una tendencia a incrementar los niveles en los meses de primavera, con un máximo en marzo, y posteriormente en invierno, época en la que los niveles más altos se han registrado en diciembre.

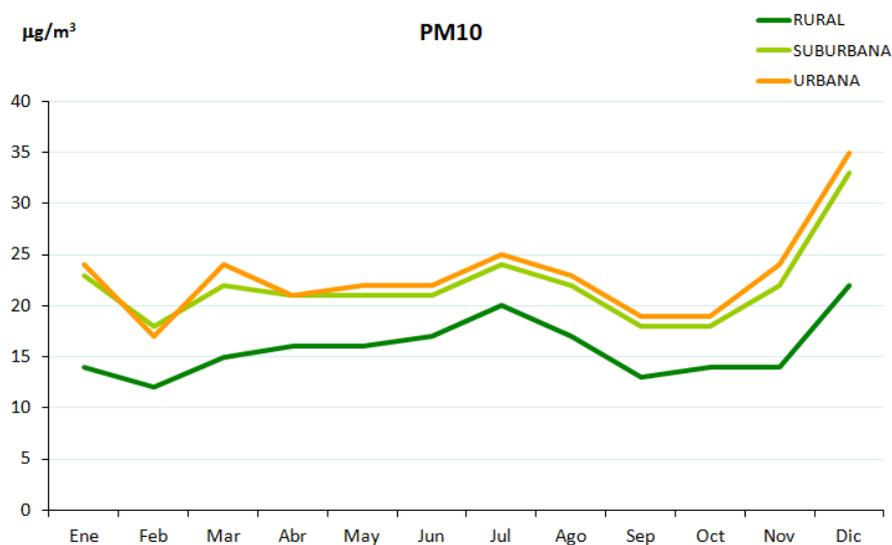


Figura 4.19. Evolución de las medias mensuales de PM10 en 2015 por tipo de área.

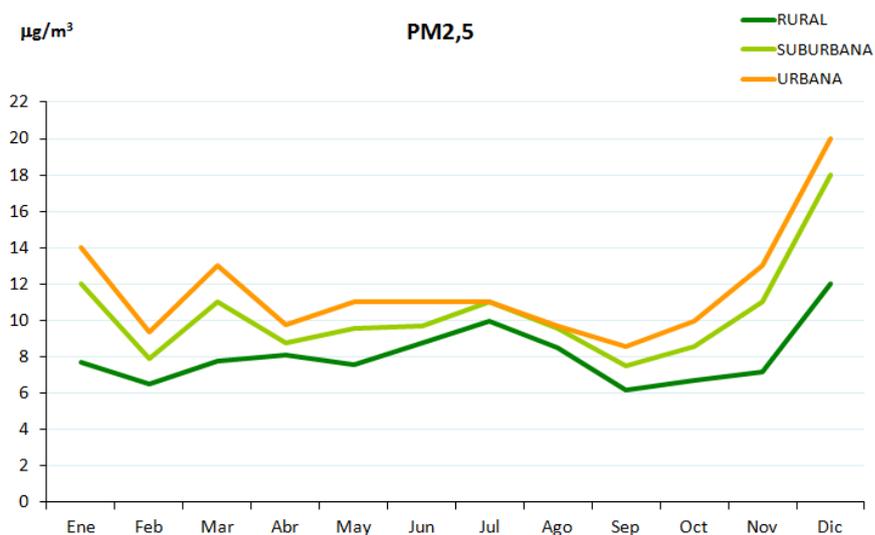


Figura 4.20. Evolución de las medias mensuales de PM2,5 en 2014 por tipo de área.

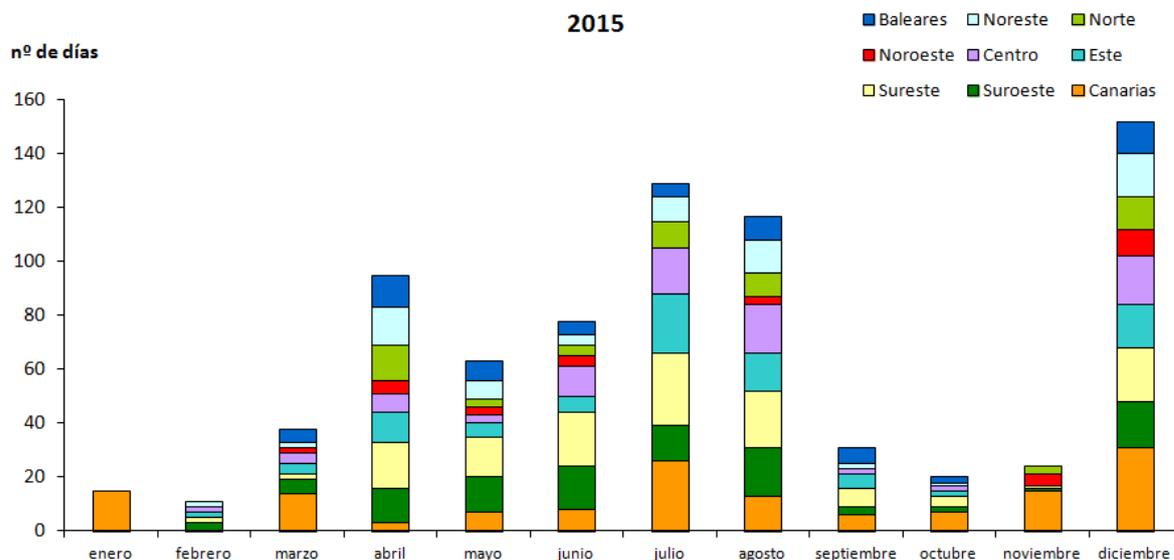


Figura 4.21. Distribución mensual del número de días con episodios africanos según las diferentes regiones consideradas en 2015<sup>2</sup>.

Las regiones mencionadas son las que se reflejan gráficamente en la Figura 4.22.



Figura 4.22. Regiones consideradas en relación con los episodios naturales de partículas 2015.

Se corresponden con las zonas definidas en el informe “Episodios Naturales de Partículas 2015”, que se elabora como resultado del convenio de colaboración para el estudio y evaluación de la contaminación atmosférica por material particulado en España entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (en la actualidad Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y

<sup>2</sup> Fuente: “Episodios Naturales de Partículas 2015”. MAGRAMA / CSIC / AEMET (Abril 2016)

Medio Ambiente), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Agencia Estatal de Meteorología<sup>3</sup>.

La Figura 4.23 muestra que la contribución de las fuentes naturales en 2015 ha sido especialmente significativa en zonas como Canarias, Andalucía, Murcia y Castilla-La Mancha.

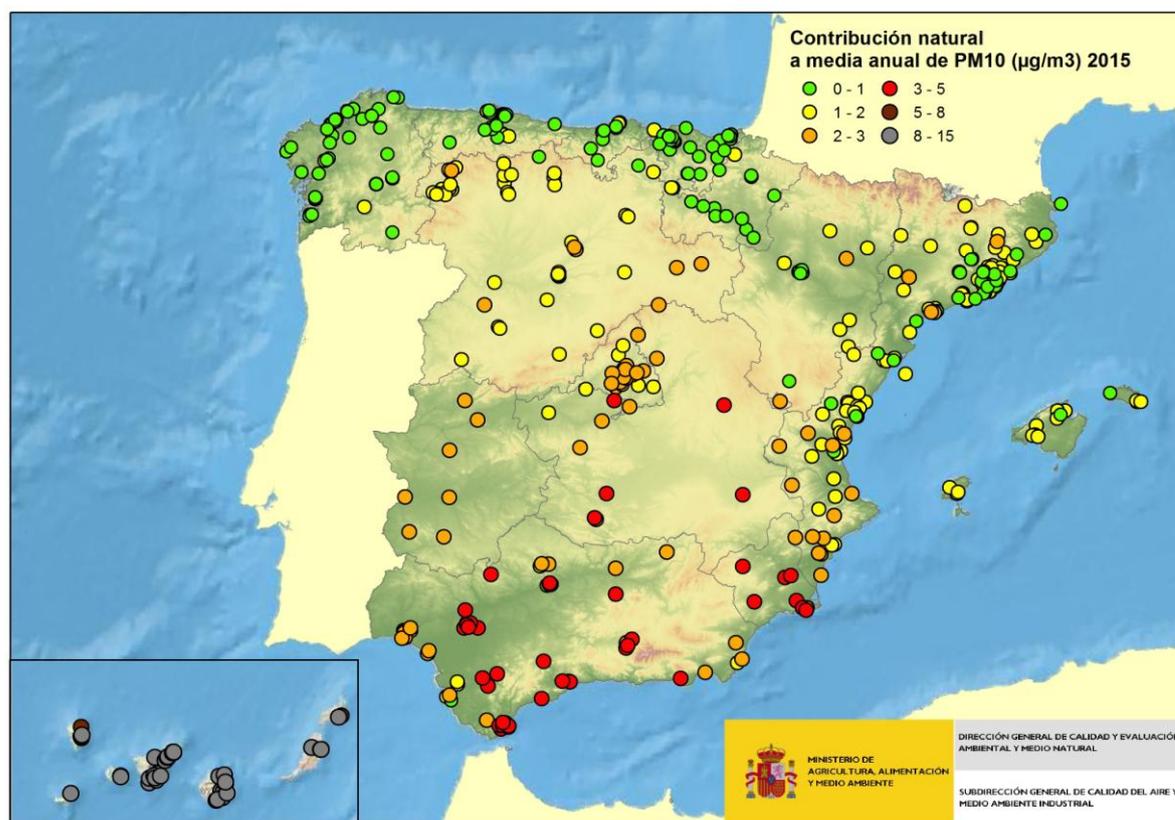


Figura 4.23. Aporte natural a la media anual de PM10 en 2015.

#### 4.3.2.3. Análisis de las partículas PM10 por tipo de área y tipo de estación en 2015

En la Figura 4.24 se muestra la distribución de las medias anuales (gráfico izquierdo) y la distribución del Percentil 90,4 (gráfico derecho) de PM10 agrupada por tipo de área.

Sin considerar el descuento del aporte natural de partículas saharianas, se observa que de las 475 estaciones que se emplearon en 2015 para evaluar PM10, tres estaciones (una de tipo urbano, una de tipo suburbano y otra rural) superaron el VLA, mientras que 36 estaciones superaron el VLD (de las cuales tres eran rurales, once suburbanas y 22 urbanas).

El 84,42% de las estaciones se encuentran por debajo del UES, en lo que se refiere al VLA, mientras que este porcentaje disminuye hasta el 54,74% por debajo del UES si lo que se considera es el Percentil 90,4 (el VLD es más exigente que el VLA).

También en lo que se refiere al VLA, el 44,63% de las estaciones utilizadas se encuentran por debajo del UEI, y por tanto también por debajo del valor guía de la OMS para este contaminante, que coincide con él ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Del total de estaciones que superaron dicho valor guía, en torno al 37% eran de tipo rural, y otro 34%, de tipo urbano.

<sup>3</sup> [http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/episodiosnaturales2015\\_tcm7-418286.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/episodiosnaturales2015_tcm7-418286.pdf)

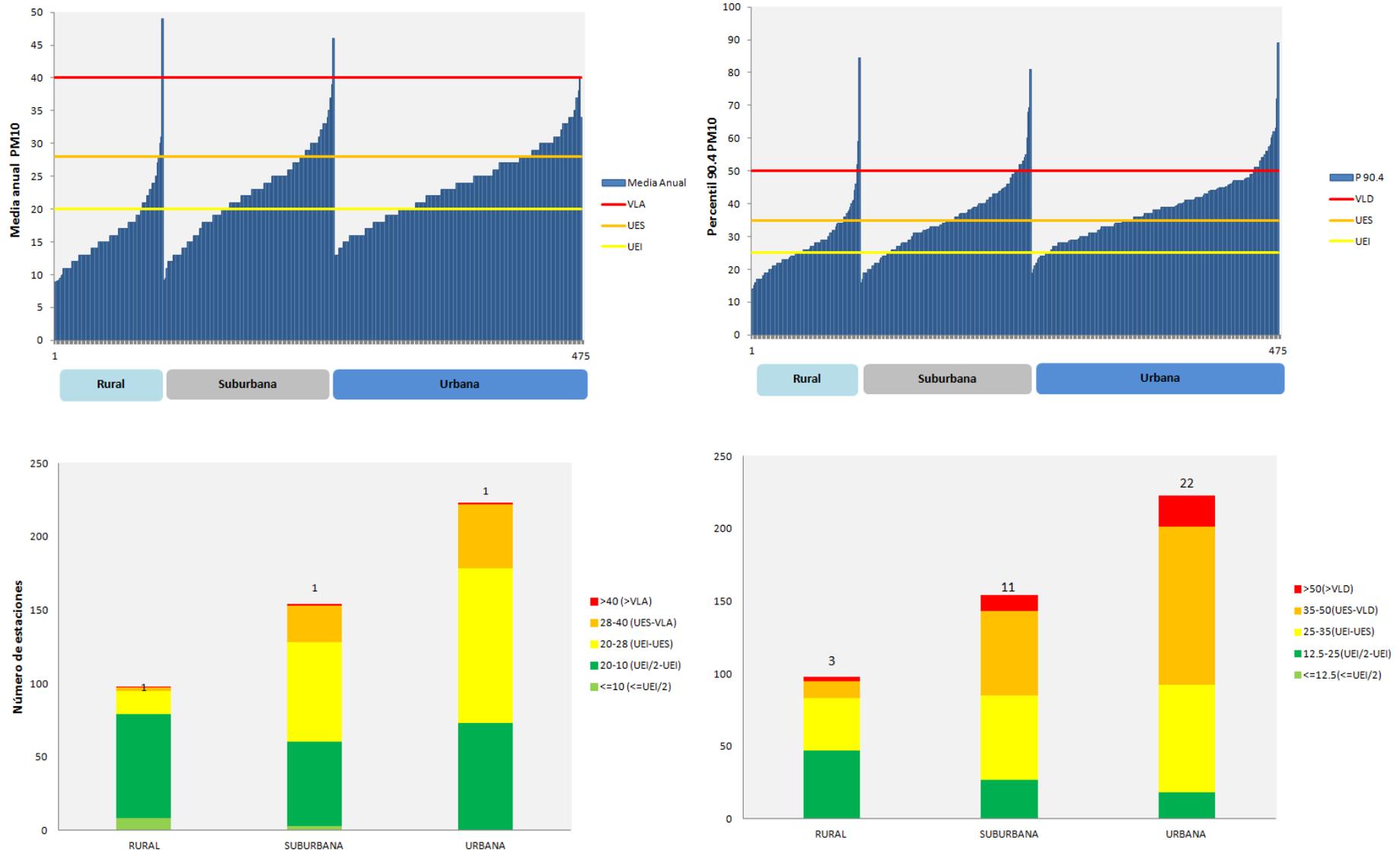


Figura 4.24. Distribución de las medias anuales y del Percentil 90,4 de PM10 y cumplimiento de los niveles legislados (2015)

La Figura 4.25 permite analizar el grado de cumplimiento de las estaciones utilizadas para evaluar PM10 en 2015, a través de la representación de la distribución de las medias anuales de las estaciones que evalúan PM10 respecto al valor límite anual ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en dicho año por tipo de estación. Es conveniente señalar que todos los valores que se representan gráficamente tienen en cuenta los valores de partículas medidos, sin descontar las partículas de origen natural.

Se observa que las estaciones de tráfico y las industriales presentan niveles más altos que las estaciones de fondo, y que las dos únicas superaciones del valor límite anual en 2015 se han producido en estaciones de tipo industrial.

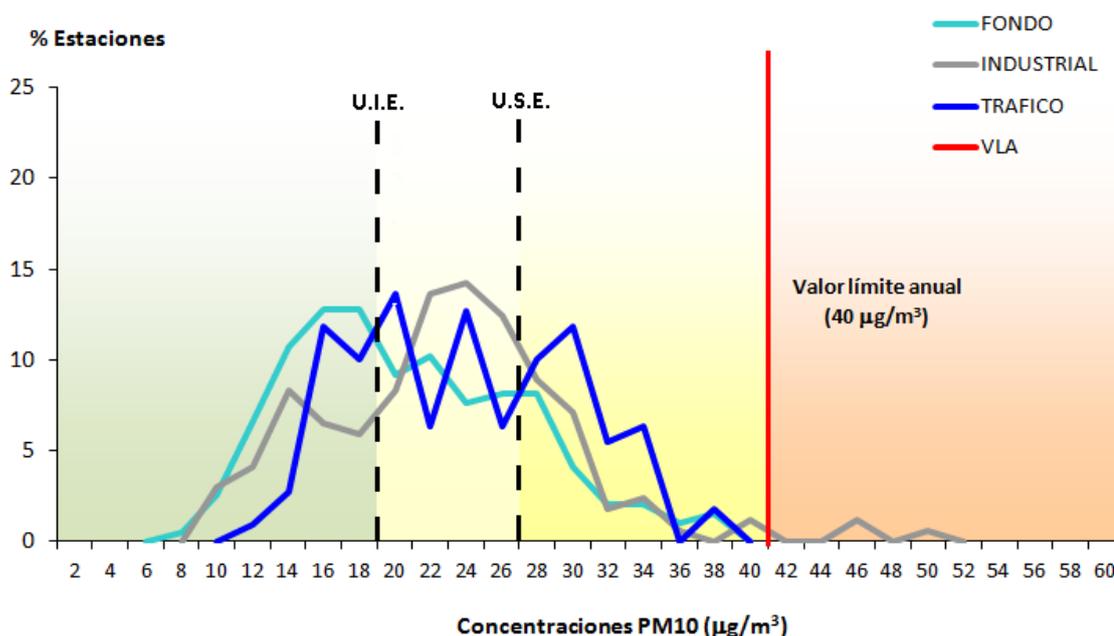


Figura 4.25. Distribución de los niveles de PM10 en relación con los valores legislados (VLA) por tipo de estación (2015).

#### 4.3.2.4. Análisis de las partículas PM2,5 por tipo de área y tipo de estación en 2015

De forma similar a como ya se ha visto para las PM10, la Figura 4.26 permite analizar el grado de cumplimiento de las estaciones utilizadas para evaluar PM2,5 en 2015, a través de la representación de la distribución de las medias anuales de las estaciones que evalúan este contaminante respecto al valor límite anual, agrupadas por tipo de área.

Se observa que de las 243 estaciones que se emplearon para evaluar PM2,5 en 2015, tres superan el nuevo VL y otras 23 (19 de ellas urbanas y otras 4 suburbanas) se sitúan por encima del UES.

En 2020 entrará en vigor un valor límite para este contaminante de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En la actualidad, seis estaciones alcanzan dicho valor, y otras siete lo superan; la mayor parte de ellas de ellas de tipo urbano.

Por otra parte, la OMS establece un valor guía (media anual) para este contaminante de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De todas las estaciones utilizadas para evaluar PM2,5 en 2015, el 55,14% se encuentra por debajo de dicho valor. Del 44,86% restante que superan el valor guía de la OMS, el 56,79% son estaciones de tipo urbano.

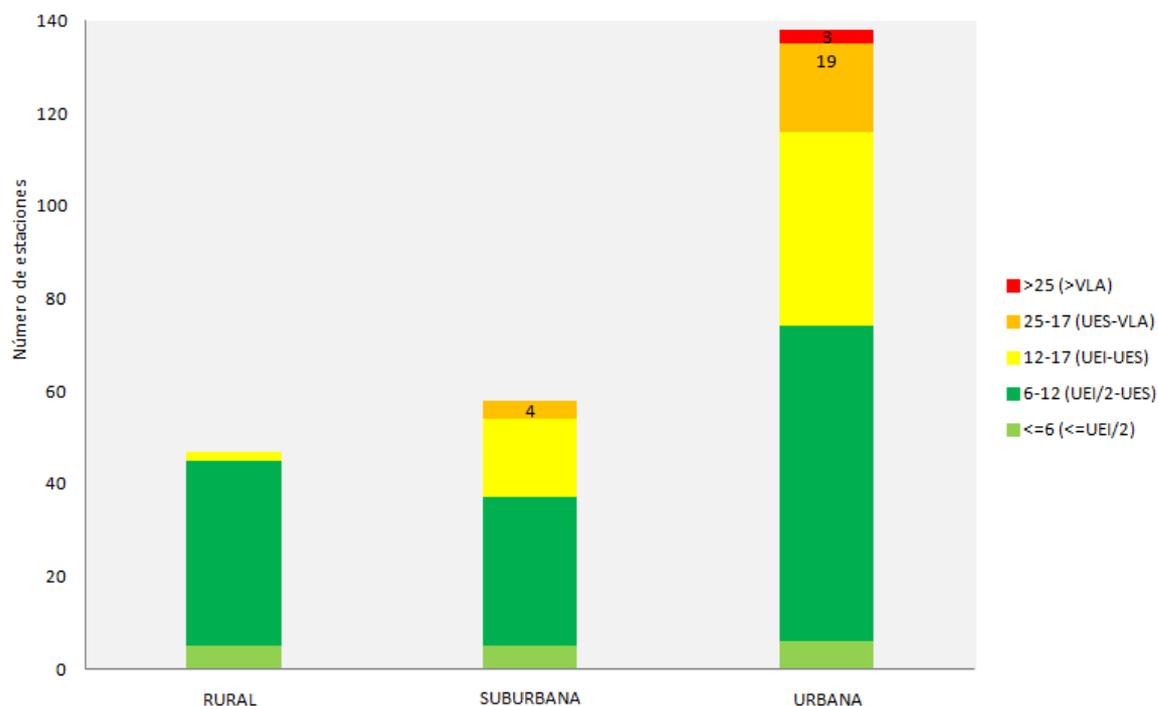
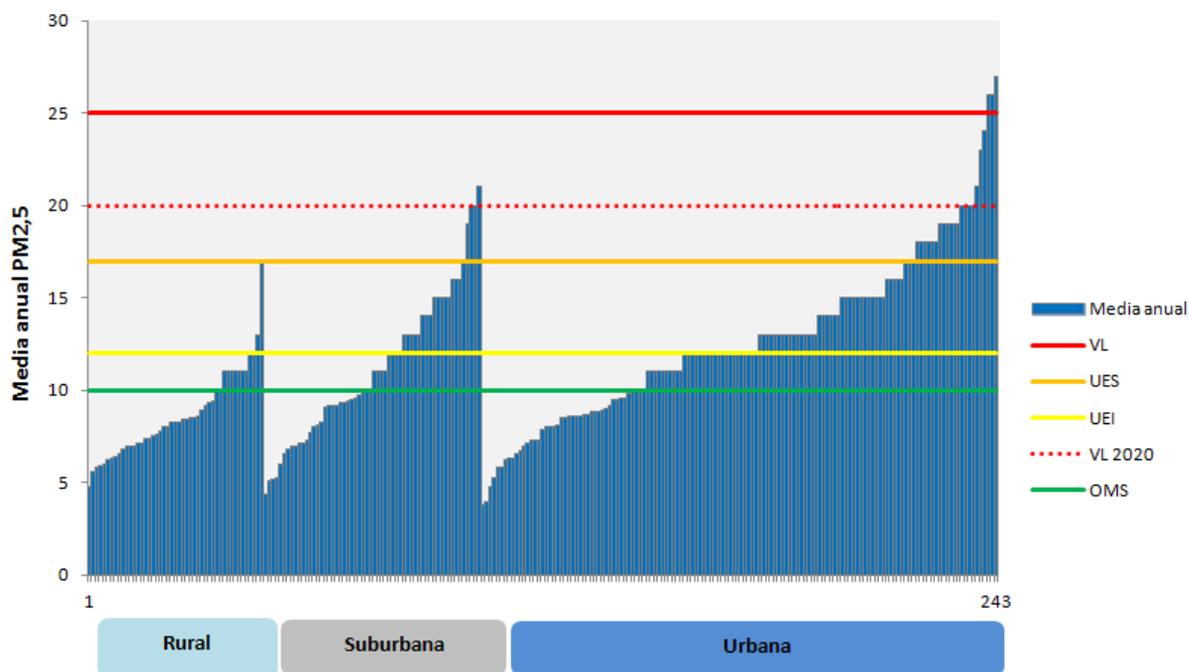


Figura 4.26. Distribución de las medias anuales PM2,5 y cumplimiento de los niveles legislados y de los valores guía de la OMS (2015)

#### 4.3.2.5. Indicador Medio de Exposición (IME)

El IME es un indicador de la exposición de la población a partículas PM2,5, que se define como el nivel medio, determinado a partir de las mediciones efectuadas en ubicaciones de fondo urbano de todo el territorio nacional, que refleja la exposición de la población; se emplea para calcular el

objetivo nacional de reducción de la exposición y la obligación en materia de concentración de la exposición; se evalúa como concentración media móvil trienal, ponderada con la población en todos los puntos de muestreo establecidos a tal fin.

El Indicador Medio de Exposición (IME) de 2015, calculado como media trienal de los indicadores anuales de 2013, 2014 y 2015, presenta un valor de 12,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ello supone una reducción del 8,5% respecto al IME 2011 de referencia (el año en el que se calculó por vez primera). El objetivo nacional de reducción a cumplir en el año 2020 es del 15% (respecto a dicho IME de 2011).

Las estaciones utilizadas en el cálculo del IME en el año 2015 son las recogidas en la Figura 4.27, que además muestra mediante un código de colores la clasificación de dicha estación respecto al valor límite anual y los correspondientes umbrales superior e inferior de evaluación.



Figura 4.27. Estaciones utilizadas en el cálculo del IME en 2015.

La Tabla 4.9 resume los resultados del cálculo del IME trienal desde el año 2011:

Tabla 4.9. IME trienal 2011 a 2015.

Indicador anual de exposición	Nivel	Periodo
Indicador anual de exposición 2009	15,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural 2009
Indicador anual de exposición 2010	13,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural 2010
Indicador anual de exposición 2011	13,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural 2011
Indicador anual de exposición 2012	13,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural 2012
Indicador anual de exposición 2013	11,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural 2013
Indicador anual de exposición 2014	11,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural 2014
Indicador anual de exposición 2015	14,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Año natural 2015

Indicador medio de la exposición (IME)	Nivel	Periodo
Indicador medio de exposición 2011	14,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2009-2010-2011
Indicador medio de exposición 2012	13,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2010-2011-2012
Indicador medio de exposición 2013	13,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2011-2012-2013
Indicador medio de exposición 2014	12,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2012-2013-2014
Indicador medio de exposición 2015	12,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2013-2014-2015

En 2015, el IME trienal 2013-2015 (la concentración media de los años 2013, 2014 y 2015) ha sido de 12,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , lo que supone que en 2015 se ha logrado una disminución del 8,5%, inferior a la obtenida en 2014 (que fue del 12,8%).

En 2015 el valor del IME debe cumplir la obligación en materia de exposición a la población de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , objetivo que de momento ya se ha cumplido puesto que el IME trienal 2013-2015 ha sido de 12,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Todo ello se representa de forma resumida en la Figura 4.28.

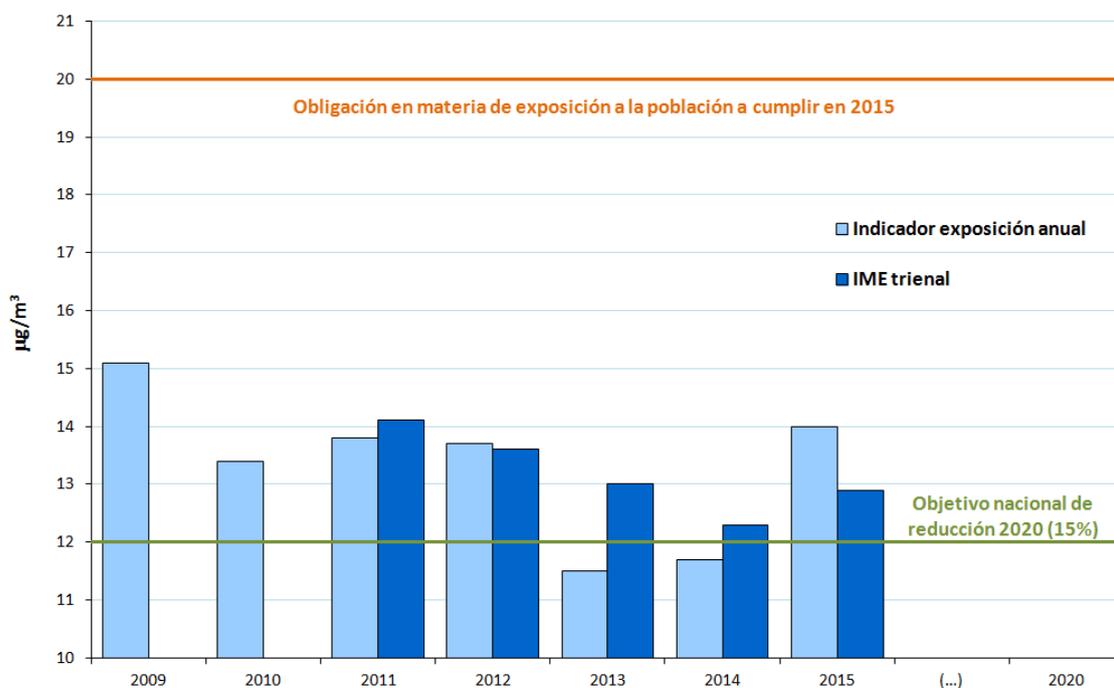


Figura 4.28. Indicadores anuales de exposición 2009-2015, IME 2011 a 2015 y objetivo nacional de reducción 2020.

#### 4.3.3 Evolución 2001-2015 de las partículas PM10

En este apartado se muestra la evolución de las partículas PM10 a lo largo de los años 2001-2015. La Figura 4.29 muestra la distribución de las medias anuales de las estaciones participantes en la evaluación de las PM10 a lo largo del periodo 2001-2015, en la que las cajas vienen definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de las medias anuales. En el gráfico también se recoge el valor guía de la OMS para PM10 (media anual), establecido en 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

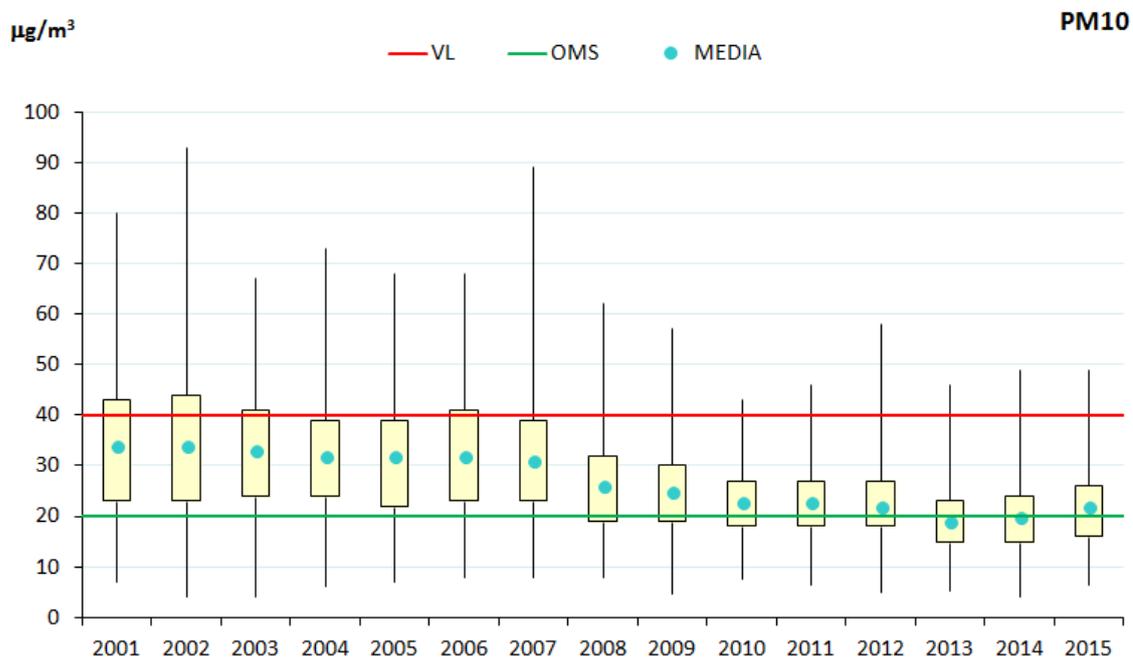


Figura 4.29. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de PM10 2001-2015.

A su vez, la Figura 4.30 representa la evolución de las medias anuales de las estaciones, agrupadas por tipo de estación y de área.

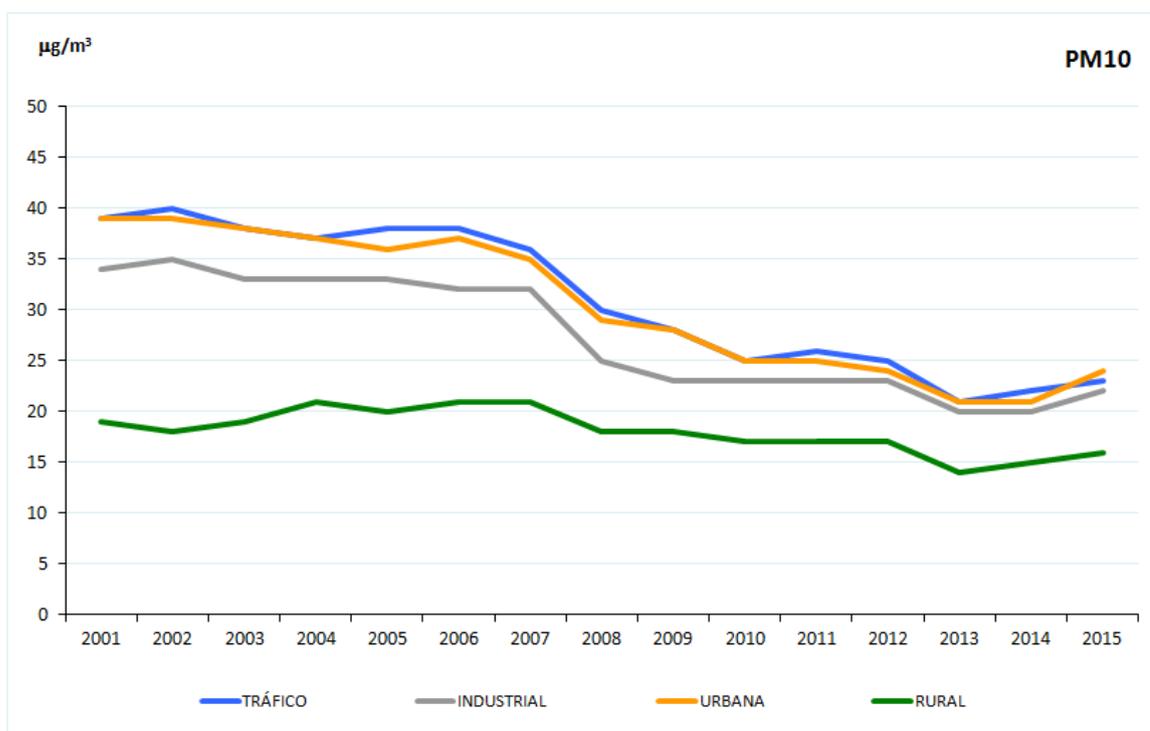


Figura 4.30. Evolución de las medias anuales de PM10 (2001-2015) por tipo de estación y área.

En ambos gráficos se confirma el incremento apenas apuntado el año anterior, y ya más marcado en 2015 (sobre todo en las urbanas, que son en comparación las que más aumentan), si bien el máximo se ha mantenido invariado.

#### 4.3.4 Evolución 2008-2015 de las partículas PM2,5

La Figura 4.31 muestra la distribución de las medias anuales de las estaciones participantes en la evaluación de las PM2,5 a lo largo del periodo 2008-2015, en la que las cajas vienen definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de las medias anuales. La figura también muestra el valor guía de la OMS para este contaminante (media anual), establecido en 10 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A su vez, la Figura 4.32 representa la evolución de las medias anuales de las estaciones, agrupadas por tipo de estación y de área.

En ellas se aprecia que los niveles de PM2,5 han permanecido relativamente constantes a lo largo del periodo considerado hasta el año 2015, pero el máximo se ha elevado bastante en 2015, marcando la superación ya comentada en anteriores apartados. En lo que respecta a la distribución de los niveles por tipo de área, se aprecia que en 2015 de nuevo los valores más altos se dan en estaciones de tráfico y resto de urbanas, seguidas por las industriales. Los niveles medios se incrementan en todos los tipos de estaciones considerados, si bien es en las rurales donde menos aumentan.

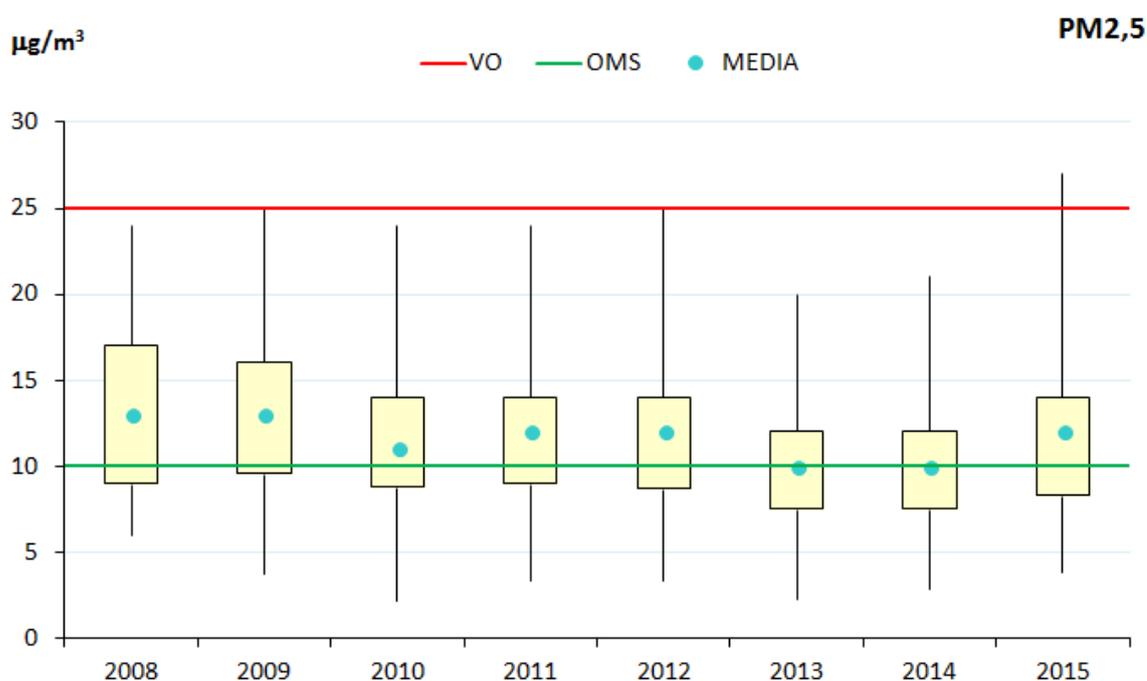


Figura 4.31. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de PM2,5 2008-2015.

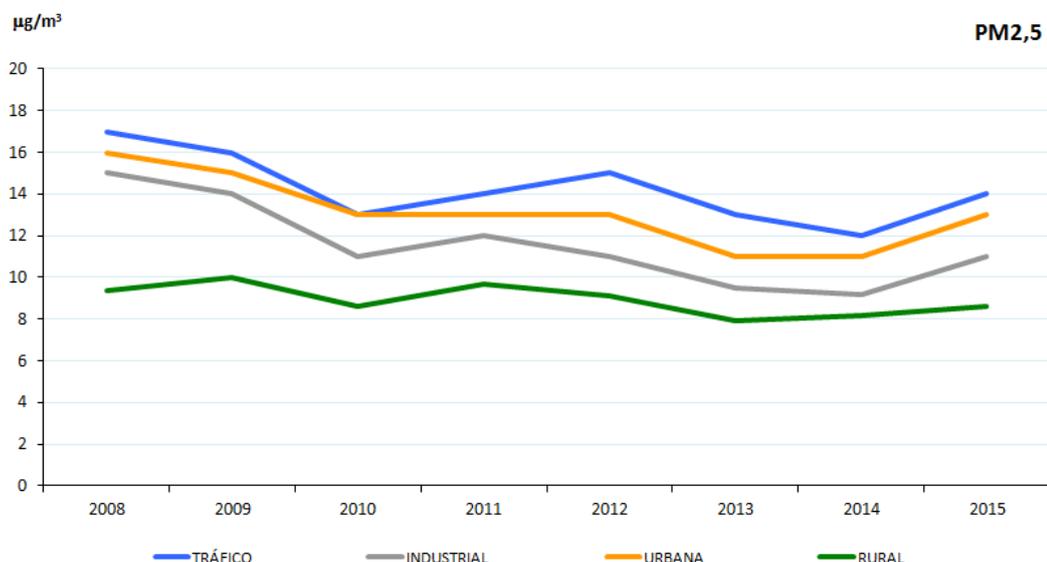


Figura 4.32. Evolución de las medias anuales de PM2,5 (2008-2015) por tipo de estación y área.

#### 4.4 Ozono (O<sub>3</sub>)

##### 4.4.1 Valores legislados para O<sub>3</sub>

Los objetivos de calidad del aire fijados por la legislación vigente para el contaminante O<sub>3</sub> son los recogidos en la Tabla 4.10:

Tabla 4.10. Valores legislados (O<sub>3</sub>).

Valores objetivo	Nivel	Periodo
Valor objetivo para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: año 2010)	120 µg/m <sup>3</sup>	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias <sup>4</sup> . No debe superarse en más de 25 ocasiones de promedio en un periodo tres años
Valor objetivo para la <b>protección de la vegetación</b> (fecha de cumplimiento: año 2010)	AOT40 <sup>5</sup> = 18.000 µg/m <sup>3</sup> ·h	Valor acumulado de mayo a julio de promedio en un periodo de 5 años
Objetivos a largo plazo	Nivel	Periodo
Objetivo a largo plazo para la <b>protección de la salud humana</b>	120 µg/m <sup>3</sup>	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias <sup>4</sup> dentro de un año civil
Objetivo a largo plazo para la <b>protección de la vegetación</b>	AOT40 <sup>5</sup> = 6.000 µg/m <sup>3</sup> ·h	Valor acumulado de mayo a julio
Tipos de umbrales	Parámetro	Valor del umbral
Umbral de información	Promedio horario	180 µg/m <sup>3</sup>
Umbral de alerta	Promedio horario <sup>6</sup>	240 µg/m <sup>3</sup>

<sup>4</sup> La concentración máxima diaria de las medias móviles octohorarias se determina examinando las medias octohorarias móviles, calculadas a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada media octohoraria así calculada se asigna al día en que termina el periodo, es decir, el primer periodo de cálculo para un día cualquiera será el comprendido entre las 17:00 h. del día anterior y la 1:00 h. de dicho día; el último periodo de cálculo para un día cualquiera será el comprendido entre las 16:00 h. y las 24:00 h. de dicho día.

<sup>5</sup> AOT40 [expresado en (µg/m<sup>3</sup>)·h] es la suma de las diferencias entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m<sup>3</sup> (=40 partes por mil millones) y 80 µg/m<sup>3</sup> a lo largo de un periodo dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 h. y las 20:00 h., Hora de Europa Central (HEC), cada día.

<sup>6</sup> A efectos de la aplicación del artículo 25 del RD 102/2011 en relación con la elaboración de Planes de Acción a corto plazo, la superación del umbral se debe medir o prever durante tres horas consecutivas.

También cabe mencionar el valor guía de la OMS (2006), aunque no se trate de un valor legislado, porque es un objetivo a perseguir:

Tabla 4.11. Comparación entre los valores legislados y los valores guía de la OMS (O<sub>3</sub>).

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
O <sub>3</sub> (máximo diario 8h)	120 µg/m <sup>3</sup> ( > 25 veces en promedio 3 años)	100 µg/m <sup>3</sup>

#### 4.4.2 Análisis de los niveles del O<sub>3</sub> (2015)

##### 4.4.2.1. Resumen de la evaluación del O<sub>3</sub> 2015

El ozono troposférico (O<sub>3</sub>) vuelve a mostrar en 2015 niveles elevados en zonas suburbanas o rurales, debido a la alta insolación y a que se mantienen los niveles de emisión de sus precursores (NOx y compuestos orgánicos volátiles). La situación de cumplimiento de legislación es similar a la de años anteriores, con cierto empeoramiento en el número de zonas que superan el valor objetivo para protección de la salud respecto al año anterior (46, frente a las 44 de 2014), pero pese a ello más favorable que la registrada en 2011 y 2012 (51 superaciones), como se observa en la Figura 4.33.

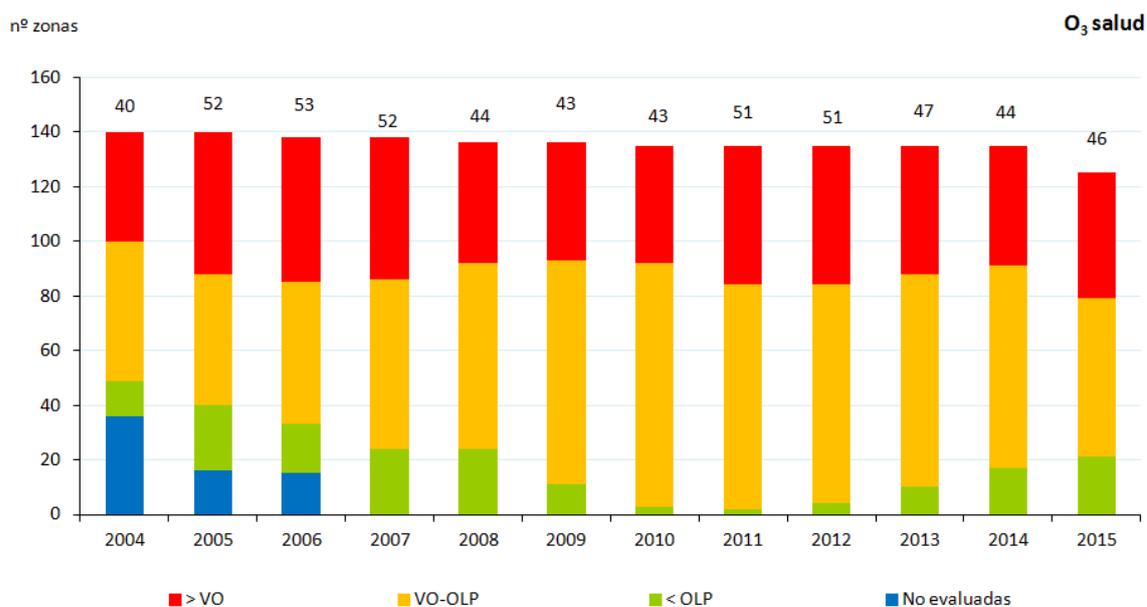


Figura 4.33. Evolución del cumplimiento a nivel de zonas de los valores legislados para protección de la salud de O<sub>3</sub> desde 2001 hasta 2015.

##### 4.4.2.2. Concentración mensual de los niveles de O<sub>3</sub> en 2015

Para estudiar la distribución mensual de los niveles de O<sub>3</sub> en 2015, en la Figura 4.34 se muestra la evolución de medias mensuales (a partir de datos máximos diarios horarios) de todas las estaciones que han participado en su evaluación, clasificadas por tipo de área.

En 2015 vuelve a aparecer la típica geometría convexa, que se caracteriza por tener valores estivales más altos, independientemente del área de que se trate. Estos valores son más altos en las áreas rurales y menores en áreas urbanas, donde la concentración de ozono disminuye como consecuencia de la mayor emisión de monóxido de nitrógeno.

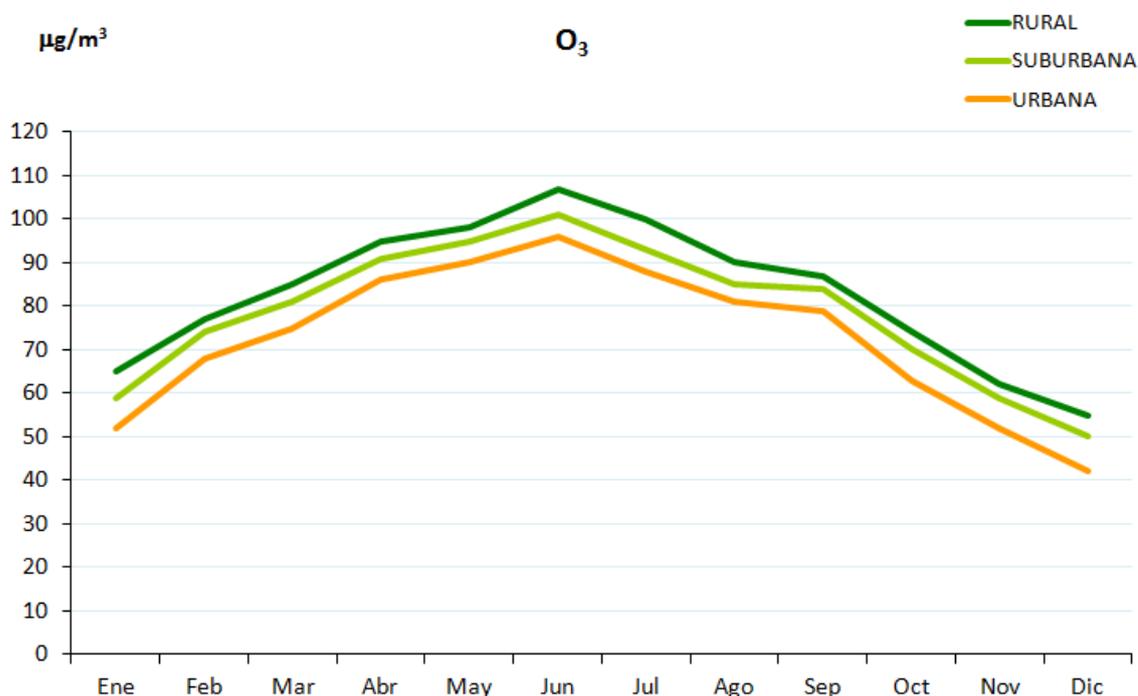


Figura 4.34. Evolución de las medias mensuales de máximos diarios octohorarios de O<sub>3</sub> en 2015 por tipo de área.

#### 4.4.2.3. Análisis del O<sub>3</sub> por tipo de área en 2015

La Figura 4.35 permite analizar el grado de cumplimiento de las estaciones utilizadas para evaluar O<sub>3</sub> en 2015.

En la gráfica superior se representa la distribución del percentil 93,2 calculado a partir de máximos diarios octohorarios del año 2015, de las estaciones agrupadas por tipo de área que evalúan O<sub>3</sub> respecto al valor de referencia de 120 µg/m<sup>3</sup>. La gráfica inferior indica el número de estaciones que cumple con el VO para la salud, es decir, considerando la media de los últimos tres años (promedio 2013, 2014, 2015) y el objetivo a largo plazo considerando únicamente las superaciones de 120 en el 2015.

Como se observa, en 2015 la línea que marca el valor de 120 µg/m<sup>3</sup> se sigue superando con cierta frecuencia, sobre todo en estaciones rurales y suburbanas, mientras que los valores más bajos se registran en estaciones urbanas.

De las 395 estaciones que se emplearon en la evaluación este año, 201 se encuentran entre el objetivo a largo plazo y el VO para la salud, y otras 90 superan éste último, de las cuales a su vez el 38,9% se corresponden con estaciones de tipo rural. En concreto, únicamente 6 estaciones rurales (de un total de 105) cumplen con el valor objetivo a largo plazo.

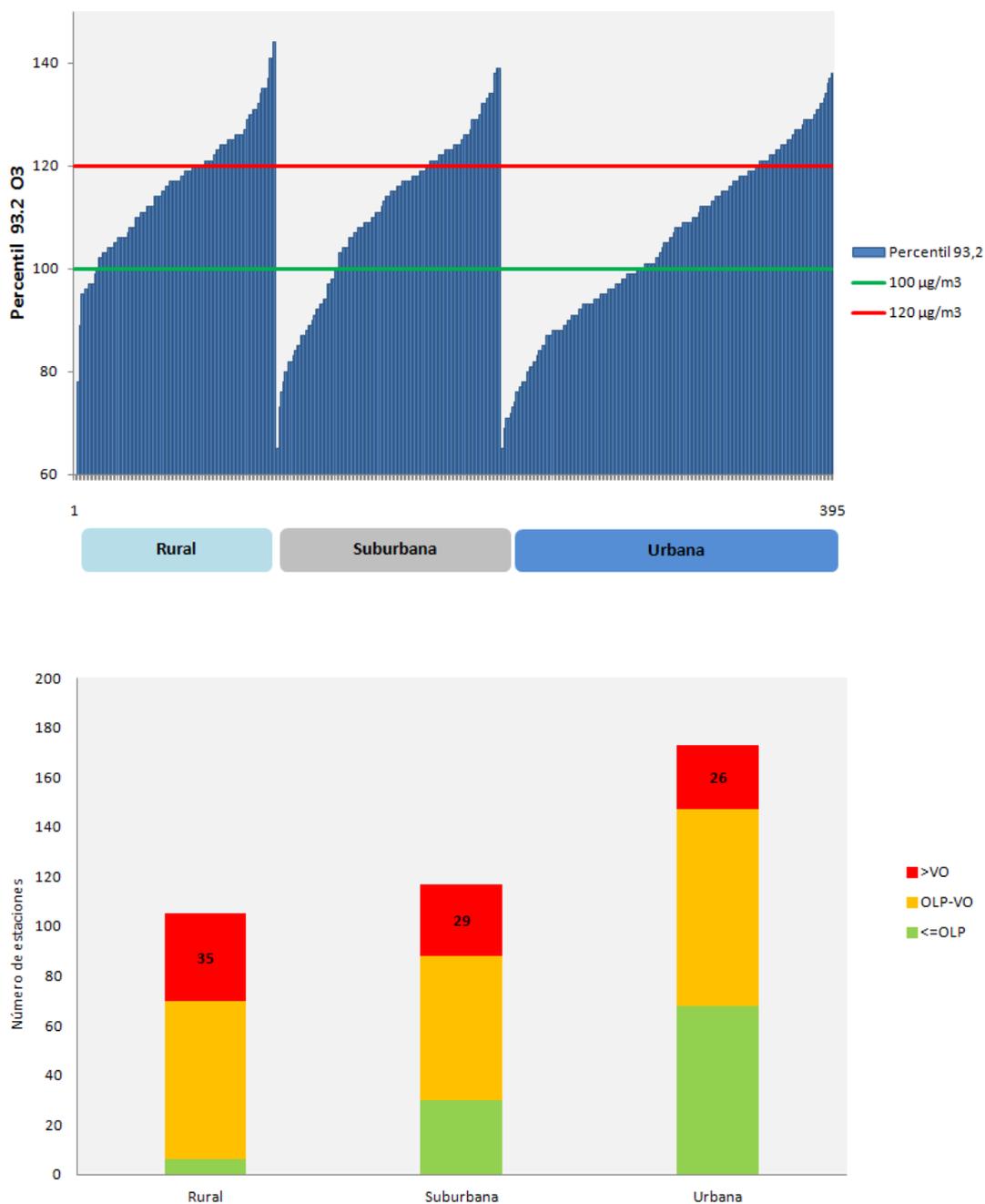


Figura 4.35. Distribución del Percentil 93.2 de O<sub>3</sub> y cumplimiento del VO y OLP protección salud (2015)

#### 4.4.2.4. Umbrales de información y alerta del O<sub>3</sub>

Las Figuras 4.36 y 4.37 muestran el número de días con superación del umbral de información de O<sub>3</sub> registrados en España en el periodo de verano (de abril a septiembre) en 2015 y 2016 respectivamente. Comparando ambas figuras se observa que en general en España ha disminuido el nº de días de superación del umbral de información en 2016 respecto a 2015, y que el mayor número de superaciones se concentran en Madrid, Cataluña y Galicia.

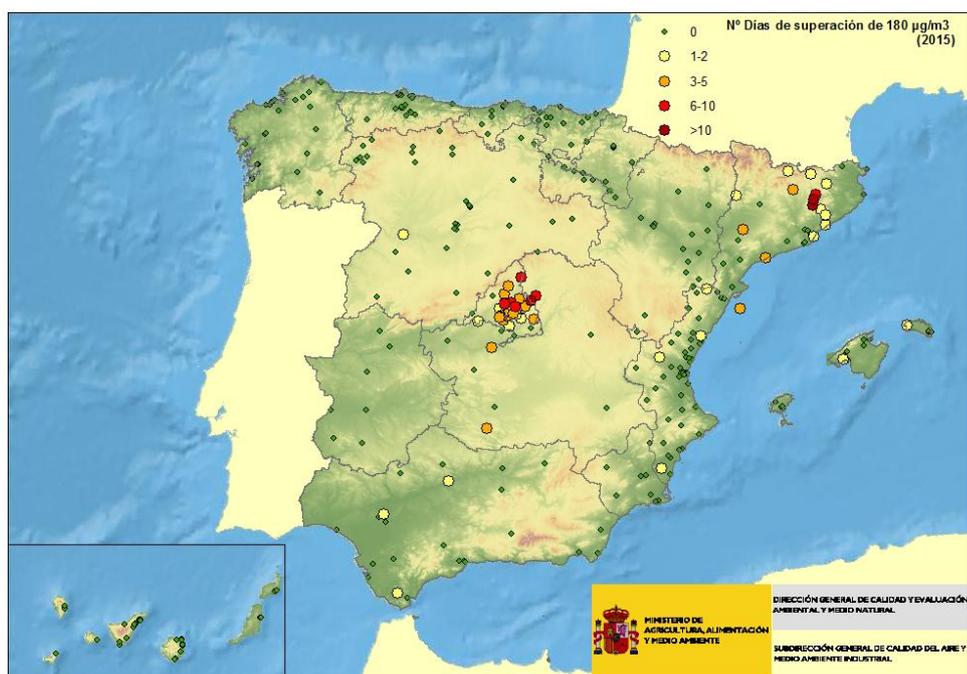


Figura 4.36. Días de superación del umbral de información de O<sub>3</sub> en el periodo abr-sept 2015.



Figura 4.37. Días de superación del umbral de información de O<sub>3</sub> en el periodo abr-sept 2016.

La evolución de las superaciones de los umbrales de información y alerta de O<sub>3</sub> producidas a lo largo del periodo 2008-2016 se recogen gráficamente en la Figura 4.38.

En ella se aprecia que, respecto a los años anteriores, en 2016 ha vuelto a descender tanto el número de días como de horas, hasta niveles similares a los registrados en 2014, 2012 o 2011. Tampoco en 2016 se han producido superaciones del umbral de alerta, situación que se mantiene desde 2013, por cuarto año consecutivo.

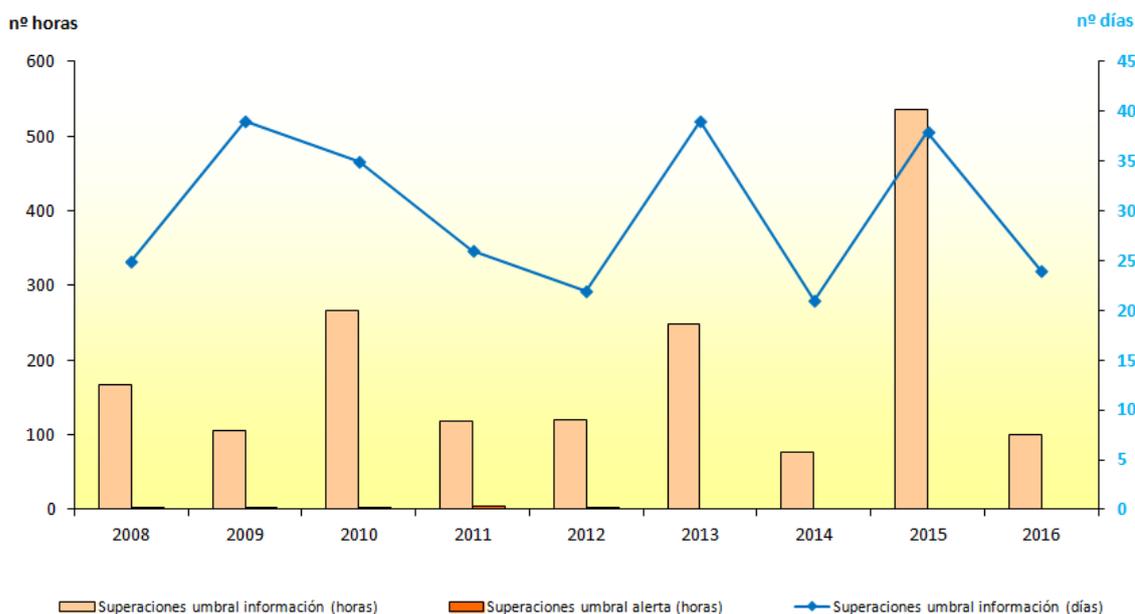


Figura 4.38. Superación de los umbrales de información y alerta del O<sub>3</sub> en el periodo 2008-2016.

Para concretar más, la Figura 4.39 se centra en las superaciones del período estival, el más sensible para este contaminante. En ella se observa la disminución en 2016 respecto a los valores registrados en 2015; las horas totales del periodo de verano anual son apenas ligeramente superiores a las de 2014 y, por meses, el mayor número de superaciones vuelve a tener lugar en el mes de julio, con niveles similares a los registrados en 2009.

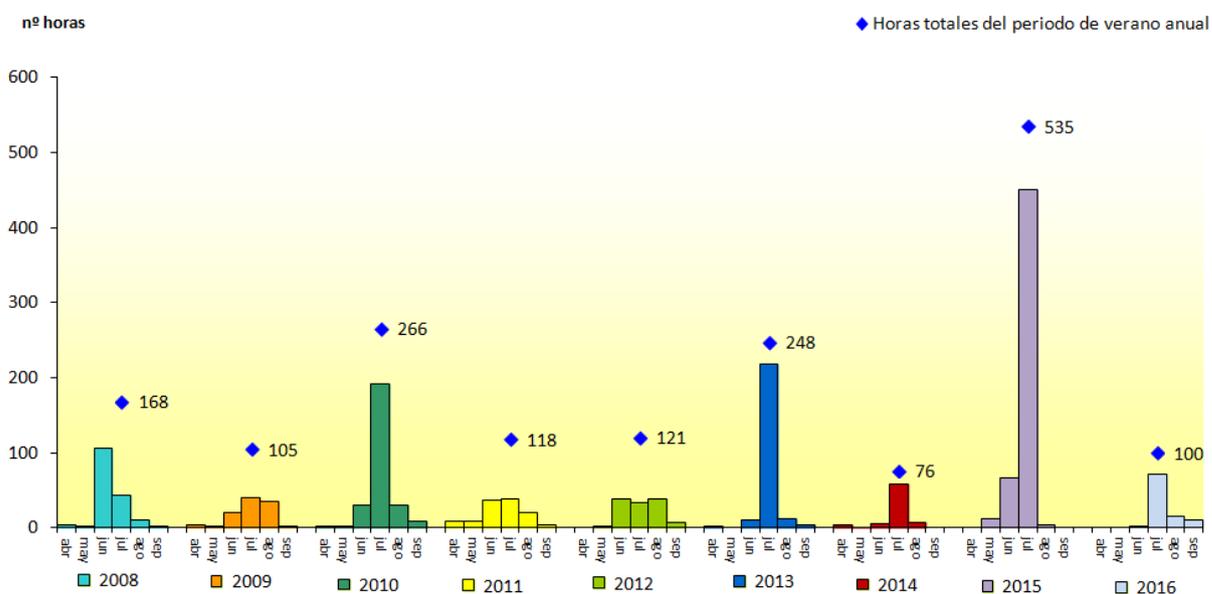


Figura 4.39. Superación del umbral de información del O<sub>3</sub> durante abr-sept en el periodo 2008-2016.

#### 4.4.3 Evolución 2001-2015 del O<sub>3</sub>

En este apartado se muestra la evolución del O<sub>3</sub> a lo largo de los años 2001-2015. La Figura 4.40 muestra la distribución de los Percentiles 93,2 de los máximos diarios octohorarios de las estaciones participantes en la evaluación del O<sub>3</sub> a lo largo del periodo 2001-2015, en la que las cajas vienen

definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de los percentiles 93,2. La figura también muestra el valor guía de la OMS para este contaminante (máximo diario octohorario), establecido en 100 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

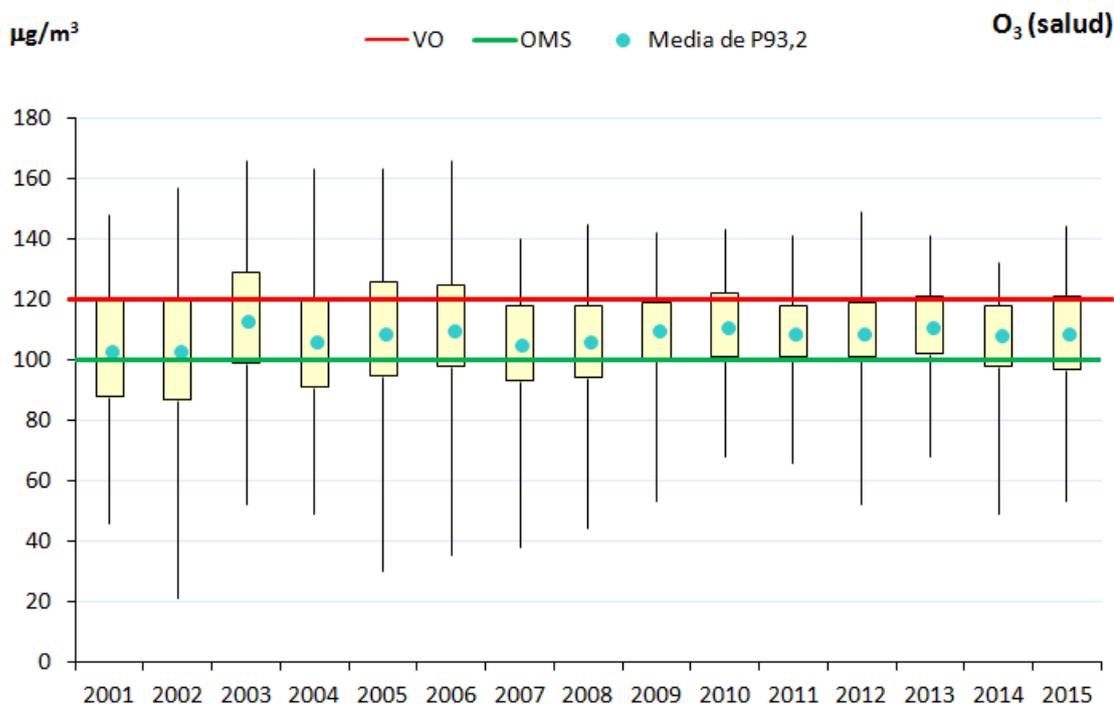


Figura 4.40. Diagrama de caja y bigotes del percentil 93,2 (de los máx diario 8h) de  $\text{O}_3$  2001-2015.

A su vez, la Figura 4.41 representa la evolución de las medias anuales del valor del percentil 93,2 (de máximos diarios octohorarios) de las estaciones que han participado en la evaluación de  $\text{O}_3$  entre 2001 y 2015, agrupadas por tipo de estación y de área. Se observa un aumento en 2015 de los niveles en todos los tipos de estaciones, pero más acusado en las rurales.

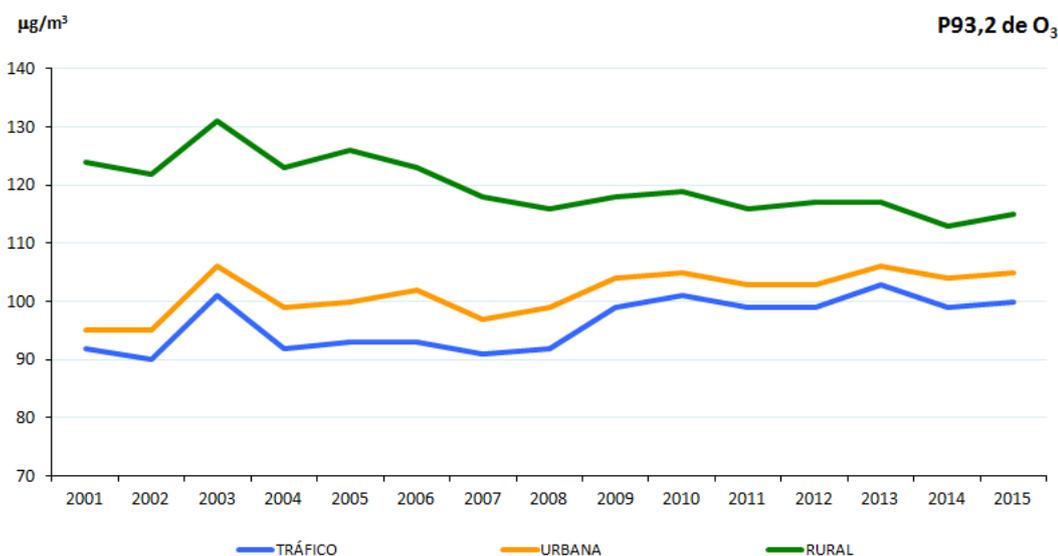


Figura 4.41. Evolución de las medias anuales de los percentiles 93,2 de  $\text{O}_3$  (2001-2015) por tipo de estación y área.

## 4.5 Monóxido de carbono (CO)

### 4.5.1 Valores legislados para CO

Los objetivos de calidad del aire fijados por la legislación vigente para el contaminante CO son los recogidos en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12. Valores legislados (CO).

Valor legislado	Valor límite	Periodo
Valor límite para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005)	10 mg/m <sup>3</sup>	Máximo diario octohorario anual

También cabe mencionar el valor guía de la OMS (2006), aunque no se trate de un valor legislado, porque es un objetivo a perseguir:

Tabla 4.13. Comparación entre los valores legislados y los valores guía de la OMS (CO).

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
CO	10 mg/m <sup>3</sup> (máximo diario octohorario anual)	10 mg/m <sup>3</sup> (8h)

### 4.5.2 Análisis de los niveles de CO (2015)

#### 4.5.2.1. Resumen de la evaluación del CO 2015

La situación de la calidad el aire en lo que se refiere al monóxido de carbono (CO) mantiene los niveles bajos registrados en años precedentes desde que comenzó su evaluación oficial, ya que tampoco en 2015 se ha superado el valor límite establecido, en ninguna de las zonas de evaluación.

#### 4.5.2.2. Análisis del CO por tipo de estación en 2015

La Figura 4.42 permite analizar el grado de cumplimiento de las estaciones utilizadas para evaluar CO en 2015, a través de la representación de la distribución del valor máximo diario octohorario anual de las estaciones que participan, agrupadas por tipo de estación. Se aprecia que, en 2015, de nuevo prácticamente todas las estaciones se sitúan por debajo del umbral de evaluación inferior, excepto alguna de tipo industrial y de tráfico, cuyos valores quedan entre el USE y el UIE.

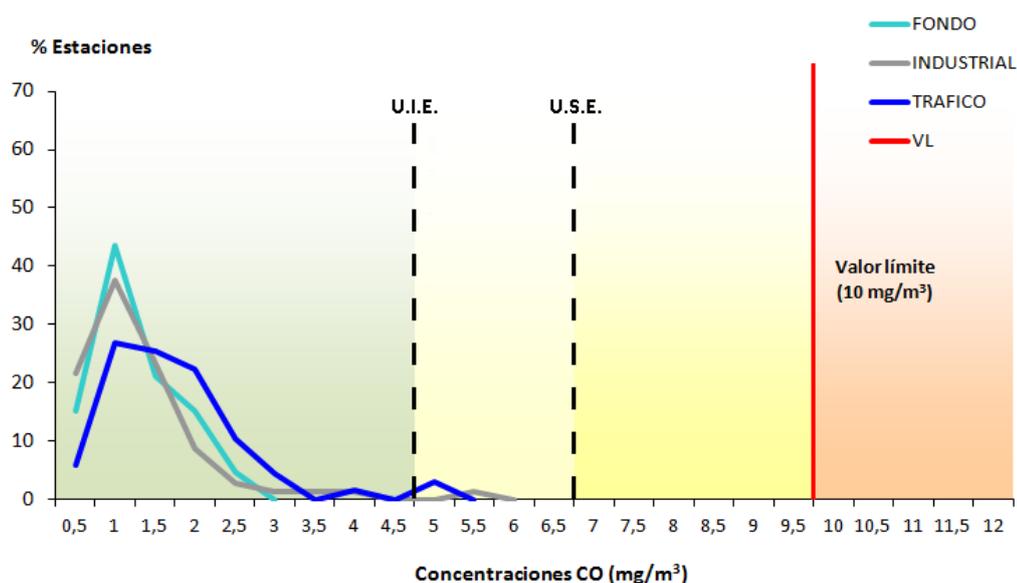


Figura 4.42. Distribución de los niveles de CO en relación con los valores legislados (VL) por tipo de estación (2015).

### 4.5.3 Evolución 2003-2015 del CO

En este apartado se muestra la evolución del CO a lo largo de los años 2003-2015. La Figura 4.43 muestra la distribución de las medias anuales de los máximos diarios octohorarios de las estaciones participantes en la evaluación del CO a lo largo del periodo considerado, en la que las cajas vienen definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de los máximos diarios octohorarios.

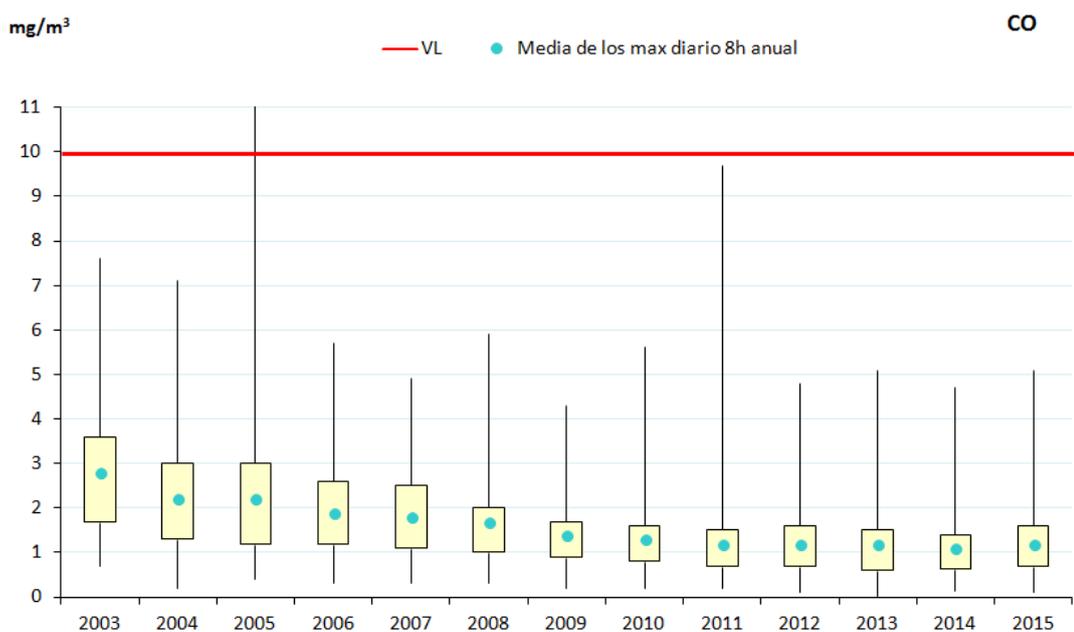


Figura 4.43. Diagrama de caja y bigotes de la media anual de los max. diarios 8h de CO 2003-2015.

A su vez, la Figura 4.44 representa la evolución de las medias anuales (de máximos diarios octohorarios) de las estaciones, agrupadas por tipo de estación y de área.

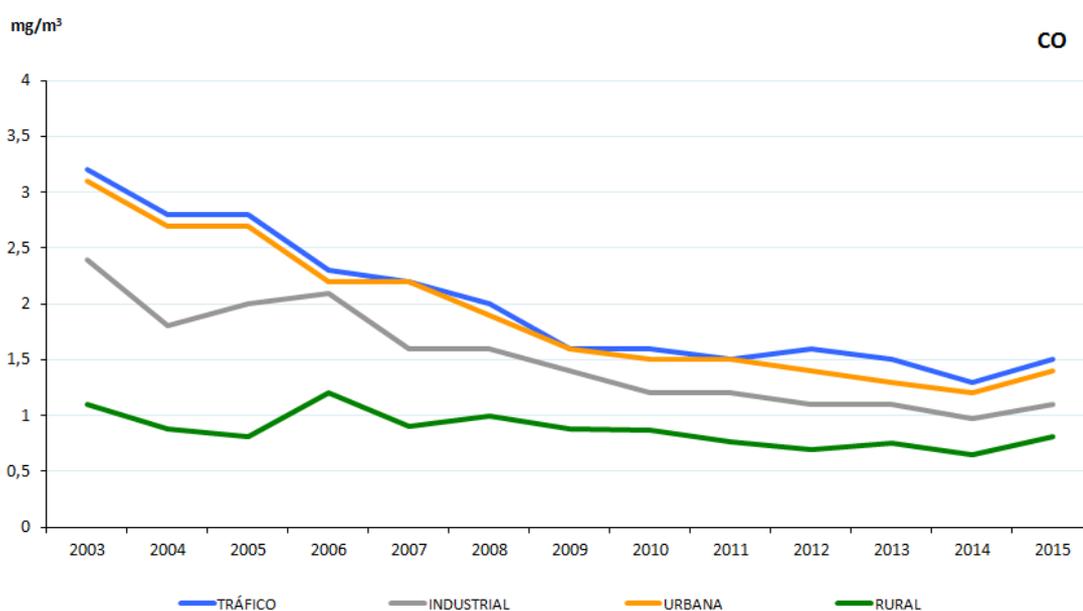


Figura 4.44. Evolución de las medias anuales de CO (2003-2014) por tipo de estación y área.

En ellas se aprecia que, en 2015, se mantiene la circunstancia ya observada en años anteriores de que los valores registrados se encuentran muy lejos del incumplimiento de los objetivos de calidad legales establecidos para la protección de la salud, si bien se rompe la tendencia a la baja en las concentraciones a lo largo de los años desde que se inició la evaluación de este contaminante, con un repunte de las concentraciones hasta niveles similares a los de 2013.

#### 4.6 Benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

##### 4.6.1 Valores legislados para C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Los objetivos de calidad del aire fijados por la legislación vigente para el contaminante C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> son los recogidos en la Tabla 4.14.

Tabla 4.14. Valores legislados (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

Valor legislado	Valor límite	Periodo
Valor límite anual (VLA) de C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010)	5 µg/m <sup>3</sup>	Año civil

También cabe mencionar el nivel de referencia estimado<sup>7</sup> por la OMS (2006), aunque no se trate de un valor legislado, porque es un objetivo a perseguir:

Tabla 4.15. Comparación entre los valores legislados y los valores guía de la OMS (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (anual)	5 µg/m <sup>3</sup>	1,7 µg/m <sup>3</sup>

##### 4.6.2 Análisis de los niveles de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (2015)

###### 4.6.2.1. Resumen de la evaluación del C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 2015

La situación de la calidad el aire en lo que se refiere al benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) mantiene los niveles bajos registrados en años precedentes desde que comenzó su evaluación oficial, ya que tampoco en 2015 se ha superado el valor límite establecido, en ninguna de las zonas de evaluación.

###### 4.6.2.2. Análisis del C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> por tipo de estación en 2015

La Figura 4.45 permite analizar el grado de cumplimiento de las estaciones utilizadas para evaluar C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> en 2015, a través de la representación de la distribución de las medias anuales de las estaciones que participan, agrupadas por tipo de estación.

<sup>7</sup> La OMS no ha estimado un valor guía para este contaminante, el nivel de referencia se estima asumiendo un riesgo adicional para la esperanza de vida de 1x10<sup>-5</sup>.

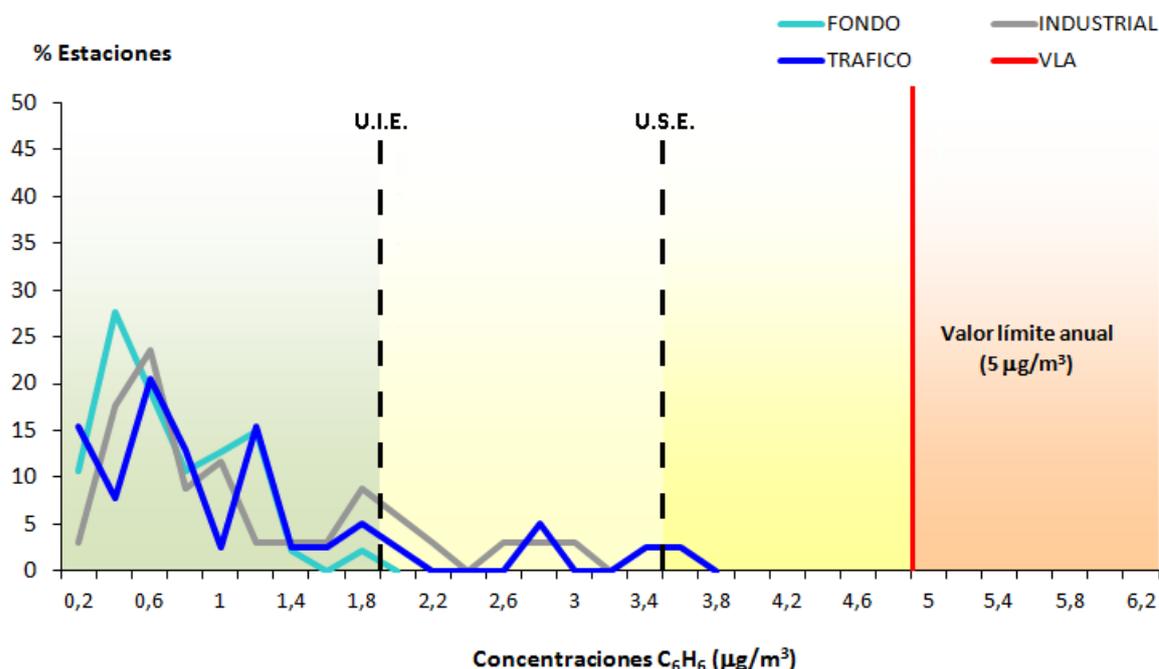


Figura 4.45. Distribución de los niveles de  $C_6H_6$  en relación con los valores legislados (VLA) por tipo de estación (2015).

Se aprecia que en 2015 ninguna estación supera el valor límite establecido, y que las estaciones con niveles más altos se corresponden con las industriales y de tráfico.

Se mantiene la mejora ya mencionada el año anterior, con todas las estaciones de fondo por debajo del UIE.

#### 4.6.3 Evolución 2003-2015 del $C_6H_6$

En este apartado se muestra la evolución del  $C_6H_6$  a lo largo de los años 2003-2015.

La Figura 4.46 muestra la distribución de las medias anuales de las estaciones participantes en la evaluación de este contaminante a lo largo del periodo considerado, en la que las cajas vienen definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de las medias anuales. En el gráfico también se recoge el nivel estimado de referencia<sup>8</sup> de la OMS para  $C_6H_6$ , establecido en 1,7  $\mu g/m^3$ .

La Figura 4.47 representa también la evolución de las medias anuales de las estaciones, pero desagregada por tipo de estación y de área.

En ellas se aprecia cómo las medias anuales se mantienen por debajo del límite legislado año tras año a lo largo del periodo considerado, y cómo se ha seguido dentro del mismo una tendencia descendente hasta el año 2011, año a partir del cual las medidas se encuentran más o menos estabilizadas.

En 2015 todos los tipos de estaciones considerados muestran la tendencia al alza ya observada en 2014 en los niveles de las estaciones de tipo industrial.

<sup>8</sup> La OMS no ha fijado directrices de calidad del aire para este contaminante, sino niveles de referencia estimados asumiendo un riesgo adicional sobre la esperanza de vida de  $1 \times 10^{-5}$ .

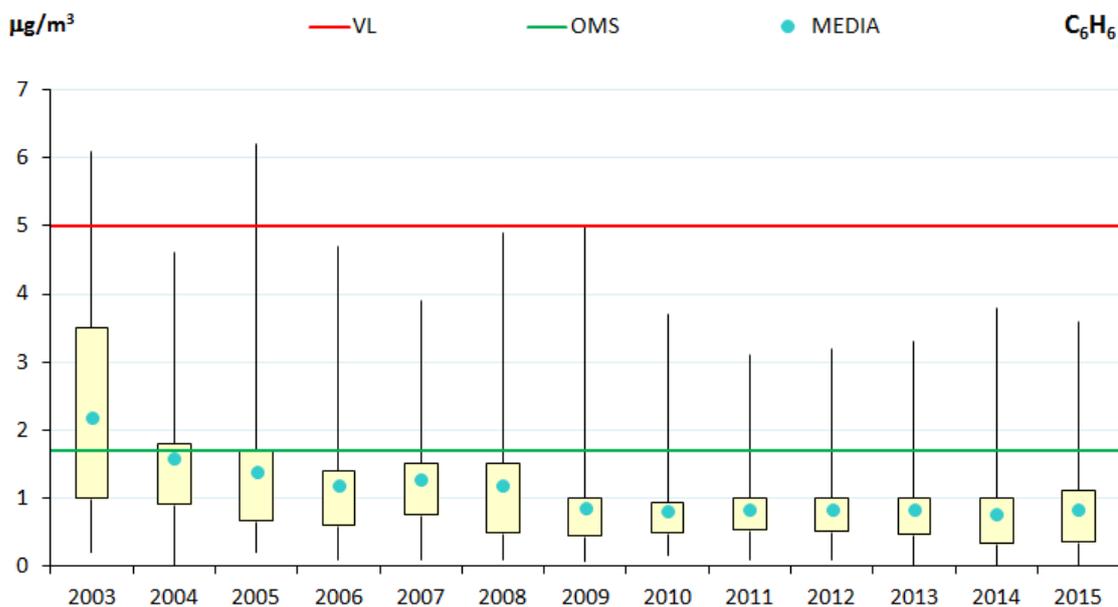


Figura 4.46. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 2003-2015.

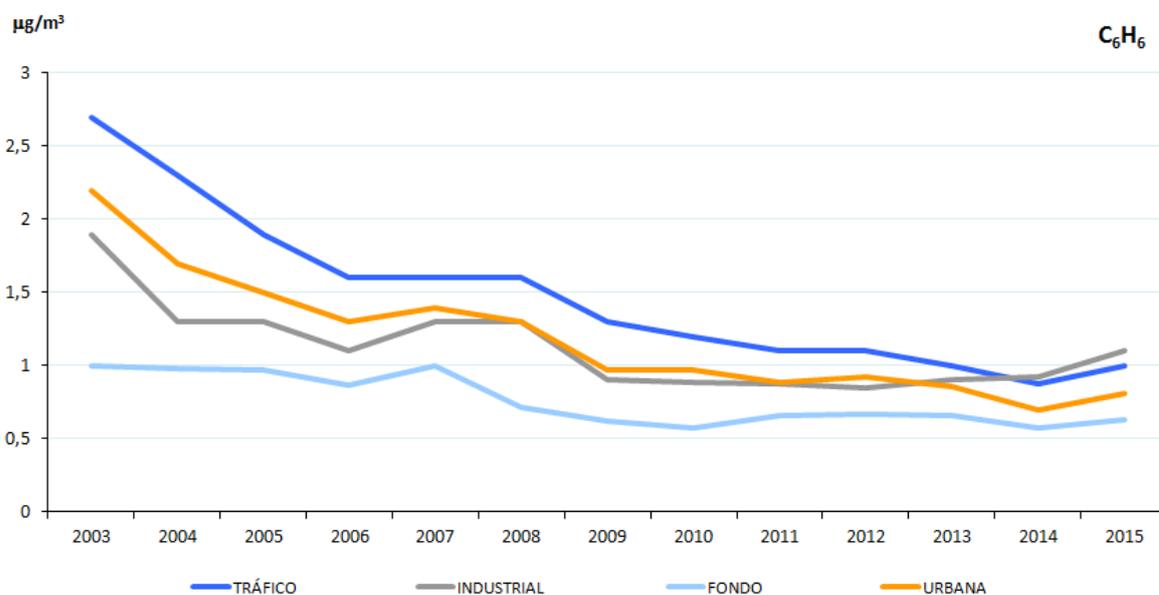


Figura 4.47. Evolución de las medias anuales de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (2003-2015) por tipo de estación y área.

## 4.7 Benzo(a)pireno (B(a)P)

### 4.7.1 [Valores legislados para el B\(a\)P](#)

Los objetivos de calidad del aire fijados por la legislación vigente para el contaminante B(a)P son los recogidos en la Tabla 4.16.

Tabla 4.16. Valores legislados (B(a)P).

Valores objetivo	Nivel	Periodo
Valor objetivo para la <b>protección de la salud humana</b> y el medio ambiente en su conjunto ( <i>fecha de cumplimiento: año 2013</i> )	1 ng/m <sup>3</sup>	Año natural

También cabe mencionar el nivel de referencia estimado<sup>9</sup> por la OMS (2006), aunque no se trate de un valor legislado, porque es un objetivo a perseguir:

Tabla 4.17. Comparación entre los valores legislados y los valores guía de la OMS (B(a)P).

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
B(a)P (anual)	1 ng/m <sup>3</sup>	0,12 ng/m <sup>3</sup>

#### 4.7.2 Análisis de los niveles del B(a)P (2015)

##### 4.7.2.1. Resumen de la evaluación del B(a)P 2015

En 2015 se ha vuelto a repetir la superación del valor objetivo establecido por la legislación para este contaminante ya registrada por primera vez en 2013.

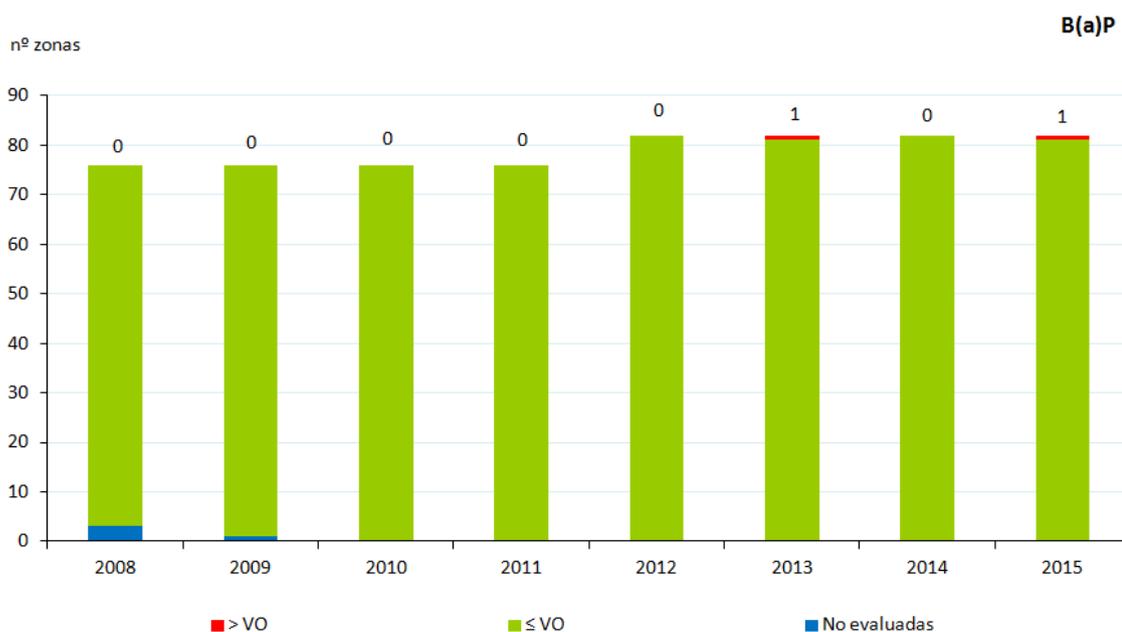


Figura 4.48. Evolución del cumplimiento a nivel de zonas del valor legislados para protección de la salud de B(a)P desde 2001 hasta 2015.

##### 4.7.2.2. Análisis del B(a)P por tipo de área en 2015

La Figura 4.49 permite analizar el grado de cumplimiento de las estaciones utilizadas para evaluar B(a)P en 2015, a través de la representación de la distribución de las medias anuales de las estaciones que participan, agrupadas por tipo de área.

En ella se refleja la superación producida este año; los valores más altos corresponden a una estación suburbana (y de fondo, según el tipo de estación).

<sup>9</sup> La OMS no ha estimado un valor guía para este contaminante, el nivel de referencia se estima asumiendo un riesgo adicional para la esperanza de vida de  $1 \times 10^{-5}$ .

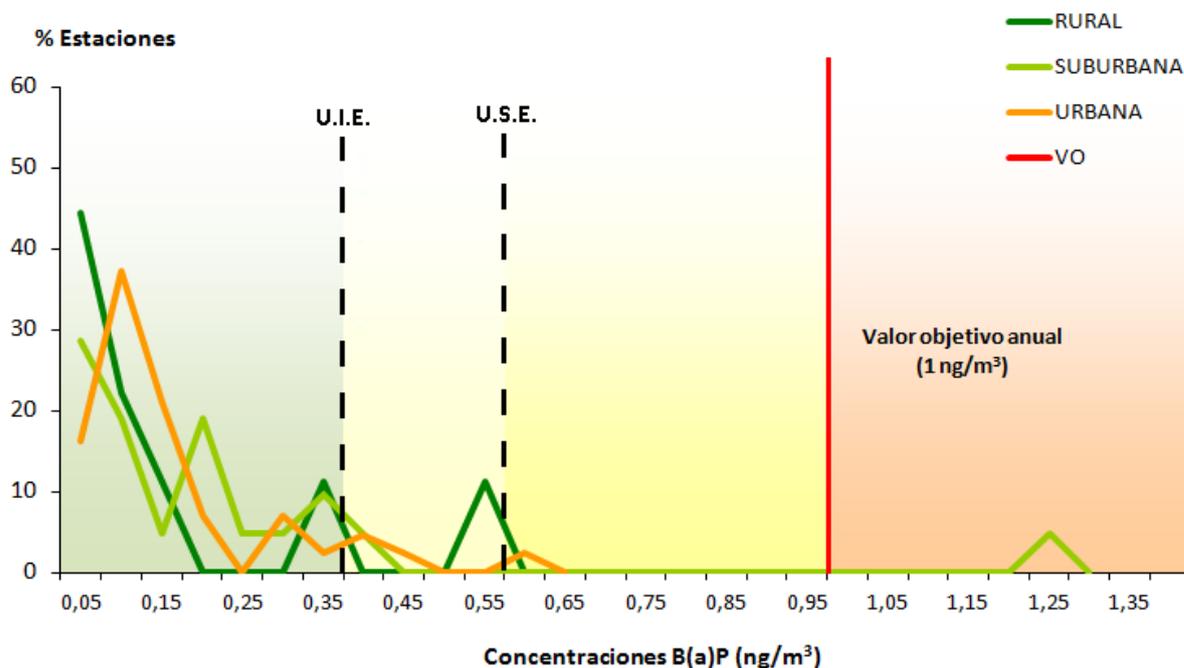


Figura 4.49. Distribución de los niveles de B(a)P en relación con los valores legislados (VOA) por tipo de área (2015).

#### 4.7.3 Evolución 2008-2015 del B(a)P

En este apartado se muestra la evolución del B(a)P a lo largo de los años 2008-2015. La Figura 4.50 muestra la distribución de las medias anuales de las estaciones participantes en la evaluación de este contaminante a lo largo del periodo considerado, en la que las cajas vienen definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de las medias anuales. En el gráfico también se recoge el nivel estimado de referencia<sup>10</sup> de la OMS para C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, establecido en 0,12 ng/m<sup>3</sup>.

A su vez, la Figura 4.51 representa igualmente la evolución de las medias anuales de las estaciones, pero desagregada por tipo de estación y de área.

Ambas figuras confirman una vez más los resultados observados hasta ahora; la media anual en 2015 vuelve a situarse por encima del valor objetivo para este contaminante, situación que únicamente se había dado en otra ocasión desde que comenzó su evaluación oficial, en el año 2013.

Por tipologías, en 2015 apenas sí se han producido cambios respecto a 2014; se mantiene la tendencia al alza en los niveles de todas las estaciones salvo en las situadas en zonas industriales, en las que se mantiene.

<sup>10</sup> La OMS no ha fijado directrices de calidad del aire para este contaminante, sino niveles de referencia estimados asumiendo un riesgo adicional sobre la esperanza de vida de 1x10<sup>-5</sup>.

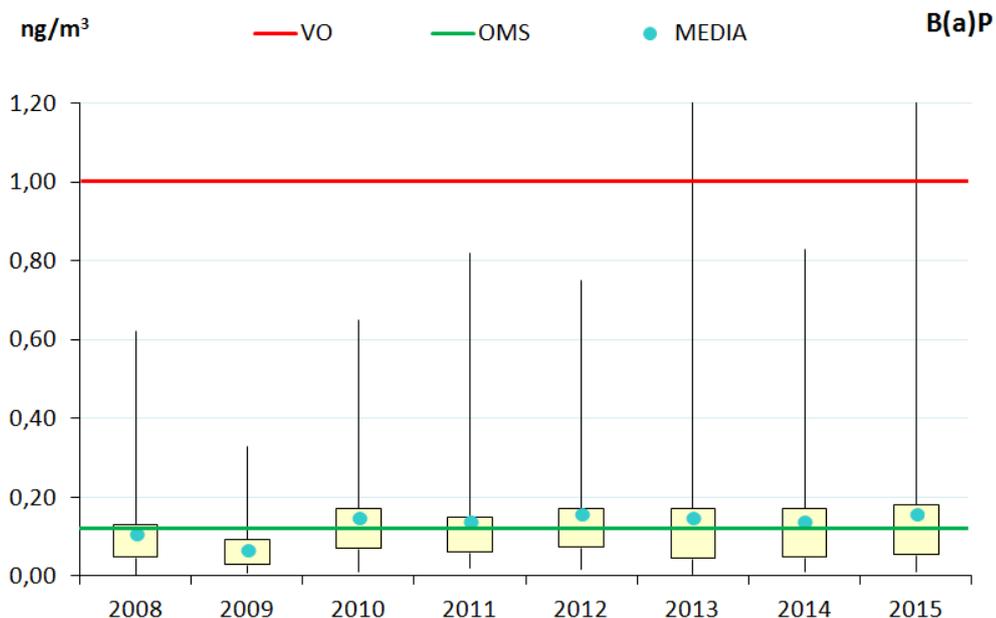


Figura 4.50. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de B(a)P 2008-2015.

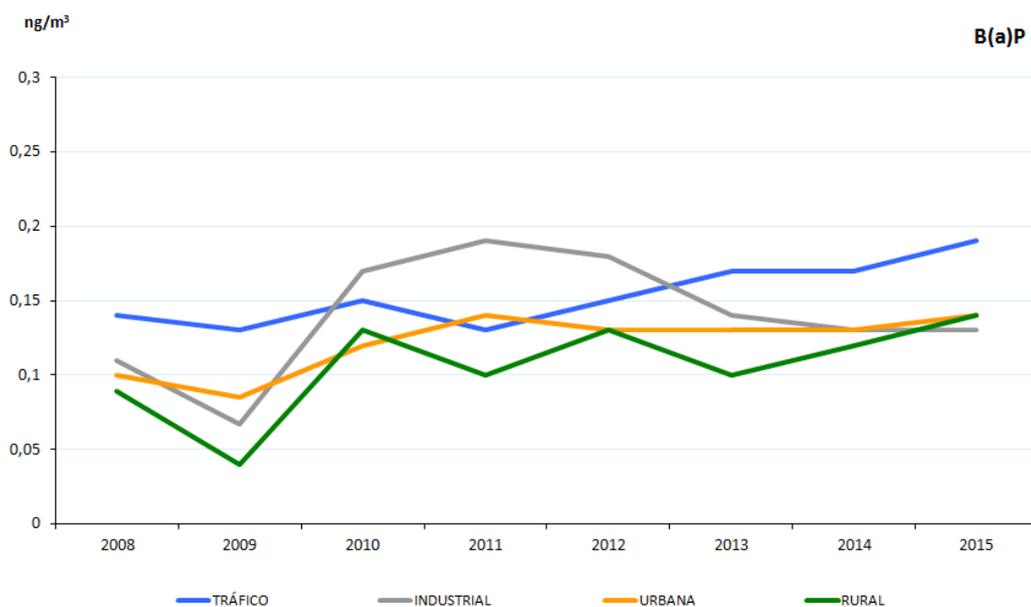


Figura 4.51. Evolución de las medias anuales de B(a)P (2008-2015) por tipo de estación y área.

## 4.8 Metales: Plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd) y níquel (Ni)

### 4.8.1 Valores legislados para los metales

Los objetivos de calidad del aire fijados por la legislación vigente para el Pb, el As, el Cd y el Ni son los recogidos en la Tabla 4.18.

Tabla 4.18. Valores legislados (Metales).

Contaminante	Valor legislado	Valor	Periodo
<b>Plomo (Pb)</b>	<b>Valor límite</b> anual (VLA) de Pb para la <b>protección de la salud humana</b> (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005)	0,5 µg/m <sup>3</sup>	Año civil
<b>Arsénico (As)</b>	<b>Valor objetivo</b> para la <b>protección de la salud humana</b> y el medio ambiente en su conjunto (fecha de cumplimiento: año 2013)	6 ng/m <sup>3</sup>	Año natural
<b>Cadmio (Cd)</b>	<b>Valor objetivo</b> para la <b>protección de la salud humana</b> y el medio ambiente en su conjunto (fecha de cumplimiento: año 2013)	5 ng/m <sup>3</sup>	Año natural
<b>Níquel (Ni)</b>	<b>Valor objetivo</b> para la <b>protección de la salud humana</b> y el medio ambiente en su conjunto (fecha de cumplimiento: año 2013)	20 ng/m <sup>3</sup>	Año natural

Finalmente, también cabe mencionar los valores guía de la OMS (2006), aunque no se trate de valores legislados, porque son objetivos a perseguir:

Tabla 4.19. Comparación entre los valores legislados y los valores guía de la OMS (Pb, As, Cd y Ni).

Valor legislado	Valor de referencia UE	OMS (2006)
Pb (anual)	0,5 µg/m <sup>3</sup>	0,5 µg/m <sup>3</sup>
As (anual)	6 ng/m <sup>3</sup>	--
Cd (anual)	5 ng/m <sup>3</sup>	5 ng/m <sup>3</sup>
Ni (anual)	20 ng/m <sup>3</sup>	--

#### 4.8.2 [Análisis de los niveles de Pb, As, Cd y Ni \(2015\)](#)

##### 4.8.2.1. Resumen de la evaluación de los metales 2015

La situación de la calidad del aire en lo que se refiere al plomo (Pb) y al arsénico (As) mantiene los bajos niveles registrados en años precedentes desde que comenzó su evaluación oficial, ya que tampoco en 2015 se ha superado el valor límite o valor objetivo establecido, en ninguna de las zonas de evaluación. También ha mejorado la situación en lo que se refiere al níquel (Ni), que ha superado los niveles establecidos en 2014 pero no en 2015. Sin embargo, se ha producido una nueva superación de los niveles de cadmio (Cd), en una de las 82 zonas definidas para este contaminante.

##### 4.8.2.2. Análisis de los metales por tipo de estación en 2015

Las siguientes figuras (Figura 4.52 a 4.55) permiten analizar el grado de cumplimiento de las estaciones utilizadas para evaluar Pb, As, Cd y Ni, respectivamente, en 2015, a través de la representación de la distribución de las medias anuales de las estaciones que participan, agrupadas por tipo de estación.

En ellas se confirma que en 2015 los valores registrados en la totalidad de las estaciones que han participado en la evaluación de Pb, As y Ni se encuentran por debajo del valor límite o valor objetivo (según el caso), e incluso en el caso del Pb por debajo del umbral inferior de evaluación, independientemente de la naturaleza de la estación considerada. También se refleja la superación que ha tenido lugar este año en los niveles de Cd, que se produce en una única zona de todo el territorio nacional, y por una única estación (de tipo industrial).

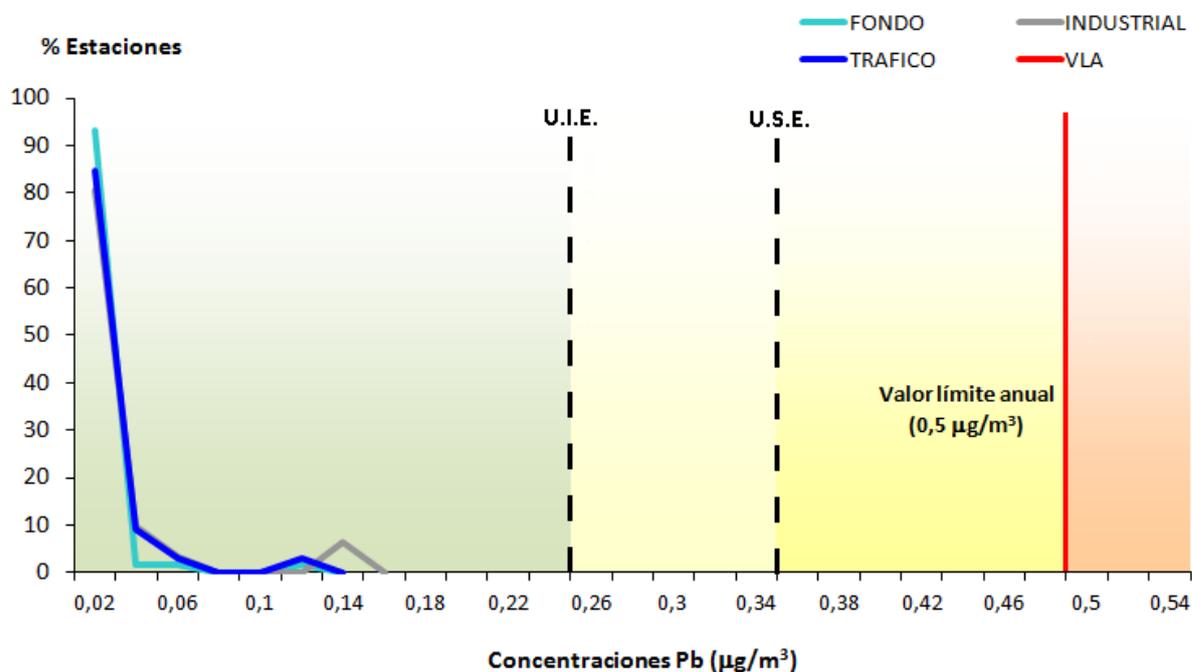


Figura 4.52. Distribución de los niveles de **Pb** en relación con los valores legislados (VLA) por tipo de estación (2015).

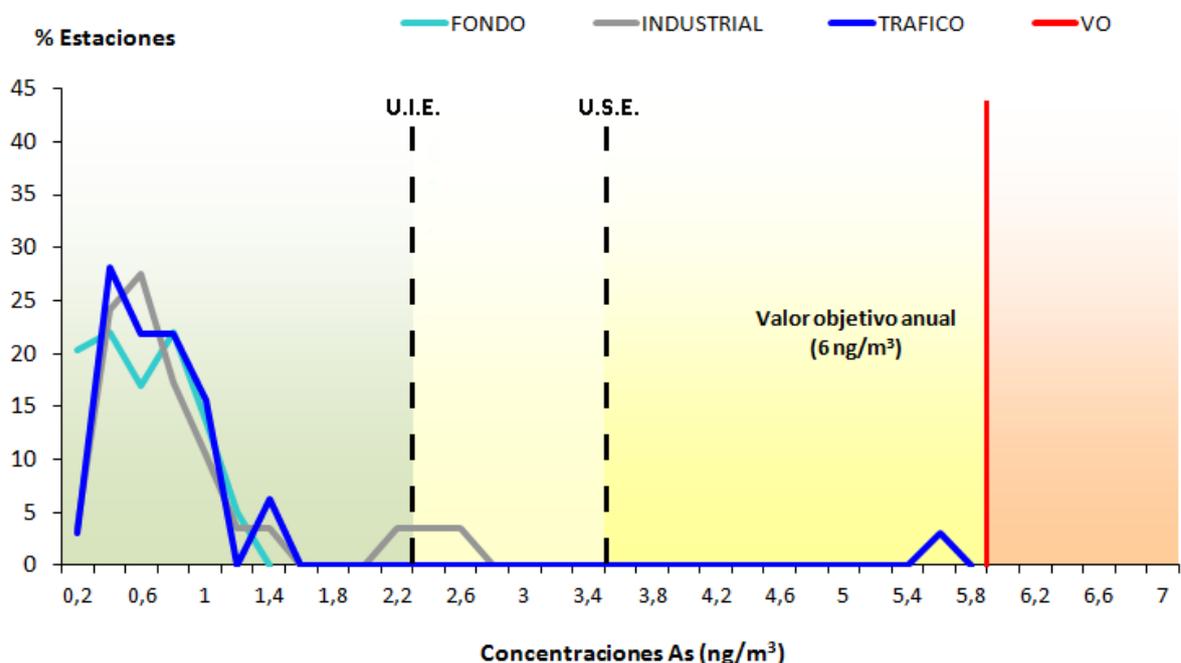


Figura 4.53. Distribución de los niveles de **As** en relación con los valores legislados (VOA) por tipo de estación (2015).

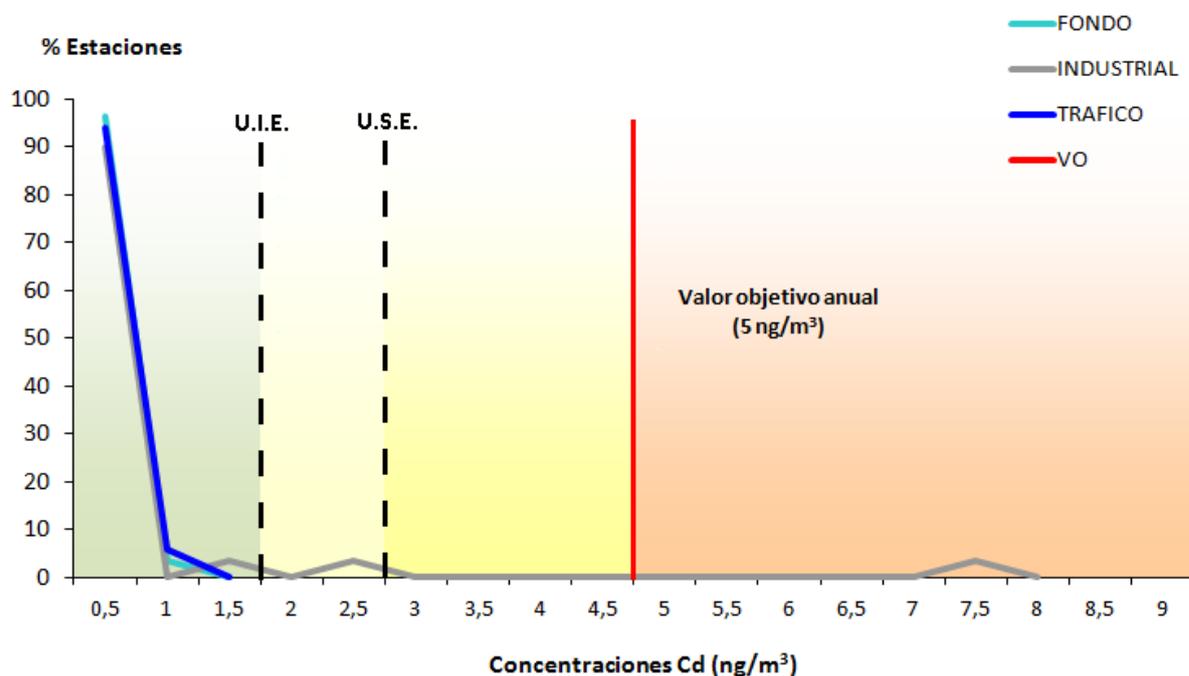


Figura 4.54. Distribución de los niveles de **Cd** en relación con los valores legislados (VOA) por tipo de estación (2015).

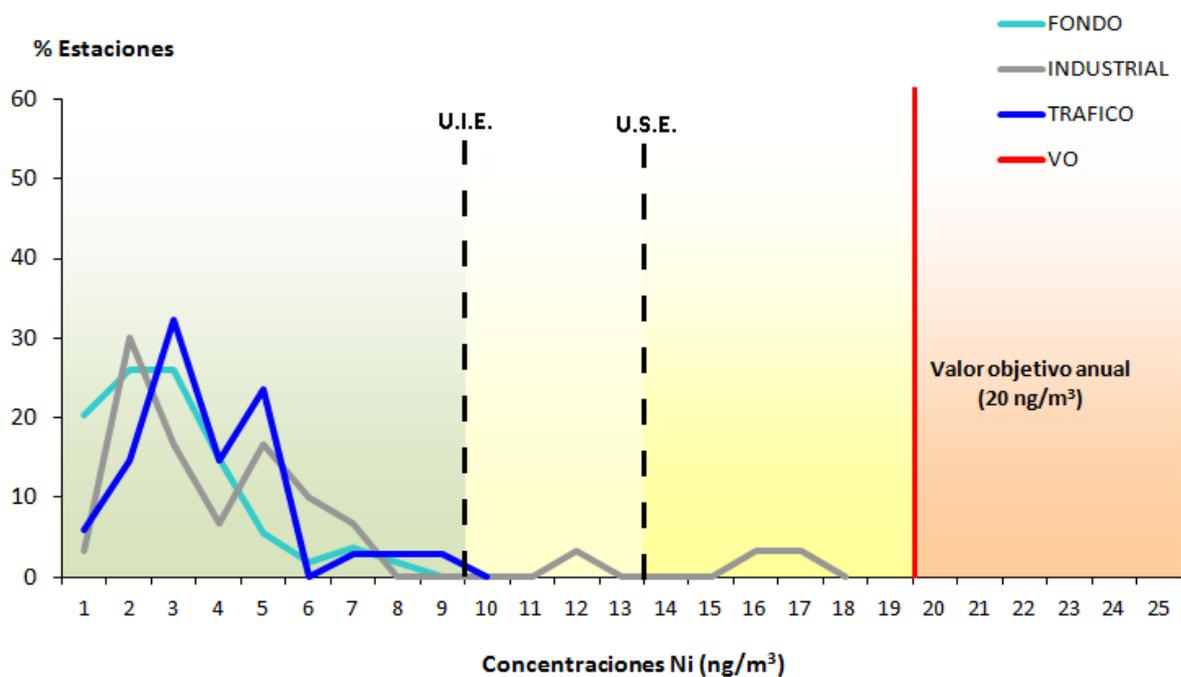


Figura 4.55. Distribución de los niveles de **Ni** en relación con los valores legislados (VOA) por tipo de área y tipo de estación (2015).

### 4.8.3 Evolución 2001-2015 de los metales

En este apartado se muestra la evolución del Pb, As, Cd y Ni a lo largo de los años 2001-2015. Las siguientes figuras (Figuras 4.56, 4.58, 4.60 y 4.62) muestran la distribución de las medias anuales de las estaciones participantes en la evaluación de este contaminante a lo largo del periodo considerado, en la que las cajas vienen definidas por los percentiles 75 y 25, los bigotes marcan el máximo y mínimo, y el punto azul el valor medio de las medias anuales. A su vez, las Figuras 4.57, 4.59, 4.61 y 4.63 representa la evolución de las medias anuales de las estaciones, pero agrupadas por tipo de estación y de área.

#### 4.8.3.1 Plomo (Pb)

En las dos figuras correspondientes (Figuras 4.56 y 4.57) queda patente el descenso producido por la desaparición del Pb en los carburantes.

Pese a ello, en 2015 se observa un ligero incremento de los máximos registrados en 2014, aunque los niveles se alejan aún considerablemente del valor límite.

Las medias más altas siguen correspondiendo a estaciones de tipo industrial, seguidas este año por las de tráfico y urbanas.

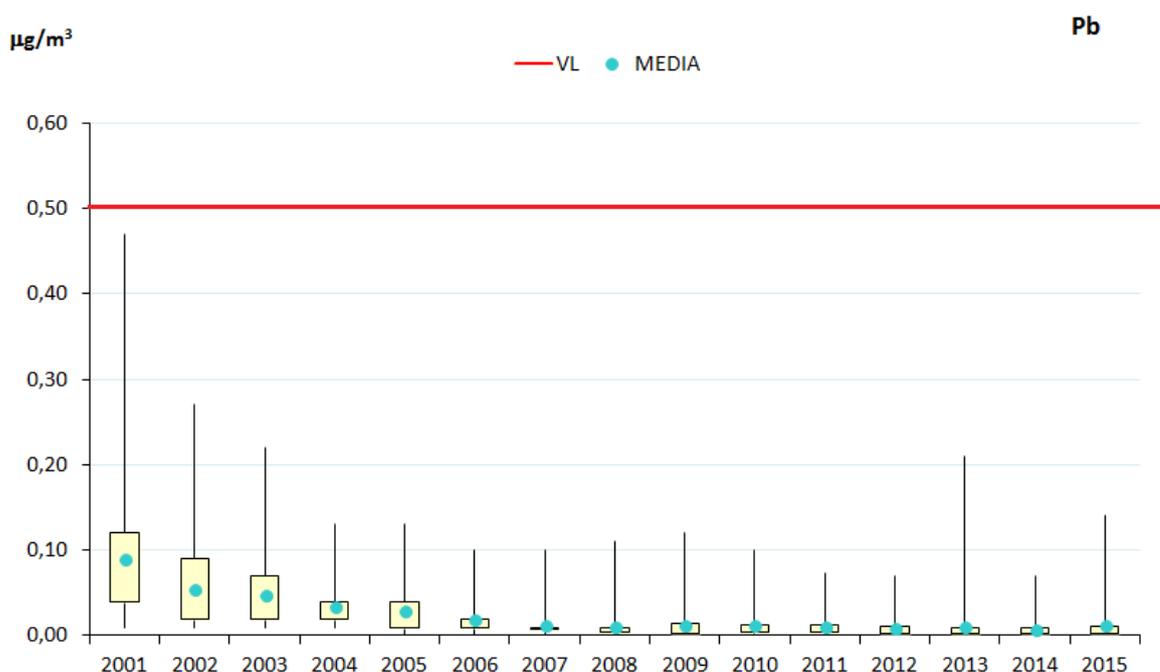


Figura 4.56. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de Pb 2001-2015.

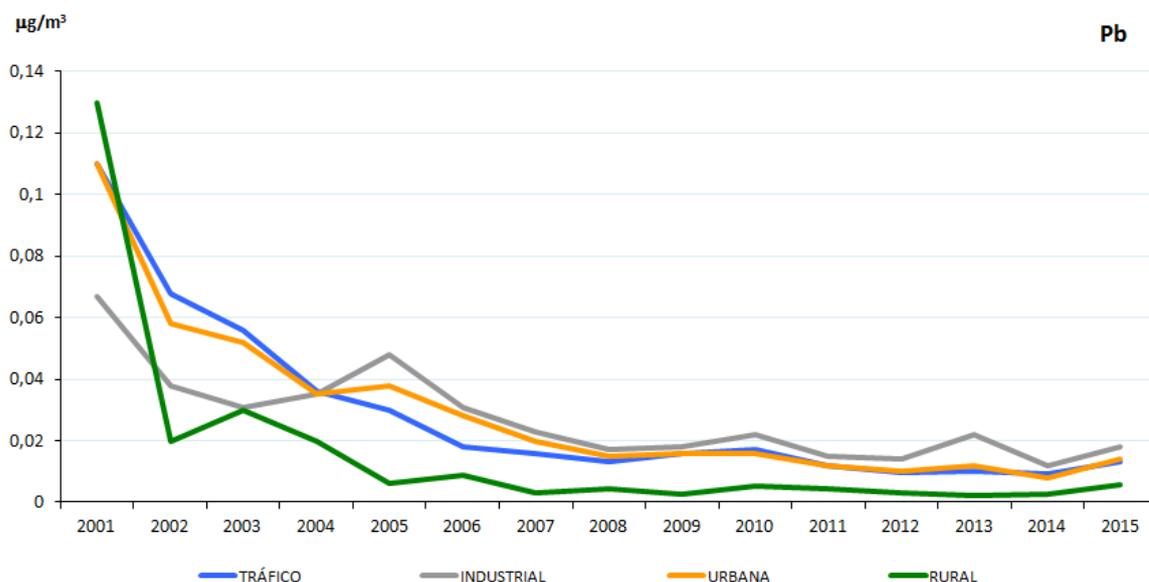


Figura 4.57. Evolución de las medias anuales de Pb (2001-2015) por tipo de estación y área.

#### 4.8.3.2 Arsénico (As)

Tanto en la Figura 4.58 como en la Figura 4.59 se confirma cómo las medias anuales se encuentran de nuevo en 2015 por debajo del valor objetivo correspondiente.

En 2015 cesa el descenso de los niveles máximos iniciado en 2011, que este año se incrementan, hasta alcanzar valores cercanos al valor objetivo anual. En lo que se refiere a las medias anuales por tipo de estación y de área, en 2015 se incrementaron en todos los tipos de estaciones considerados, especialmente en las de tráfico.

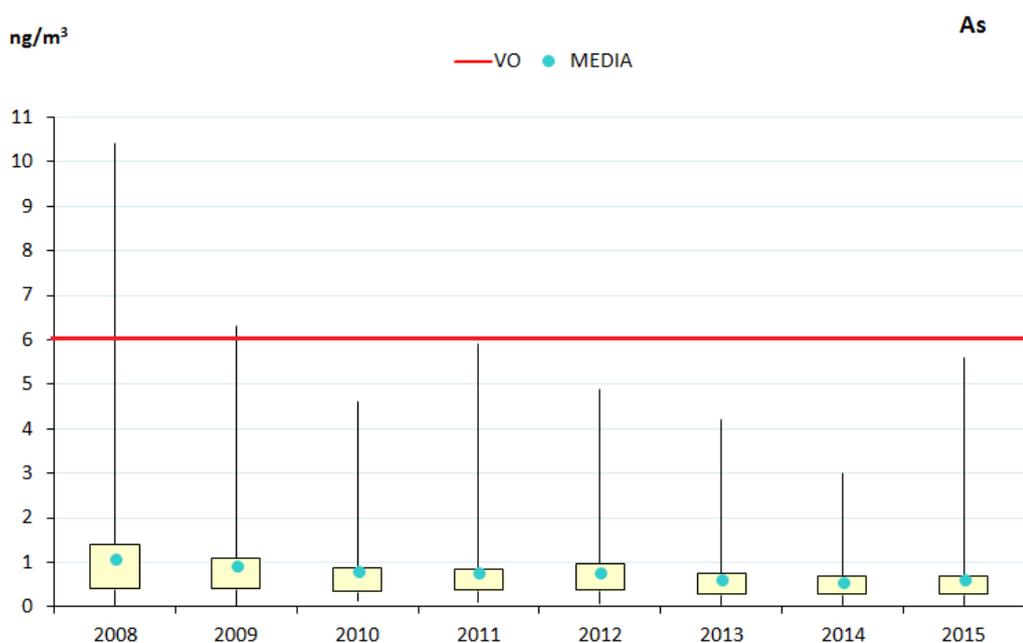


Figura 4.58. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de As 2008-2015.

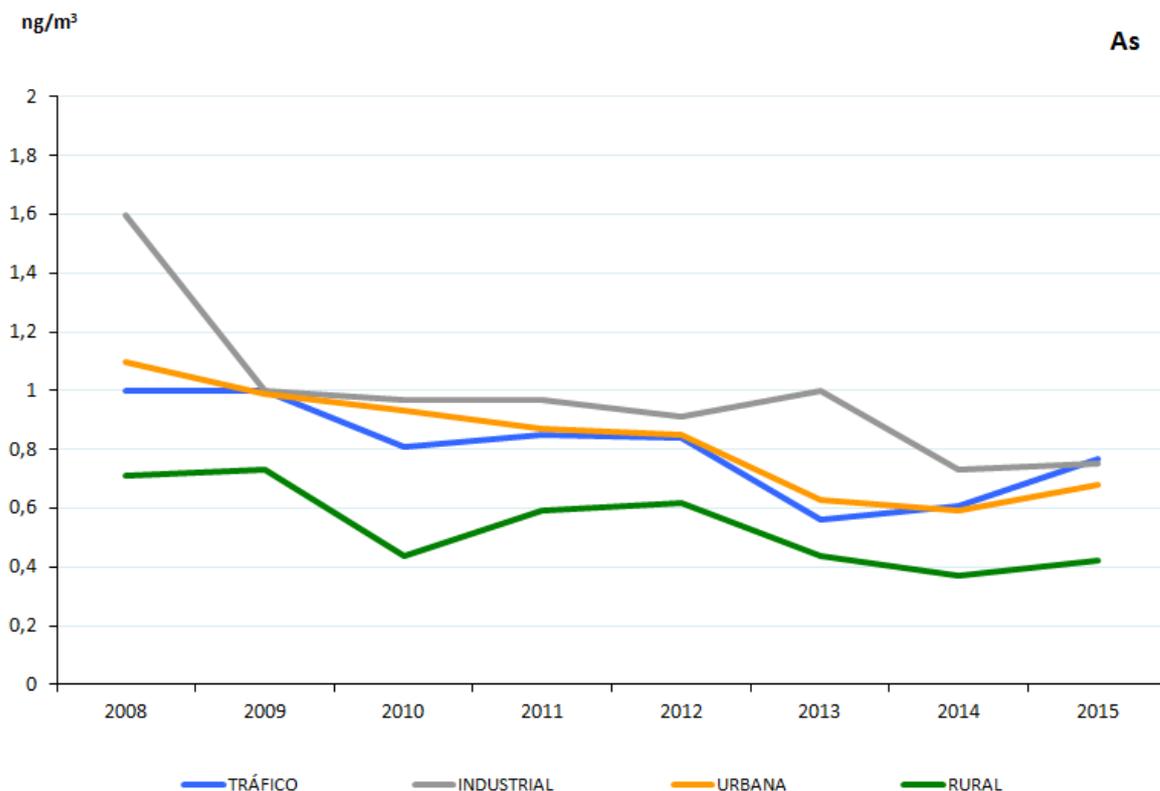


Figura 4.59. Evolución de las medias anuales de As (2008-2015) por tipo de estación y área.

#### 4.8.3.3 [Cadmio \(Cd\)](#)

En las figuras correspondientes (Figuras 4.60 y 4.61) se aprecia cómo se vuelve a producir este año la superación del VO definido por la legislación. Desde que se evalúa este contaminante, sólo se había dado una situación similar en 2010, y con un máximo más bajo.

De nuevo son las estaciones industriales las que registran los valores más altos con diferencia, si se comparan con el resto. El incremento en las estaciones de tráfico y urbanas ha sido muy inferior, y los niveles en las estaciones rurales incluso han disminuido hasta niveles similares a los de 2013.

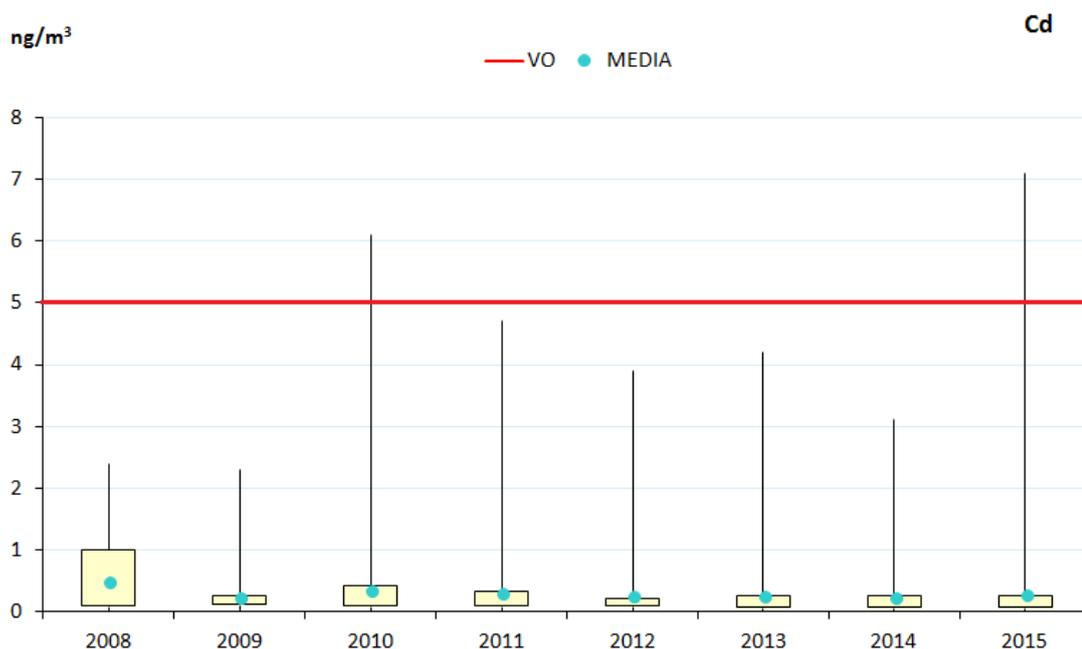
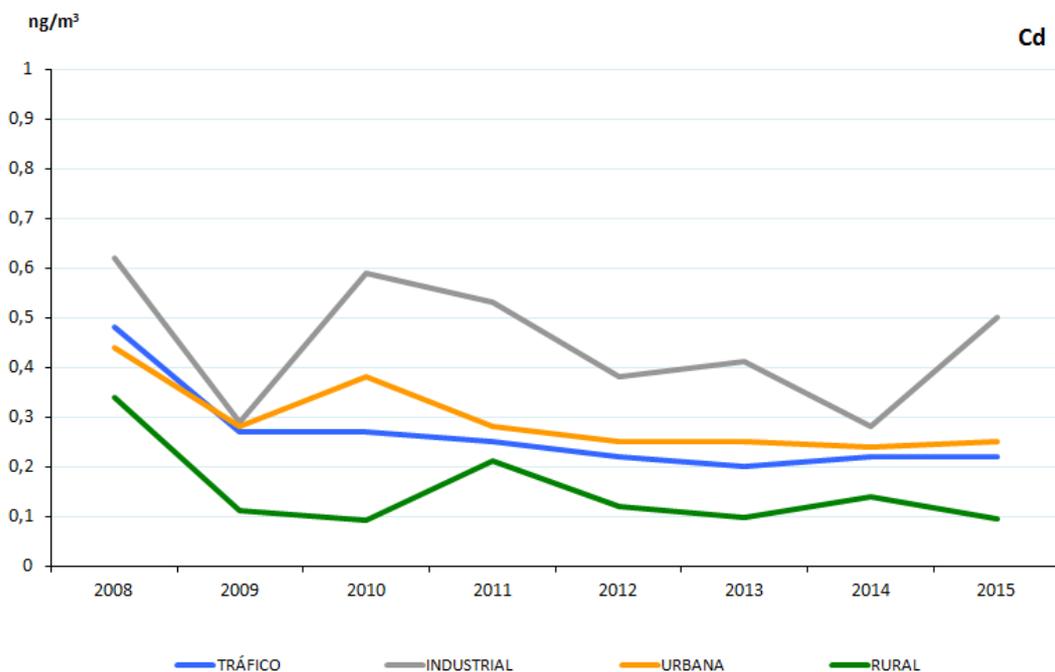


Figura 4.60. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de Cd 2008-2015.



Figura

4.61. Evolución de las medias anuales de Cd (2008-2015) por tipo de estación y área.

#### 4.8.3.4 Níquel (Ni)

En la Figura 4.62 se muestra cómo ha cesado en 2015 la superación producida el año anterior, situación que ya se había repetido en 2009, 2010 y 2012. Las medias se mantienen alejadas del valor objetivo anual, como se desprende tanto de la Figura 4.62 como de la Figura 4.63, independientemente del tipo de estación o de área considerada, incluso en el caso de las más altas,

que corresponden una vez más a las de tipo industrial, que son además las únicas que se incrementan en 2015.

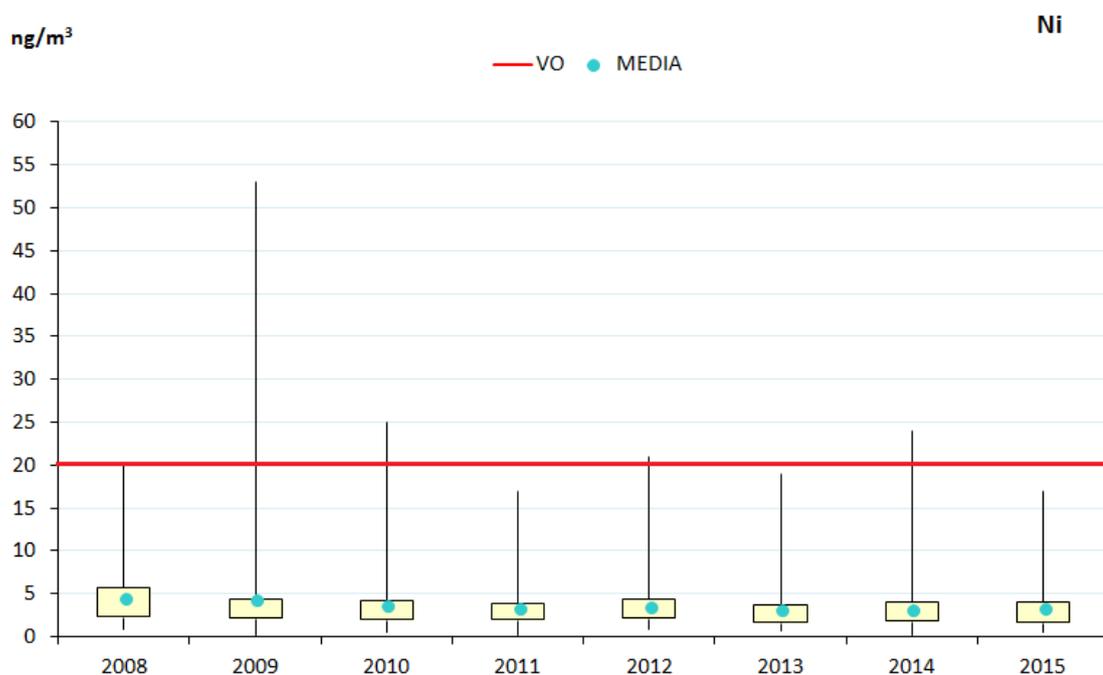


Figura 4.62. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de Ni (2008-2015).

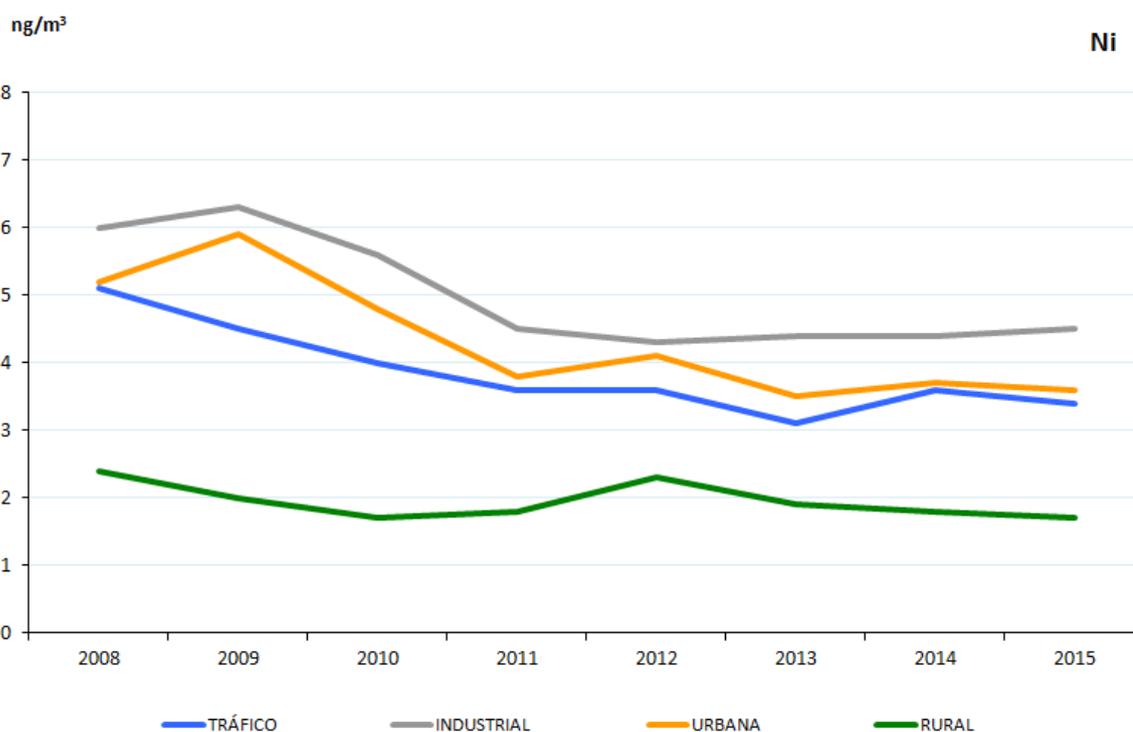


Figura 4.63. Evolución de las medias anuales de Ni (2008-2015) por tipo de estación y área.



## 6. VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE FONDO REGIONAL

## **VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE FONDO REGIONAL**

### INDICE DEL CAPÍTULO

VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE FONDO REGIONAL .....	6-1
6. VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE FONDO REGIONAL .....	6-1
6.1 Descripción.....	6-1
6.2 Estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP .....	6-2
6.3 Programa de mediciones .....	6-4
6.4 Datos por contaminantes (valores registrados en 2015).....	6-7
6.4.1 Contaminantes gaseosos (datos automáticos) .....	6-7
6.4.2 Aerosoles y gases + aerosoles .....	6-10
6.4.3 Especiación de partículas (PM10 y PM2,5) .....	6-12
6.4.4 Carbono en partículas .....	6-14
6.4.5 Análisis de la precipitación .....	6-15
6.4.6 Metales.....	6-18
6.4.7 Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) .....	6-21
6.4.8 Amoníaco.....	6-23
6.4.9 Compuestos foto-oxidantes (orgánicos y carbonílicos) .....	6-24

## 6. VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE FONDO REGIONAL

### 6.1 Descripción

La contaminación atmosférica de fondo regional es la existente en zonas alejadas de focos de emisión directa. Proporciona información acerca de cuál es el nivel de contaminación regional, debida tanto a fuentes antropogénicas, naturales, regionales o transfronterizas.

Estos niveles de fondo regional se determinan a partir de las mediciones realizadas por las estaciones de la **red española EMEP/VAG/CAMP**, que pretende satisfacer los compromisos de medición de contaminantes contraídos por España con los programas EMEP, VAG y CAMP.

El “Programa concertado de seguimiento y de evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa” (**Programa EMEP**), puesto en marcha en 1977, forma parte del Convenio de Ginebra sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia y tiene cuatro componentes: recogida de datos de emisiones, mediciones de la calidad del aire, modelización del transporte y la dispersión de contaminantes atmosféricos y modelización integrada.

La Vigilancia Mundial de la Atmósfera (**VAG**), es un proyecto del Programa de Investigación de la Atmósfera y el Medio Ambiente (PIAMA), de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), organismo de las Naciones Unidas creado tras la firma del Convenio Meteorológico Mundial.

El **Programa CAMP** (“Programa Integral de Control Atmosférico”, que es fruto del Convenio Oslo-París para la Protección del Medio Ambiente Marino del Nordeste del Atlántico, de 1992) tiene por objeto conocer los aportes atmosféricos a la región del Nordeste Atlántico y estudiar sus efectos sobre el medio marino.

Las mediciones obtenidas de las estaciones de dicha red permiten determinar los niveles de contaminación de fondo en una región, así como evaluar el transporte desde fuentes emisoras situadas a grandes distancias de ellas. Por ello, son representativas, en cuanto a calidad del aire y precipitación, de un área extensa en torno a ellas, por lo que son utilizadas para la verificación de los pronósticos de los modelos de predicción de calidad del aire. Además, en ellas se determinan tanto los contaminantes regulados en la legislación europea y nacional, con lo cual dan apoyo a las redes autonómicas y locales en su evaluación de la calidad del aire, como una serie de contaminantes distintos a los regulados en dicha legislación, lo que permite que también sirvan para estudios científicos sobre dichos compuestos, cuyos resultados a su vez influyen en la generación de nueva legislación en calidad del aire.

Esta red sirve de apoyo al resto de las redes de calidad del aire españolas para sus labores de evaluación de la calidad del aire de todo el territorio. Además, los valores registrados de partículas PM10 en estas estaciones son necesarios para conocer el nivel de fondo regional y posteriormente realizar el procedimiento de descuento de episodios naturales por las intrusiones de masa de aire sahariano.

La red española empezó a funcionar en 1983 y fue aumentando progresivamente el número de estaciones que la componen. A partir de 2006, la **red EMEP/CAMP** unificó su gestión con la **red VAG**, creándose la actual **red EMEP/VAG/CAMP** y la gestión pasó a ser responsabilidad de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), incluyendo entre sus obligaciones el desarrollo de los diversos programas de mediciones. Desde el inicio del funcionamiento de la red, las determinaciones de las muestras analizadas en el laboratorio se realizan en el Laboratorio Nacional de Referencia, Centro Nacional de Sanidad Ambiental del Instituto de Salud Carlos III.

## 6.2 Estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP

La red EMEP/VAG/CAMP española cuenta actualmente con 13 estaciones (Tabla 6.1 y Figura 6.1).

Tabla 6.1. Estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP.

Cód. Nacional	Cód. Internacional	Código de la estación	Nombre	Provincia	Propósito
45153999	ES0001R	ES01	San Pablo de los Montes	Toledo	EMEP/VAG
15057999	ES0005R	ES05	Noia	A Coruña	EMEP/VAG/CAMP
07032999	ES0006R	ES06	Mahón	Baleares	EMEP/VAG
18189999	ES0007R	ES07	Víznar	Granada	EMEP/VAG
33036999	ES0008R	ES08	Niembro	Asturias	EMEP/VAG/CAMP
19061999	ES0009R	ES09	Campisábalos	Guadalajara	EMEP/VAG
17032999	ES0010R	ES10	Cabo de Creus	Girona	EMEP/VAG
06016999	ES0011R	ES11	Barcarrota	Badajoz	EMEP/VAG
46263999	ES0012R	ES12	Zarra	Valencia	EMEP/VAG
49149999	ES0013R	ES13	Peñausende	Zamora	EMEP/VAG
25224999	ES0014R	ES14	Els Torms	Lleida	EMEP/VAG
27058999	ES0016R	ES16	O Saviñao	Lugo	EMEP/VAG
21005999	ES0017R	ES17	Doñana	Huelva	EMEP/VAG/CAMP



Figura 6.1. Estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP.



### 6.3 Programa de mediciones

Dentro de la red EMEP/VAG/CAMP se desarrolla un programa de mediciones que viene establecido por la Estrategia EMEP; y también por las decisiones de los Órganos Directores de los otros dos Programas (VAG y CAMP).

Aunque no todas las estaciones pertenecientes a la red EMEP/VAG/CAMP cumplen las mismas funciones ni miden los mismos parámetros muchos de los contaminantes que se registran en esta red son comunes al resto de las redes de calidad del aire en España. La diferencia radica en el nivel o grado de contaminación, al ser mucho menor que la registrada en aglomeraciones y estaciones influidas directamente por fuentes locales de contaminación. Además, realizan mediciones de otros contaminantes interesantes de conocer pero sobre los que aún no hay información ni sobre su comportamiento ni sobre sus posibles efectos adversos sobre la salud o la vegetación, por lo que no se han establecido aún en la legislación sus valores límite ni objetivo.

La recogida de muestras se realiza mediante **equipos automáticos** (valores horarios) y **manuales** (valores diarios, semanales y mensuales).

- A. **Equipos automáticos** (contaminantes gaseosos): Datos horarios de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>).
- También se realizan mediciones de PM<sub>10</sub> horario con equipos automáticos (microbalanza oscilante) en: ES09 – Campisábalos, ES12 – Zarra, ES13 – Peñausende y ES16 – O Saviñao. Además, se obtienen también datos meteorológicos que sirven en muchas ocasiones para interpretar el comportamiento de algunos parámetros.
- En la estación de Niembro, hasta el año 2014, se ha medido el mercurio gaseoso total. Por problemas con el equipo, en 2015 no se ha podido medir el MGT.
- B. **Equipos manuales**. Son en su mayoría, datos diarios, aunque también se realizan mediciones con otras periodicidades (semanales y mensuales).
- **Aerosoles**: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> en PM<sub>10</sub> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en PM<sub>10</sub>, todos los días
  - **Gases + aerosoles**: HNO<sub>3</sub>+NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, todos los días
  - **Especiación de partículas**: determinación de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>: en la estaciones de Campisábalos, San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro y Els Torms.
  - **Carbono en partículas**: determinación de carbono elemental y orgánico (CE y CO) en PM<sub>2,5</sub> en las estaciones de Campisábalos y San Pablo de los Montes.
  - **Agua de lluvia**: pH, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, H<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y conductividad, en todas las estaciones excepto en Cabo de Creus, todos los días con precipitación.
  - **Metales**: Pb, Cd, As, Ni, Cu, Cr, Zn y Hg (sólo en Niembro).
    - En PM<sub>10</sub>, un día a la semana en las estaciones de Niembro y Campisábalos. También se han realizado medidas indicativas en campañas para el cumplimiento del RD 102/2011 en otras estaciones (campaña de 56 días, que en 2015 se ha repartido homogéneamente a lo largo del año, excepto en Els Torms).
    - En precipitación, en Niembro y Campisábalos, a partir de muestras semanales (en la estación de Niembro también se analiza el Hg en precipitación).

- En depósito total. Se han realizado medidas indicativas en campañas<sup>1</sup> para el cumplimiento del RD 102/2011 en varias estaciones.
- **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP):**
  - En PM10: una muestra por semana, en la estación de Niembro. También se han realizado medidas indicativas en campañas para el cumplimiento del RD 102/2011 en otras estaciones.
  - En depósito total. Se han realizado medidas indicativas en campañas para el cumplimiento del RD 102/2011 en varias estaciones.
- **Amoníaco (NH<sub>3</sub>):** en Niembro, Campisábalos, San Pablo de los Montes, Víznar y Els Torms, a partir de muestras semanales.
- **Compuestos orgánicos volátiles (COV) y compuestos carbonílicos** (aldehídos y cetonas): dos muestras a la semana, en la estación de San Pablo de los Montes.

En la Tabla 6.2 se puede ver detallado todo el programa de mediciones, la periodicidad de la medida y en qué estaciones se realiza cada una, así como las técnicas de análisis utilizadas.

---

<sup>1</sup> Las mediciones indicativas (de 56 días) se realizan en las siguientes estaciones: ES01: San Pablo de los Montes, ES07: Víznar, ES08: Niembro, ES12 - Zarra y ES14: Els Torms. Estas mediciones incluyen: Metales (en PM10 -datos diarios-; y en depósito total -datos mensuales-), mercurio gaseoso total (datos horarios; sólo en Niembro), e Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP; en PM10 -datos diarios- y en depósito total -datos mensuales-).

Tabla 6.2. Datos de niveles de contaminantes gaseosos en el año 2015.

DATOS MEDIDOS RED EMEP/VAG/CAMP		TÉCNICA ANALÍTICA	ESTACIONES QUE MIDEN
<b>EQUIPOS AUTOMÁTICOS (DATOS HORARIOS)</b>			
SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> O <sub>3</sub> METEOROLOGÍA		Fluorescencia UV Quimiluminiscencia Absorción UV Meteorología	TODAS
PM10 – TEOM		Microbalanza oscilante	Campisábalos Zarra Peñausende O Saviñao
<b>EQUIPOS MANUALES (DATOS DIARIOS, SEMANALES O MENSUALES)</b>			
AEROSOL (DIARIO)	PM10 PM2,5 SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> en PM10,	Gravimetría Gravimetría Cromatografía iónica	TODAS TODAS (exc. Noia y Doñana) TODAS
GASES + AEROSOL (DIARIO)	HNO <sub>3</sub> +NO <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub>	Cromatografía iónica Espectrofotometría visible - Indofenol	TODAS
ESPECIACIÓN DE PARTÍCULAS (DIARIO)	Cl, Na, Mg, Ca, K, NH <sub>4</sub> en <b>PM10</b>	Cromatografía iónica (SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , Cl, en PM10 y PM2,5) Espectrofotometría visible – Indofenol (NH <sub>4</sub> , en PM10 y PM2,5)	San Pablo de los Montes Viznar Niembro Campisábalos Els Torms
	SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , Cl, Na, Mg, Ca, K, NH <sub>4</sub> en <b>PM2,5</b>	Espectroscopia de absorción atómica (Na, Ca, Mg, K, en PM10 y PM2,5)	
CARBONO EN PARTÍCULAS (DIARIO)	CE/CO en PM2,5	Térmico óptico	San Pablo de los Montes Campisábalos
AGUA DE LLUVIA (DIARIO)	pH, SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> , Na, Mg, Ca, Cl, K y conductividad	Cromatografía iónica (SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , Cl) Espectrofotometría visible – Indofenol (NH <sub>4</sub> ) Espectroscopia de absorción atómica (Na, Ca, Mg, K) pHímetro (pH) y Conductivimetría (Conductividad)	TODAS (exc. Cabo de Creus)
METALES (Pb, As, Cd, Ni, Cu, Cr, Zn, Hg)	PM10 (DIARIO)	ICP Masas	Niembro Campisábalos San Pablo de los Montes Viznar Els Torms (campana 2 meses)
	PRECIPITACIÓN (SEMANTAL)	ICP Masas	Niembro Campisábalos
	DEPÓSITO TOTAL (MENSUAL) (todas son campanas)	ICP Masas	San Pablo de los Montes Viznar Niembro Zarra (nuevas mediciones) Els Torms
HAP	PM10 (DIARIO) (mediciones de muestras compuestas cada tres filtros diarios, en días no consecutivos)	Cromatografía de gases	Niembro San Pablo de los Montes
	DEPÓSITO TOTAL (MENSUAL) (todas son campanas)	Cromatografía de gases	San Pablo de los Montes Viznar Niembro Zarra (nuevas mediciones) Els Torms
COV y CC (DIARIO)	Etano, eteno... benceno... Formaldehído, acetona...	Cromatografía de gases HPLC con detector UV Vis	San Pablo de los Montes
AMONÍACO (SEMANTAL, excepto en Viznar que se hace un muestreo de 15 días)	NH <sub>3</sub>	Muestreo pasivo – Radiello Espectrofotometría visible – Indofenol	San Pablo de los Montes Viznar Niembro Campisábalos Els Torms

## 6.4 Datos por contaminantes (valores registrados en 2015)

### 6.4.1 Contaminantes gaseosos (datos automáticos)

En este apartado se muestran los datos de los contaminantes gaseosos principales que se miden en las todas redes de contaminación atmosférica.

En todas las estaciones de la red se realizan mediciones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub>.

Tabla 6.3. Datos de niveles de contaminantes gaseosos en el año 2015.

Nombre estación	Código de la estación	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> <sup>2</sup> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub>			AOT 40 (µg/m <sup>3</sup> h) promedio de 5 años <sup>3</sup>
					Nº superaciones			
					Media anual	Media anual	Media anual	
San Pablo de los Montes	ES01/45153999	0,46	2,8	3	45	-	-	23.821
Noia	ES05/15057999	0,6	2,4	2,6	13	-	-	8.812
Mahón	ES06/07032999	0,3	5	5,3	13	-	-	18.544
Víznar	ES07/18189999	1,1	5,8	6,6	42	1	-	27.346
Niembro	ES08/33036999	1	5	5,8	2	-	-	6.328
Campisábalos	ES09/19061999	0,44	2,5	2,7	10	-	-	18.841
Cabo de Creus	ES10/17032999	0,49	4,3	4,8	8	-	-	13.972
Barcarrota	ES11/06016999	0,43	2,3	2,5	14	-	-	11.510
Zarra	ES12/46263999	0,52	2,3	2,5	46	-	-	29.136
Peñausende	ES13/49149999	0,37	3,1	3,4	18	-	-	15.794
Els Torms	ES14/25224999	0,72	3,6	3,8	24	-	-	23.679
O Saviñao	ES16/27058999	0,56	3	3,4	30	-	-	4.533
Doñana	ES17/21005999	0,33	1,8	2,2	5	-	-	19.424

Se puede observar en la Tabla 6.3 que los valores registrados para SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> son muy bajos y en ningún caso se superan los valores legislados para la protección de la salud ni los de protección de la vegetación.

<sup>2</sup> Los datos de NO<sub>x</sub> se dan expresados en NO<sub>2</sub>.

<sup>3</sup> AOT40. Suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m<sup>3</sup> (=40 partes por mil millones) y 80 µg/m<sup>3</sup> a lo largo de un período dado, utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8.00 y las 20.00 horas, Hora de Europa Central (HEC), cada día. (Un año participa en el promedio si tiene al menos el 86% de los datos posibles. Además, para calcular el promedio se utiliza el AOT40 corregido que es el AOT40 medido \* (nº total posible de horas / nº de valores horarios medido))

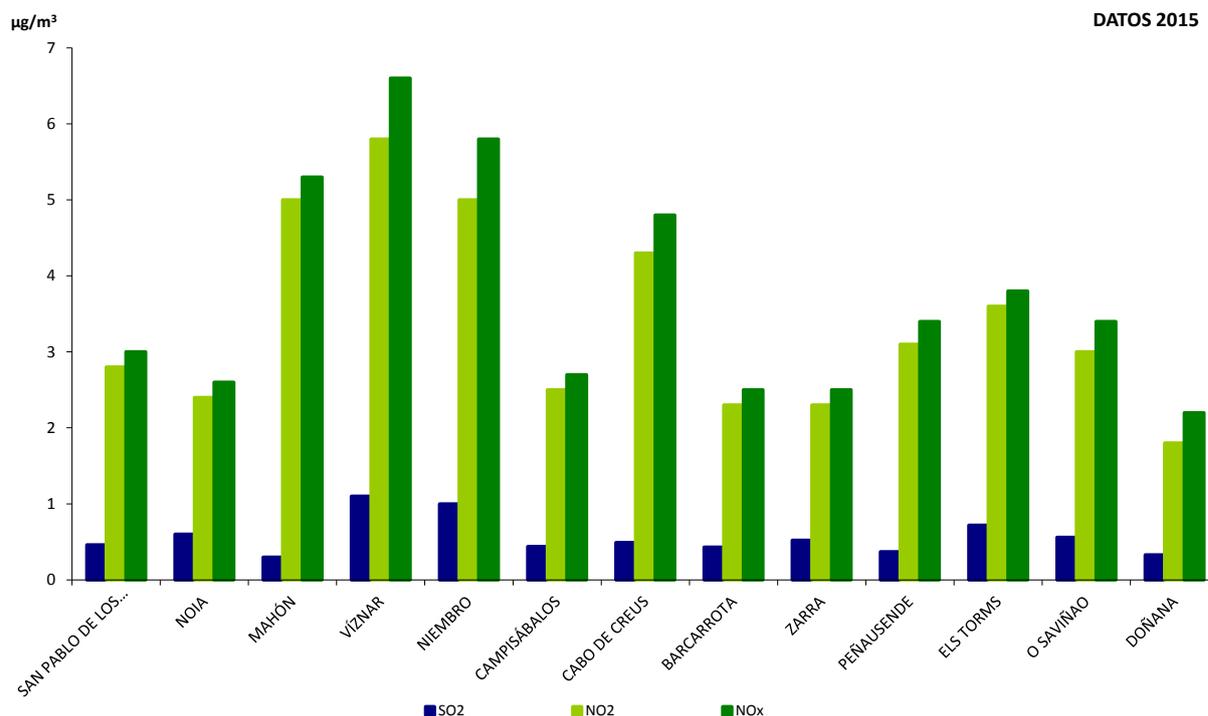


Figura 6.2. Datos de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> en el año 2015.

En la Figura 6.2 se puede observar cómo para los tres contaminantes los mayores niveles se dan en las estaciones de Víznar y Niembro.

Con respecto al O<sub>3</sub>, y como se ha expuesto anteriormente, es un contaminante secundario que se crea, con la ayuda de la radiación solar, por la reacción fotoquímica entre los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles y se dan las mayores concentraciones lejos o en la periferia de las ciudades. En el caso de las estaciones de la red, por la ubicación donde se encuentran se registran valores relativamente altos.

En lo referente a los valores objetivo de protección de la salud (Figura 6.3), se puede ver que para el año 2015, en San Pablo de los Montes, Víznar y Zarra se dieron un alto número de días con el máximo de las medias móviles octohorarias superior a 120 µg/m<sup>3</sup>. Respecto a los valores objetivo horarios, en el año 2015 se registró una superación del umbral de información en Víznar pero no se registraron superaciones del umbral de alerta en ninguna estación.

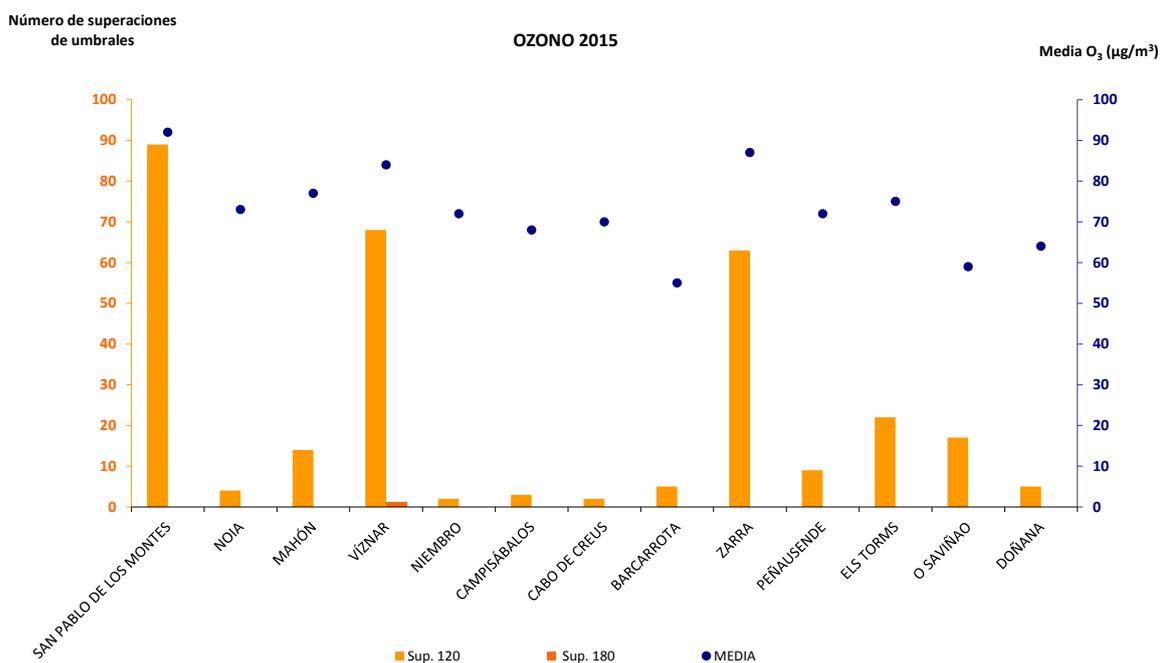


Figura 6.3. Media anual de O<sub>3</sub>, número de superaciones del máximo diario móvil octohorario de 120 µg/m<sup>3</sup> y del umbral de información de 180 µg/m<sup>3</sup>.

Si, en cambio, tenemos en cuenta la protección de la vegetación dado que el ozono es un contaminante que afecta en zonas rurales, en los siguientes gráficos se representa el AOT40 en el año 2015 y una evolución en los últimos años.

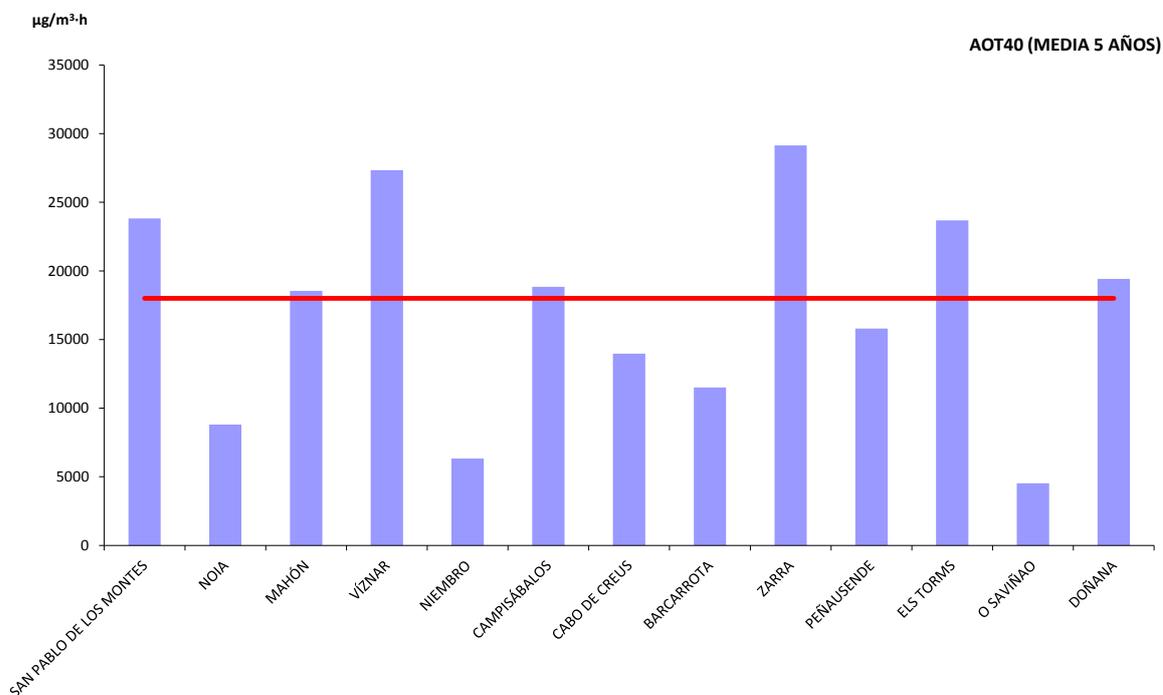


Figura 6.4. AOT40 (media de 5 años) en todas las estaciones de la red en el año 2015.

En la figura 6.4 se representa por estación el valor del AOT40 (media de 5 años) del año 2015 en todas las estaciones y se puede observar que en la mitad de las estaciones de la red se supera el valor objetivo para la protección de la vegetación, que son 18.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ .

En la figura 6.5 podemos ver cómo ha cambiado el valor de AOT40 anual en las estaciones, desde el año 2010 al 2015 y cómo en varias estaciones, el año 2015 ha registrado valores mucho mayores a los habituales en ese punto.

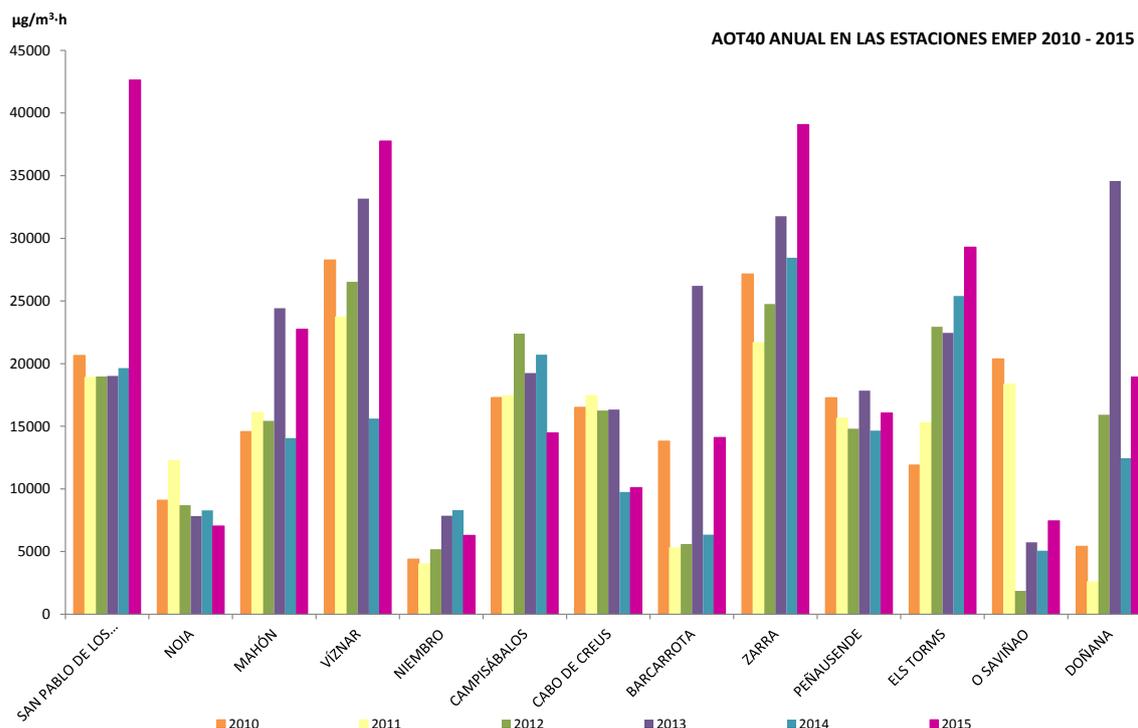


Figura 6.5. AOT40 anual en todas las estaciones de la red (2010 – 2015).

#### 6.4.2 Aerosoles y gases + aerosoles

Todas las estaciones disponen de medición manual de PM10 (por gravimetría), pero la mayoría también de PM2,5 (excepto Noia y Doñana). Además, 4 de ellas, adicionalmente también miden PM10 de forma automática.

Estas mediciones de partículas son muy interesantes para la calidad del aire ya que a partir de los datos de estas y otras estaciones se pueden calcular los descuentos que pueden hacer el resto de puntos de muestreo por intrusiones de masas de aire sahariano.

En la Tabla 6.4 se muestran los valores medios anuales del año 2015 para datos de aerosoles y gases + aerosoles en PM10.

Tabla 6.4. Datos de aerosoles y gases + aerosoles en 2015 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Nombre estación	Código de la estación	Aerosoles				Gases + Aerosoles	
		PM10	PM2,5	SO <sub>4</sub> - S	NO <sub>3</sub> - N	HNO <sub>3</sub> + NO <sub>3</sub> - N	NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> - N
San Pablo de los Montes	ES01/45153999	13	6,6	0,36	0,19	0,36	2,1
Noia	ES05/15057999	6,4	-	0,36	0,15	0,22	1,2
Mahón	ES06/07032999	18	7	0,87	0,46	0,56	1,4
Víznar	ES07/18189999	18	10	0,49	0,26	0,56	1,7
Niembro	ES08/33036999	16	7,1	0,71	0,29	0,53	1,4
Campisábalos	ES09/19061999	9,1	4,8	0,3	0,12	0,13	1
Cabo de Creus	ES10/17032999	17	8,5	0,64	0,46	0,68	1,4
Barcarrota	ES11/06016999	15	8,5	0,44	0,25	0,25	0,84
Zarra	ES12/46263999	12	6	0,49	0,33	0,44	1,4
Peñausende	ES13/49149999	9,2	5,8	0,3	0,23	0,32	1,2
Els Torms	ES14/25224999	14	8,3	0,52	0,27	0,44	2,9
O Saviñao	ES16/27058999	10	8,4	0,43	0,19	0,32	1,6
Doñana	ES17/21005999	17	-	0,75	0,45	0,59	1,8

En la Figura 6.6 se comparan los niveles de partículas PM10 y PM2,5 en las estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP. También se puede observar la comparación de los niveles de PM10 de la medida manual frente a la realizada en continuo en los cuatro puntos de la red donde se dan las mediciones en paralelo. En la actualidad sólo hay dos estaciones que no realicen las mediciones de PM2,5.

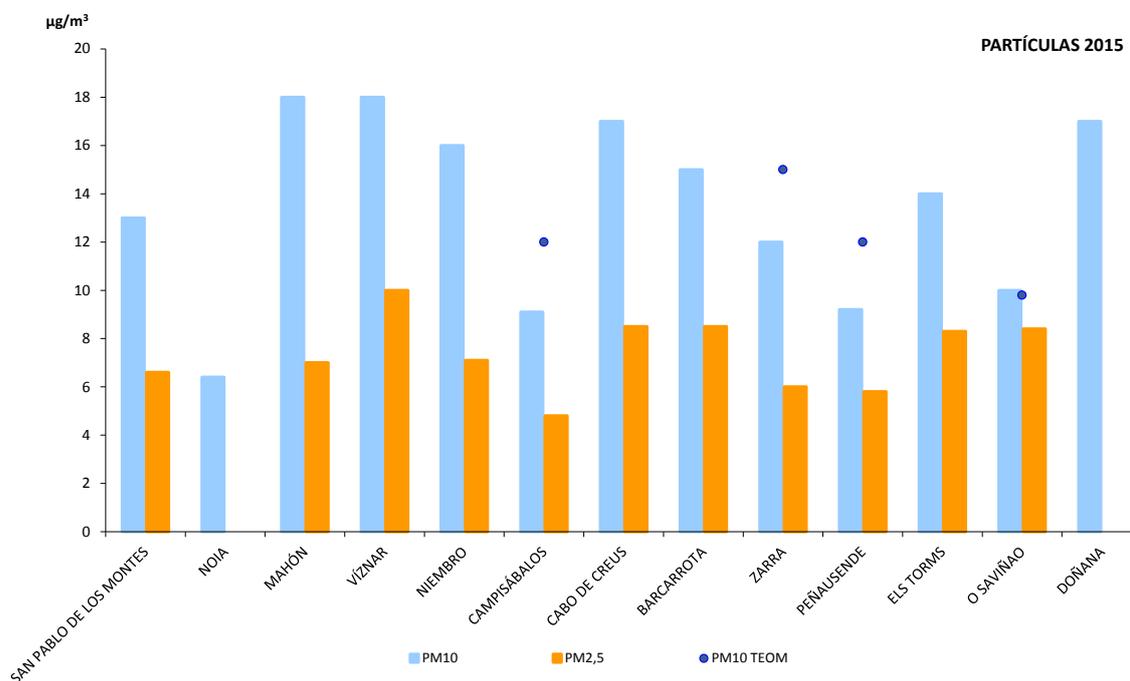


Figura 6.6. Datos medios anuales de partículas en 2015.

En la Figura 6.7 se presentan los datos sobre niveles de  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{NO}_3^-$  y de la suma de  $\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$  y de  $\text{NH}_4^++\text{NH}_3$  en el año 2015. Estos parámetros se miden en la fracción de  $\text{PM}_{10}$ , en todas las estaciones.

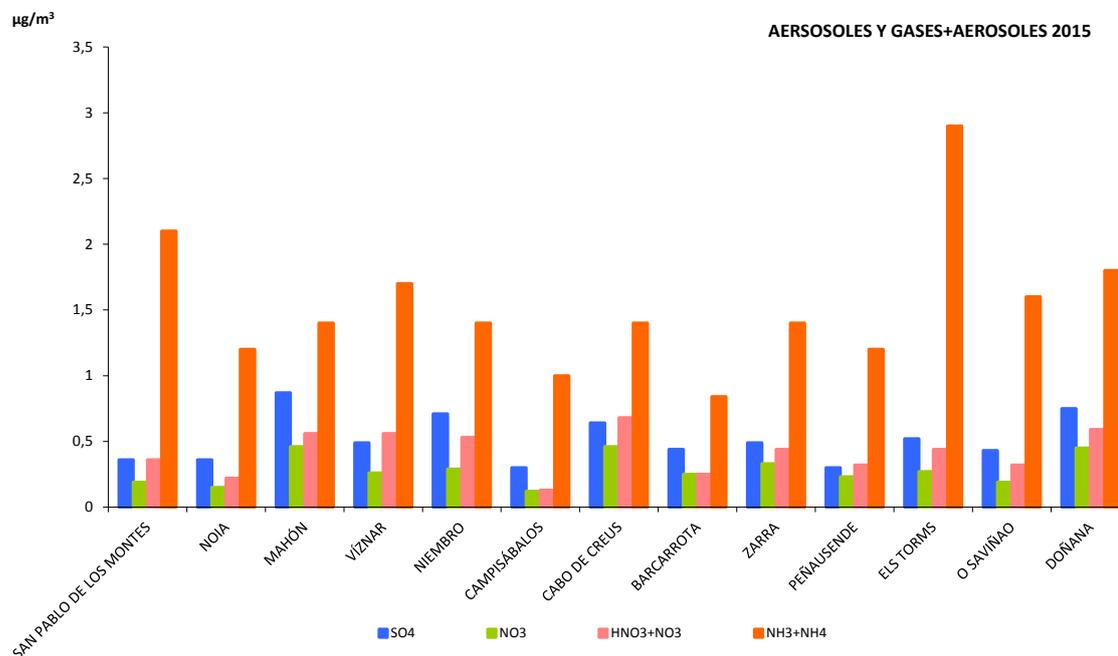


Figura 6.7. Datos medios anuales de aerosoles y gases + aerosoles en 2015.

En el apartado 6.4.3, de Especiación de  $\text{PM}_{10}$ , se pueden observar de nuevo los datos de  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{NO}_3^-$  de las estaciones donde se realiza la especiación. No son mediciones repetidas, se dan también en este apartado para verlas con el resto de especies de la especiación.

### 6.4.3 Especiación de partículas ( $\text{PM}_{10}$ y $\text{PM}_{2,5}$ )

En las 13 estaciones de la red se miden niveles de  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{PM}_{10}$ . Además, hay cinco estaciones en las que se miden otros compuestos, aniones y cationes.

En la estación de Campisábalos, estos parámetros se llevan midiendo desde el año 2005. En las estaciones de San Pablo, Víznar, Niembro y Els Torms estas mediciones comenzaron a realizarse en 2012.

Tabla 6.5. Datos de especiación de  $\text{PM}_{10}$  en 2015.

Periodo anual	Especiación de $\text{PM}_{10}$ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
	$\text{SO}_4\text{-S}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	Cl	Na	Mg	Ca	K	$\text{NH}_4\text{-N}$
San Pablo de los Montes	0,36	0,19	0,14	0,21	0,039	0,26	0,11	0,4
Víznar	0,49	0,26	0,12	0,25	0,057	0,46	0,2	0,6
Niembro	0,71	0,29	1,8	1,7	0,22	0,25	0,16	0,44
Campisábalos	0,3	0,12	0,15	0,15	0,026	0,27	0,044	0,28
Els Torms	0,52	0,27	0,13	0,43	0,054	0,41	0,14	0,65

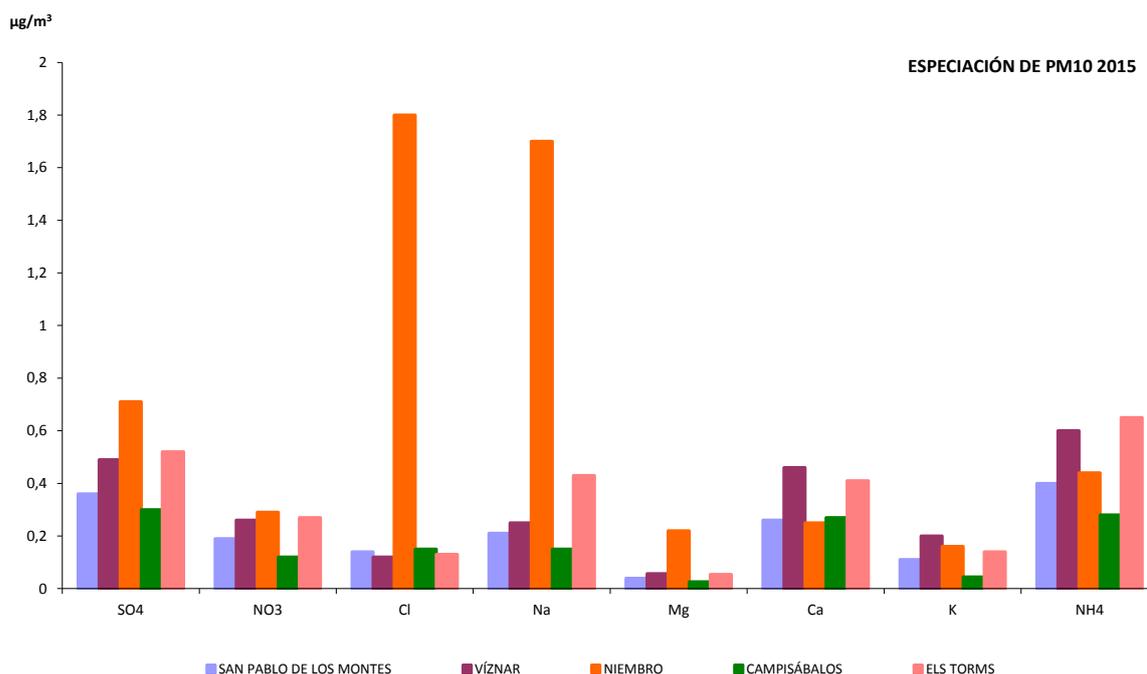


Figura 6.8. Datos medios anuales de especiación de PM10 en 2015.

En la Figura 6.8, se presentan los valores de los distintos parámetros a partir del análisis del filtro de PM10. En la estación de Niembro, ubicada muy próxima a la costa atlántica, parece que tiene influencia del aerosol marino. Además, se observan valores altos de  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{NH}_4^+$  en Niembro y Els Torms, que podrían deberse a contaminación regional. Por otra parte, los mayores niveles de  $\text{Ca}^{2+}$  registrados en Víznar son generalmente el resultado de la mayor influencia del polvo africano en esta estación de Granada, próxima al continente africano.

Respecto a la especiación de PM2,5 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  en las partículas PM2,5), se realiza el análisis en cinco de las estaciones de la red (Figura 6.9 y Tabla 6.6). En la estación de Campisábalos, estos parámetros se llevan midiendo desde el año 2005. En las estaciones de San Pablo, Víznar, Niembro y Els Torms estas mediciones comenzaron a realizarse en 2012.

En Campisábalos y San Pablo, además, se realiza el análisis del contenido en carbono orgánico y carbono elemental en PM2,5 (resultados en el apartado 6.4.4).

Tabla 6.6. Datos de especiación de PM2,5 en 2015.

Periodo anual	Especiación de PM2,5 (en µg/m³)							
	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>3</sub> -N	Cl	Na	Mg	Ca	K	NH <sub>4</sub> -N
San Pablo de los Montes	0,33	0,071	0,076	0,084	0,014	0,073	0,087	0,24
Víznar	0,41	0,081	0,062	0,099	0,028	0,19	0,16	0,25
Niembro	0,51	0,081	0,2	0,34	0,04	0,088	0,085	0,17
Campisábalos	0,24	0,037	0,13	0,064	0,014	0,11	0,036	0,17
Els Torms	0,49	0,13	0,093	0,09	0,015	0,11	0,097	0,48

En la Figura 6.9 se muestran los valores de los distintos parámetros en la fracción de PM<sub>2,5</sub>. En ella se evidencian las características descritas para Els Torms (mayor carga de contaminación antropogénica, siempre dentro de los valores característicos de una red de fondo) y Víznar (mayor influencia africana). Además, en Niembro se refleja la influencia del aerosol marino en los niveles de PM<sub>2,5</sub>, si bien no tan marcado como sobre el PM<sub>10</sub>.

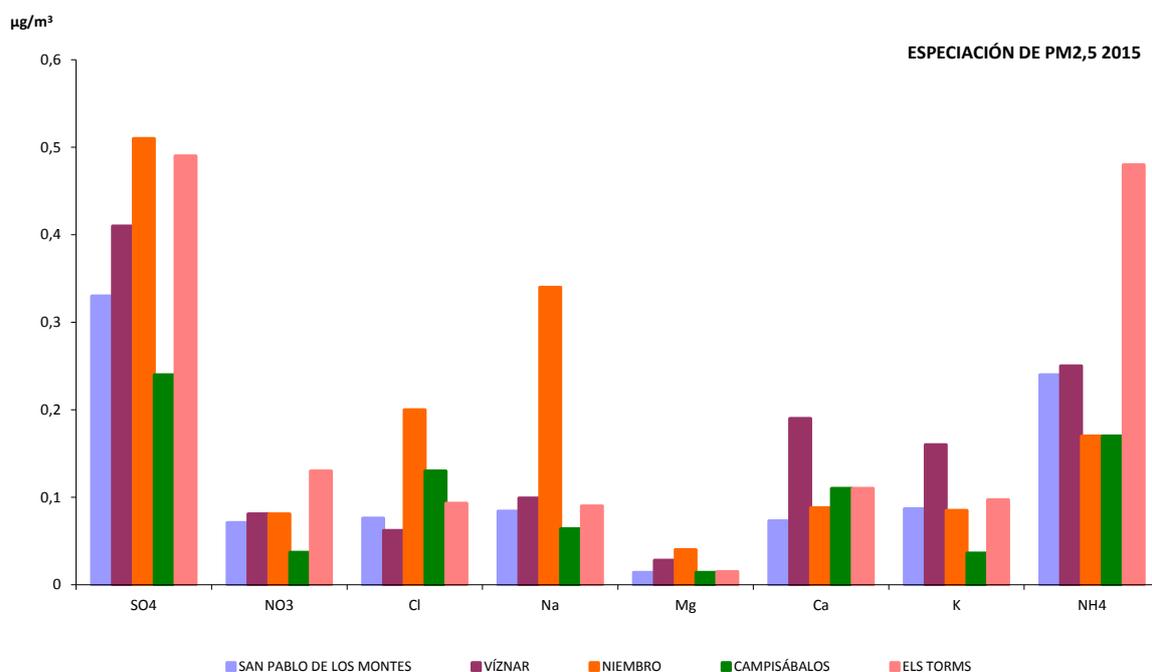


Figura 6.9. Datos medios anuales de especiación de PM<sub>2,5</sub> en 2015.

#### 6.4.4 Carbono en partículas

En la red EMEP/VAG/CAMP se miden los niveles de carbono elemental y orgánico (CE y CO) en la fracción de partículas de PM<sub>2,5</sub> en las estaciones de Campisábalos y San Pablo de los Montes.

Tabla 6.7. Datos de carbono elemental y orgánico en PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> en 2015 (en µg/m<sup>3</sup>).

Periodo Anual	PM <sub>2,5</sub>	
	Carbono elemental	Carbono Orgánico
San Pablo de los Montes	0,14	2
Campisábalos	0,13	1,8

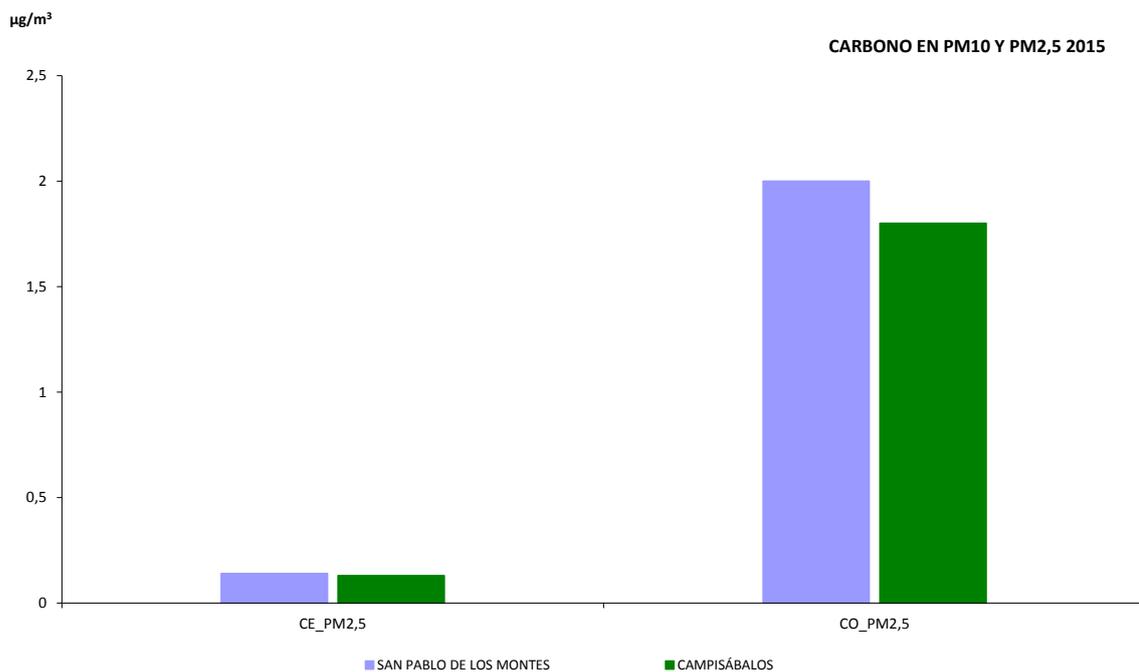


Figura 6.10. : Datos medios anuales de carbono en PM10 y PM2,5 en 2015

#### 6.4.5 Análisis de la precipitación

En todas las estaciones de la red, excepto en Cabo de Creus, se analiza la lluvia diaria y que incluye pH y conductividad, así como las concentraciones de aniones y cationes.

Además, hay dos estaciones (Niembro y Campisábalos) donde se analiza la lluvia acumulada a lo largo de una semana. En este caso, se determinan las concentraciones de metales. En la estación de Niembro, se analiza además la concentración del mercurio de una muestra de precipitación semanal (ver apartado 6.4.6).

La Tabla 6.8 muestra los valores medios anuales de pH y conductividad diario en las estaciones de la red en el año 2015.

Tabla 6.8. Datos medios anuales de pH y conductividad diaria en 2015.

Nombre estación	Código de la estación	pH	Cond (µS/cm)
San Pablo de los Montes	ES01/45153999	5,9	42
Noia	ES05/15057999	5,2	26
Mahón	ES06/07032999	5,9	280
Víznar	ES07/18189999	6,5	29
Niembro	ES08/33036999	5,2	56
Campisábalos	ES09/19061999	6,3	17
Barcarrota	ES11/06016999	5,9	16
Zarra	ES12/46263999	6,5	31
Peñausende	ES13/49149999	6,1	18
Els Torms	ES14/25224999	6,5	32
O Saviñao	ES16/27058999	5,7	27
Doñana	ES17/21005999	6	27

En la Figura 6.11 se puede observar que en las estaciones de Niembro y Noia se registran los valores más bajos de pH. Además, en la estación de Mahón, y en menor proporción en Niembro, se registran unos valores muy altos de conductividad, probablemente influidos por el agua de mar dada la ubicación de estas estaciones.

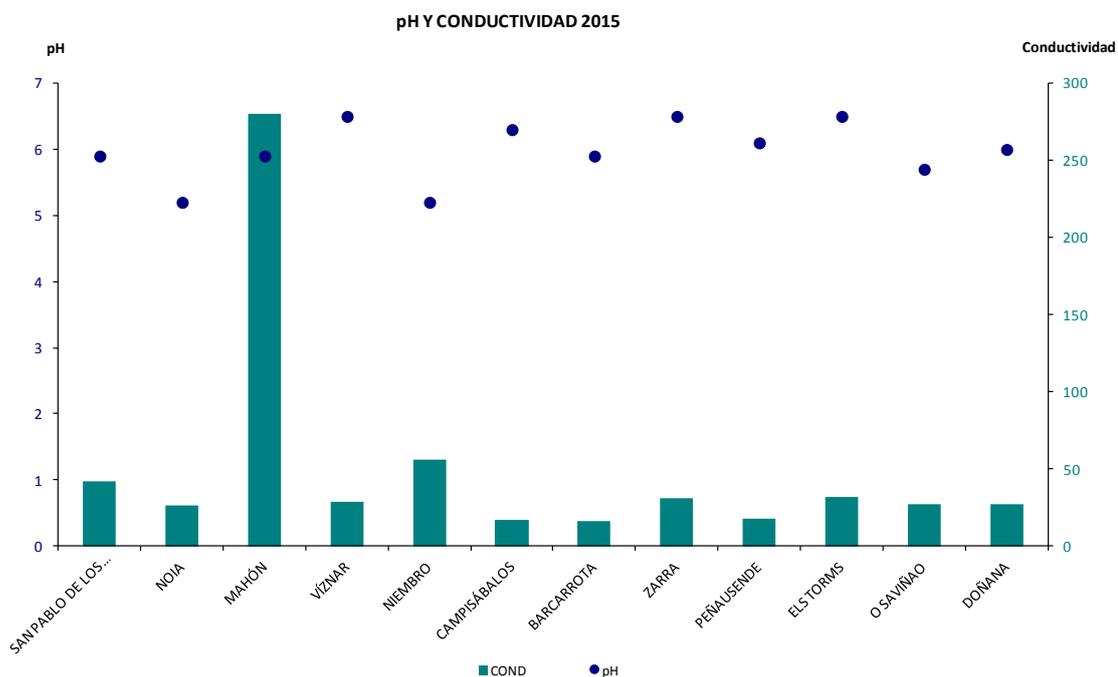


Figura 6.11. Media anual de pH y de conductividad en el año 2015.

En la Tabla 6.9 se muestran los valores medios anuales del depósito húmedo diario. Los datos de esta tabla se obtienen a partir de las concentraciones medidas tras el análisis en el laboratorio y considerando el volumen recogido de la precipitación caída cada día y el área del captador.

Así, los datos de concentración de cada parámetro (concentración diaria), que se miden en mg/l, se multiplican por el volumen de precipitación recogida y se divide por el área del captador (m<sup>2</sup>) obteniendo el depósito diario de cada parámetro (mg/m<sup>2</sup>·día). Posteriormente se realiza el cálculo anual dividiendo el sumatorio de todos los depósitos diarios (de los días que ha habido lluvia) entre el número total de días del año, obteniendo la media anual del depósito húmedo diario.

Tabla 6.9. Media anual del depósito diario en 2015 (mg/m<sup>2</sup>·día).

Nombre estación	Código de la estación	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Na	Mg	Ca	Cl	K
San Pablo de los Montes	ES01/45153999	0,32	0,24	0,36	0,25	0,07	1,11	0,40	0,09
Noia	ES05/15057999	1,88	0,64	0,49	11,04	1,30	1,12	16,61	0,58
Mahón	ES06/07032999	2,98	0,57	0,29	26,94	3,32	2,49	40,05	1,14
Víznar	ES07/18189999	0,49	0,39	0,64	0,37	0,26	1,92	0,98	0,26
Niembro	ES08/33036999	1,85	1,72	0,97	13,70	1,64	1,47	20,39	0,54
Campisábalos	ES09/19061999	0,23	0,30	0,41	0,17	0,07	0,83	0,35	0,06
Barcarrota	ES11/06016999	0,24	0,15	0,30	0,61	0,14	0,55	0,99	0,38
Zarra	ES12/46263999	0,44	0,32	0,37	0,36	0,11	1,57	0,68	0,07
Peñausende	ES13/49149999	0,29	0,24	0,60	0,28	0,10	0,69	0,53	0,17
Els Torms	ES14/25224999	0,36	0,29	0,51	0,28	0,13	1,56	0,53	0,29
O Saviñao	ES16/27058999	0,90	0,64	1,17	2,90	0,44	1,21	4,96	0,67
Doñana	ES17/21005999	0,34	0,12	0,11	1,72	0,21	0,47	2,55	0,08

La Figura 6.12 muestra, por estación, los valores del resto de parámetros analizados en el agua de precipitación diario en el año 2015 en la media anual del depósito diario. En la mayoría de estaciones se dan valores muy bajos. Sin embargo, en las estaciones más próximas a la costa, Noia, Mahón, Niembro, Saviñao y Doñana, los datos de Na y Cl son notablemente más elevados. Puede deberse a que las muestras de precipitación reciben la influencia del aerosol marino.

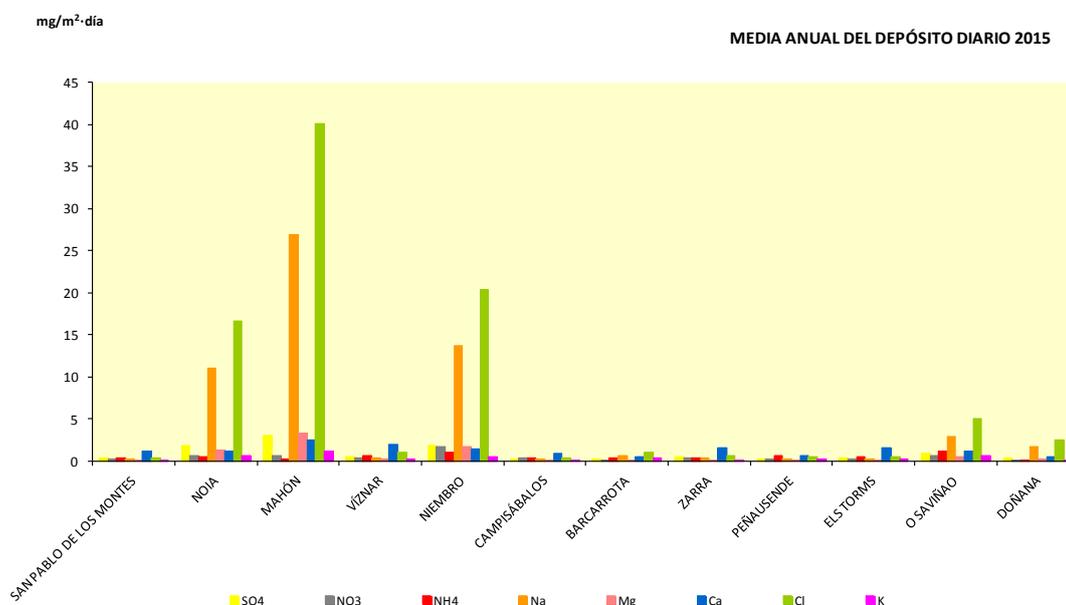


Figura 6.12. Datos de compuestos en precipitación en el año 2015.

### 6.4.6 Metales

En la red EMEP/VAG/CAMP se miden los metales tanto en PM10, como en precipitación y en depósito total.

Los **metales en PM10** se miden en las estaciones de Niembro y Campisábalos regularmente, con una muestra a la semana a partir de los filtros de PM10 durante todo el año, desde 2001.

Además, se realizan medidas indicativas en campañas para el cumplimiento del Real Decreto 102/2011 en San Pablo de los Montes, Víznar y Els Torms. Hasta el año 2014 estas mediciones se realizaban también en la estación de Mahón pero por motivos logísticos, se consideró necesario dejar de realizar en esa estación las campañas de medición y dado que Campisábalos ya realizaba estos análisis y se cumplen el número de estaciones que indica el real decreto (5), estas mediciones no se realizarán estas mediciones en otra estación nueva.

Las campañas en la actualidad han establecido un muestreo distribuido a lo largo de todo el año (excepto en la estación de Els Torms) para eliminar la variable estacional que existía al hacer comparaciones entre los datos.

Tabla 6.10. Datos de análisis de metales en PM10 en 2015 (ng/m<sup>3</sup>).

Estaciones	FECHA	Pb	As	Cd	Ni	Cu	Cr	Zn
San Pablo de los Montes	TODO EL AÑO	1,5	0,19	0,045	0,66		0,39	23
Víznar	TODO EL AÑO	1,8	0,2	0,082	2		0,44	41
Niembro	TODO EL AÑO	2,6	0,18	0,11	0,8		0,38	44
Campisábalos	TODO EL AÑO	1,2	0,13	0,046	0,41	0,41	0,34	54
Els Torms	Junio - Julio	1,1	0,16	0,045	0,75		0,17	7,8

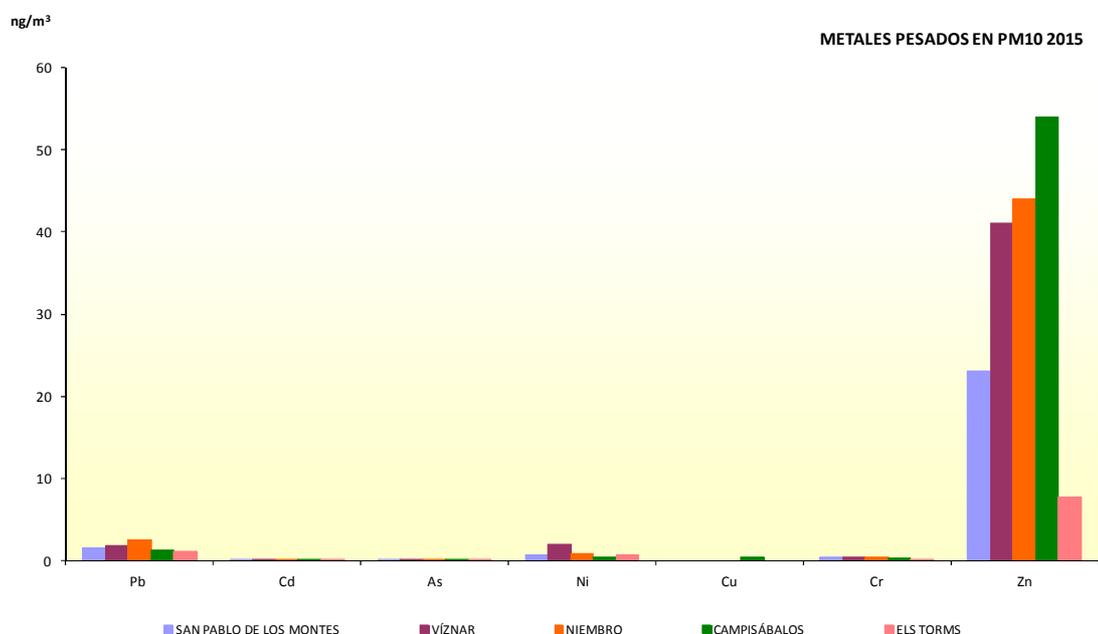


Figura 6.13. Metales en PM10 en la red EMEP/VAG/CAMP en el año 2015.

Las mediciones de **metales en precipitación** se llevan a cabo en las estaciones de Niembro y de Campisábalos donde se analizan a partir de la muestra de lluvia recogida a lo largo de una semana. En Niembro, además, se mide el mercurio en precipitación (por la importancia para el cumplimiento del programa CAMP).

A continuación se muestran los valores medios anuales del depósito húmedo semanal en la Tabla 6.11 y en la Figura 6.14. Los datos de esta tabla se obtienen a partir de las concentraciones medidas de metales en la precipitación recogida cada semana tras el análisis en el laboratorio y considerando el volumen recogido de la precipitación caída cada semana y el área del captador.

Así, los datos de concentración de cada metal (concentración semanal), que se miden en  $\mu\text{g/l}$  (el mercurio en  $\text{ng/l}$ ), se multiplican por el volumen de precipitación recogida y se divide por el área del captador ( $\text{m}^2$ ) obteniendo el depósito diario de cada parámetro ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{-semana}$  o  $\text{ng}/\text{m}^2\text{-semana}$  en el caso del mercurio). Posteriormente se realiza el cálculo anual dividiendo el sumatorio de todos los depósitos semanales entre el número de semanas del año, obteniendo la media anual del depósito húmedo semanal de metales.

Tabla 6.11. Media anual del depósito húmedo semanal de metales en 2015 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{-semana}$ ).

Estaciones	Pb	Cd	As	Ni	Cu	Cr	Zn	Hg ( $\text{ng}/\text{m}^2\text{-semana}$ )
Niembro	29,44	1,03	1,55	11,85	290,60	16,86	1192,09	53,01
Campisábalos	4,58	0,19	0,36	5,51	31,02	4,51	279,26	

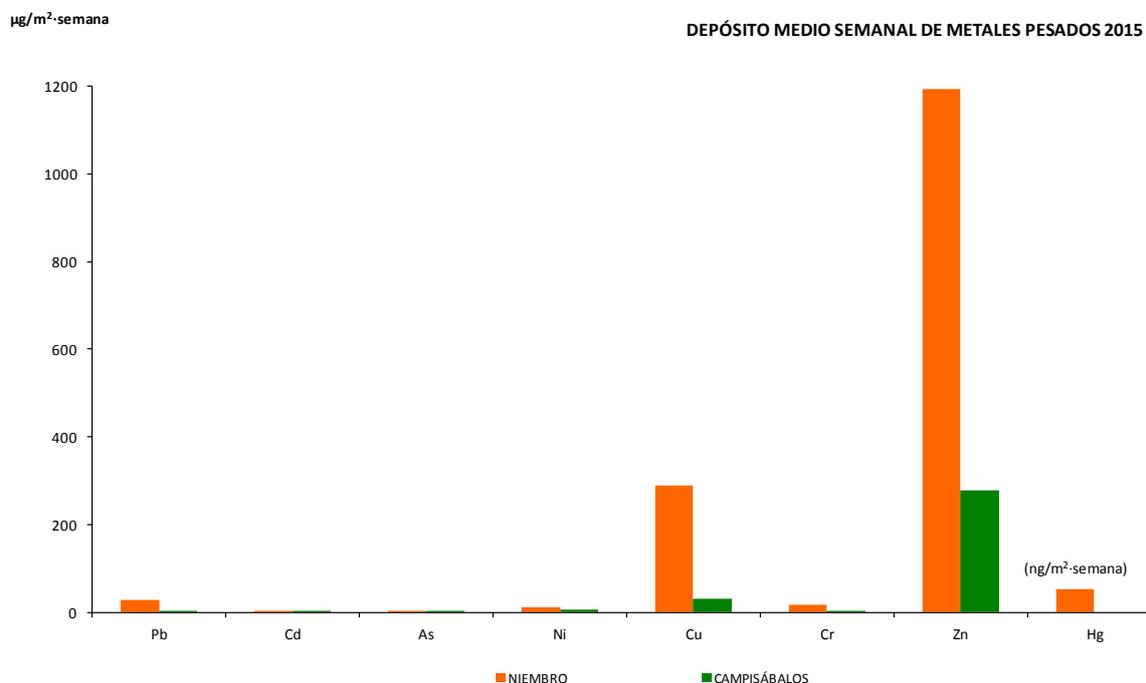


Figura 6.14. Depósito húmedo semanal de metales durante el año 2015.

Además, por el RD 102/2011 se realizan campañas de **metales en depósito total** en cinco estaciones de la red, durante 4 meses, en captaciones de un mes de duración.

Hasta el año 2014 se realizaban mediciones en Mahón pero en 2015 por motivos logísticos, se consideró necesario el traslado de las campañas de depósitos de HAP a la estación de Zarra

Las campañas no han sido realizadas en el mismo periodo de tiempo por lo que hay que tener en cuenta la variable estacional al hacer comparaciones entre los datos.

Las mediciones de metales en depósito total (depósito húmedo + depósito seco) se realizan en un colector que siempre está abierto y el muestreo dura un mes. En este periodo se recoge el agua de lluvia cuando llueve y se produce depósito seco de material particulado el resto del tiempo. A partir del material muestreo (tanto seco como húmedo) se realiza un análisis de metales.

En la Tabla 6.12 y Figuras 6.15 se observa que los niveles de depósito total de metales son bastante diferentes entre unos metales y otros.

Tabla 6.12. Datos de depósito total de metales en 2015 ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{día}$ ).

Estaciones	FECHA	Pb	Cd	As	Ni	Cu	Cr	Zn	Hg ( $\text{ng}/\text{m}^2\cdot\text{día}$ )
San Pablo de los Montes	Enero - Abril	0,39	0,024	0,083	0,78	8,5	0,22	131	8
Víznar	Marzo - Junio	0,78	0,021	0,11	0,79	9,4	0,32	61	6,9
Niembro	Sept - Diciembre	0,76	0,14	0,18	4,2	12	0,92	103	47
Zarra	Julio - Octubre	0,58	0,018	0,088	0,7	7,3	0,26	33	19
Els Torms	Mayo - Agosto	0,5	0,019	0,083	0,69	15	0,31	26	12

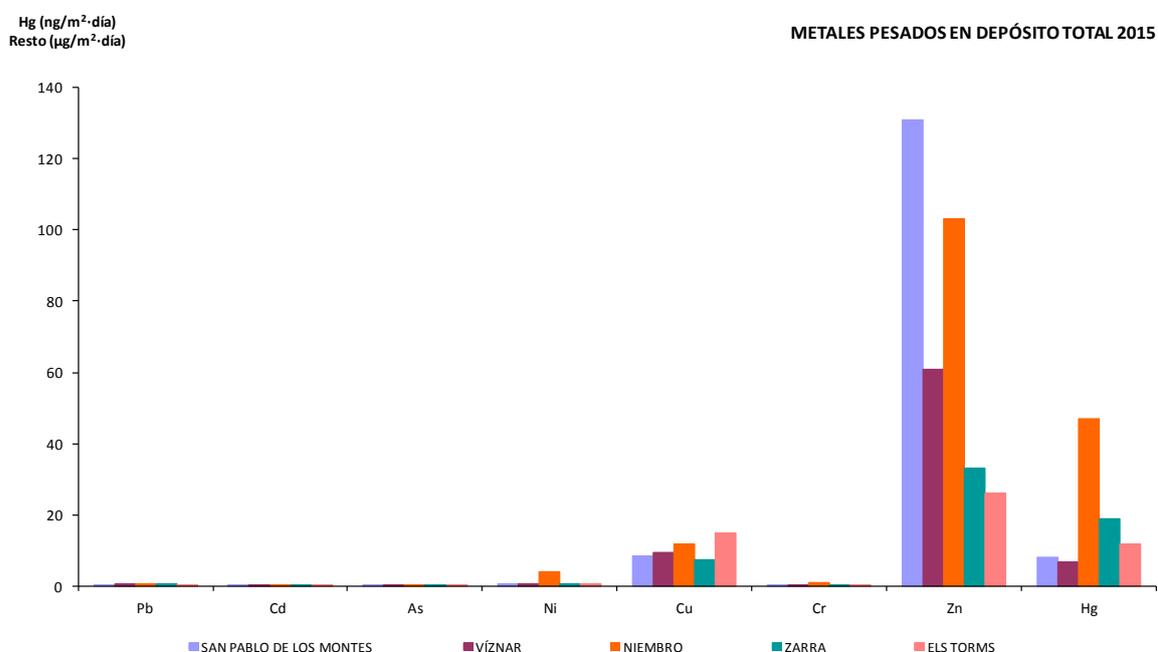


Figura 6.15. Datos de metales en depósito total en 2015.

#### 6.4.7 Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)

En la red EMEP/VAG/CAMP se miden los hidrocarburos aromáticos policíclicos tanto en PM10, como en depósito total.

En la estación de Niembro, se miden desde 2006 los hidrocarburos aromáticos policíclicos a partir de los filtros de PM10 de forma regular, una vez cada 6 días. Además, hasta el año 2014 se realizaron medidas indicativas en campañas para el cumplimiento del RD 102/2011 en San Pablo de los Montes, Mahón, Víznar, Niembro y Els Torms. En el año 2015 y dado que tal como estaban planteadas las campañas no podían considerarse muestras temporalmente bien distribuidas a lo largo del año por lo que se tenía un sesgo estacional y que los valores registrados en las mediciones diarias son tan bajos que en su mayoría están por debajo del límite de cuantificación por lo que el resultado es un valor estimado muy pequeño, se tomó la decisión de realizar muestras compuestas. Se toman tres muestras diarias no consecutivas y se agregan para realizar el análisis conjuntamente. Además, por motivos logísticos, se consideró necesario el traslado de las campañas de depósitos de HAP de la estación de Mahón a la estación de Zarra.

Como consecuencia de este cambio de metodología, en 2015 sólo se cuenta con datos de HAP en PM10 en Niembro y San Pablo de los Montes. Las campañas de depósito total de HAP -datos mensuales- se realizan en San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Zarra y Els Torms. Ya que estas campañas no han sido realizadas en el mismo periodo de tiempo, hay que tener en cuenta la variable estacional al hacer comparaciones entre los datos.

Para medir el depósito total de HAP se utiliza el mismo método de muestreo que el visto en el apartado sobre metales (ver apartado 6.4.6).

Tabla 6.13. Datos de hidrocarburos aromáticos policíclicos en PM10 en 2015 (ng/m<sup>3</sup>).

Parámetro	San Pablo de los Montes	Niembro
Naftaleno	0,046	0,027
Acenaftileno	0,0083	0,005
Acenafteno	0,24	0,0083
Fluoreno	0,033	0,033
Fenantreno	0,45	0,056
Antraceno	0,093	0,0018
Fluoranteno	0,39	0,075
Pireno	0,26	0,076
Benzo_a_Antraceno	0,05	0,022
Criseno	0,31	0,14
Benzo_k_Fluoranteno	0,23	0,5
Benzo-b+j-Fluoranteno	0,88	4,2
Benzo_a_Pireno	0,00086	0,054
Indeno_123_cd_Pireno	0,073	0,74
Dibenzo_ah_Antraceno	0,0018	0,14
Benzo_ghi_Perileno	0,017	0,5

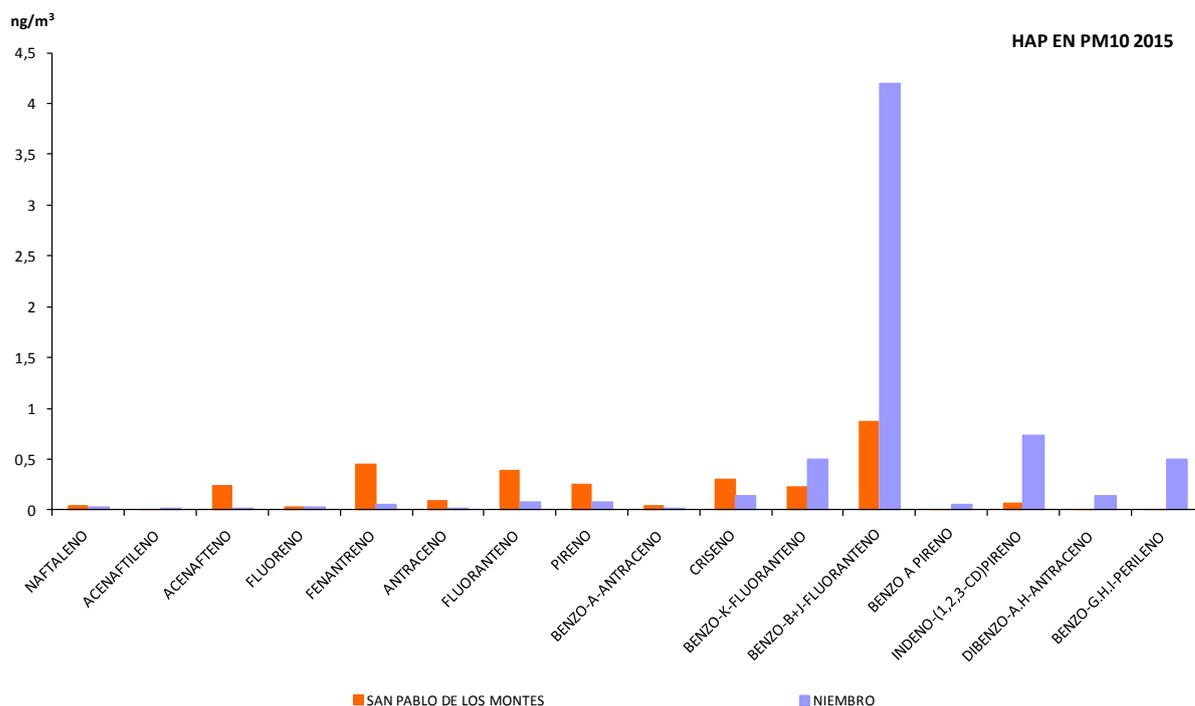


Figura 6.16. Datos de HAP en PM10 en el año 2015.

Tabla 6.14. Datos de depósito total de hidrocarburos aromáticos policíclicos en 2015 (ng/m<sup>2</sup>-día).

Parámetro	San Pablo de los Montes	Víznar	Niembro	Zarra	Els Torms
FECHA	Enero - Abril	Marzo - Junio	Sept - Dic	Julio - Octubre	Mayo - Agosto
Naftaleno	0,99	0	0	0	0
Acenaftileno	0	0	0	0	0
Acenafteno	0,21	0	0	0	0
Fluoreno	2,6	0	40	0	10
Fenantreno	0,67	1,4	8,1	1,8	0,055
Antraceno	0	0	0,66	0	0
Fluoranteno	0,59	1,6	2,2	1,6	1,2
Pireno	0,92	0	1,3	0,64	0
Benzo_a_Antraceno	0,05	0	0,69	0,41	0
Criseno	0,42	0	3,7	0,88	0
Benzo_b+j_Fluoranteno	1,1	0	7,2	0	0
Benzo_k_Fluoranteno	0,69	0	2	1,2	0
Benzo_a_Pireno	0,025	0	0,85	0	0
Indeno_123_cd_Pireno	0	0,27	5,1	3,5	0
Dibenzo_ah_Antraceno	0	0,41	3,5	2,5	0
Benzo_ghi_Perileno	0	0,22	3,5	1,7	0

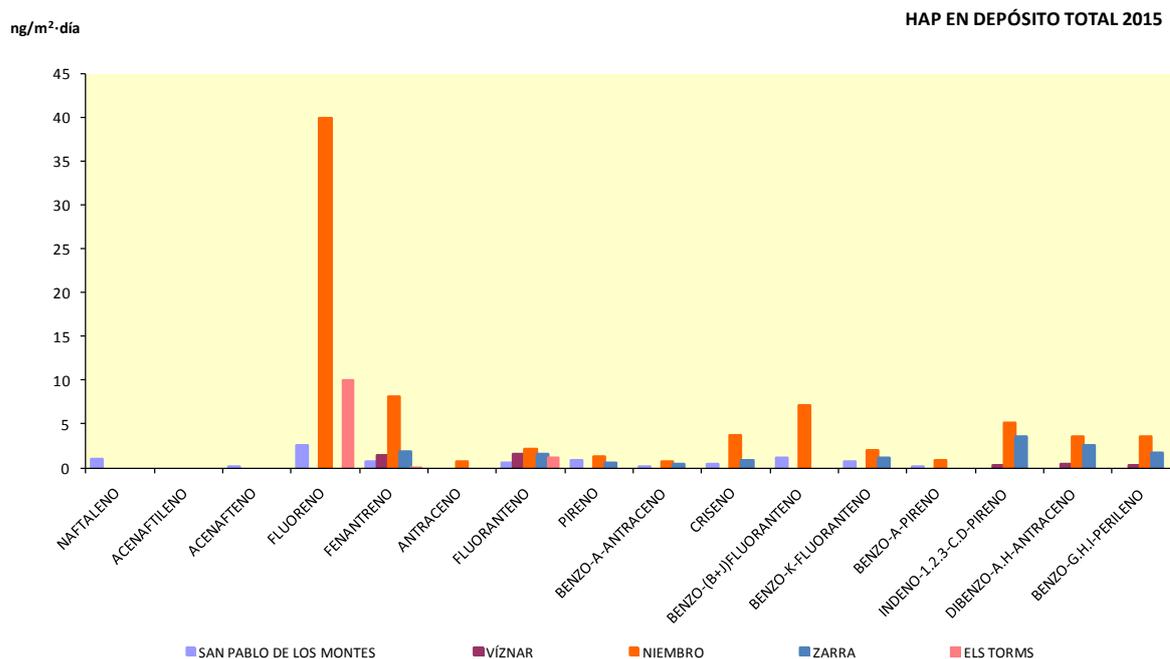


Figura 6.17. Datos de HAP en depósito total en el año 2015.

#### 6.4.8 Amoníaco

Se miden los niveles de NH<sub>3</sub> (gas) mediante tubos pasivos en muestras semanales (en Víznar se realizan los muestreos de forma quincenal) en cinco puntos de la red para dar una cobertura espacial completa en toda la península. Hasta 2012 sólo se medía en Niembro y Campisábalos, año en que comenzaron las mediciones de NH<sub>3</sub> en San Pablo de los Montes, en Víznar y en Els Torms. En la estación de Barcarrota se realizaron mediciones hasta el año 2014.

La Tabla 6.15 y la Figura 6.18 muestran los valores medios anuales de los niveles de amoníaco en el año 2015 en los puntos de medida.

Se puede observar que en la estación de Els Torms se dan los valores más altos debido probablemente a las emisiones de NH<sub>3</sub> de las abundantes granjas porcinas existentes en la zona. Esto también se refleja en los valores de la suma de NH<sub>4</sub>+NH<sub>3</sub> (apartado 6.4.2) y en el valor de NH<sub>4</sub> (apartado 6.4.3).

Tabla 6.15. Datos de amoníaco en 2015 (µg/m<sup>3</sup>).

Periodo	San Pablo de los Montes	Víznar	Niembro	Campisábalos	Els Torms
Anual	1,64	1,46	0,61	0,88	3,63

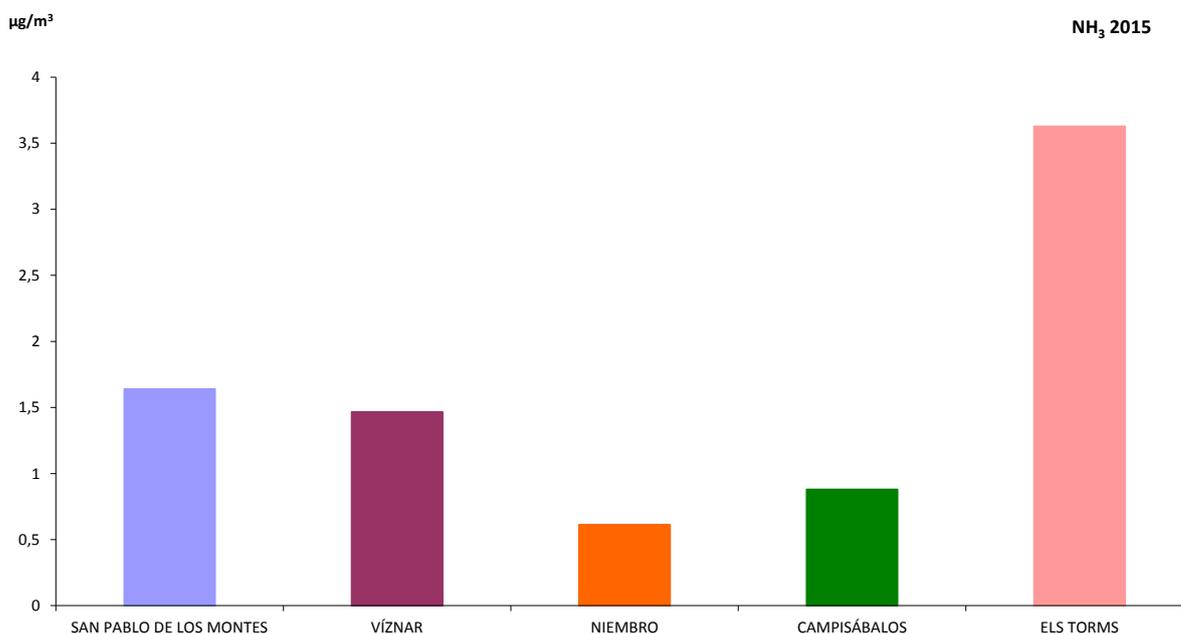


Figura 6.18. Datos de amoniaco en el año 2015

#### 6.4.9 [Compuestos foto-oxidantes \(orgánicos y carbonílicos\)](#)

Los compuestos foto-oxidantes sólo se miden en una estación en toda la red, en San Pablo de los Montes. Hasta 2007 se medía en Campisábalos, pero al unificarse las dos redes se trasladaron las mediciones a San Pablo. En esta estación se miden compuestos orgánicos volátiles y compuestos carbonílicos (Tablas 6.16 y 6.17 y Figuras 6.19 y 6.20).

Tabla 6.16. Datos de compuestos orgánicos volátiles en 2015 (nmol/mol).

Parámetro	San Pablo de los Montes
Etano	1,4
Eteno	0,1
Acetileno	0,038
Propano	3,2
Propeno	0,31
i-Butano	2,4
n-Butano	2,6
1-Buteno	0,1
Cis-2 Buteno	0,65
Trans-2 Buteno	0,061
Butadieno	0,25
i-Pentano	0,91
n-Pentano	0,66
1-Penteno	0,21
Trans-2 Penteno	0,1
n-Hexano	4,3
n-Heptano	0,52
n-Octano	0,21
Benceno	0,51
Tolueno	3,8
Isopreno	2

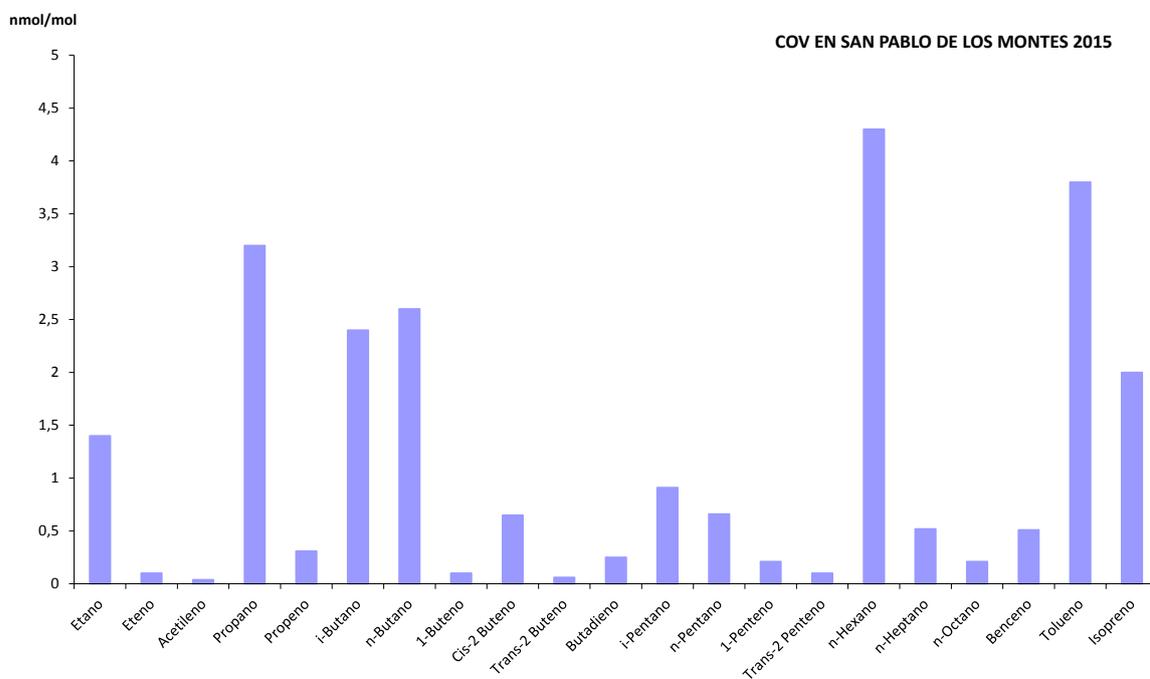


Figura 6.19. Datos de COV en el año 2015.

Tabla 6.17. Datos de compuestos carbonílicos en 2015 (ng/l).

Parámetro	San Pablo de los Montes
Formaldehído	1,1
2-Butanona	0,6
Acetaldehído	0,98
Acetona+Acroleína	8,2
Benzaldehído	0,46
Crotonaldehído	0,12
Hexanal	0,35
Pentanal	1
Propanal	0,68
Tolualdehído	0,35
Metacroleína + Butanal	0,71

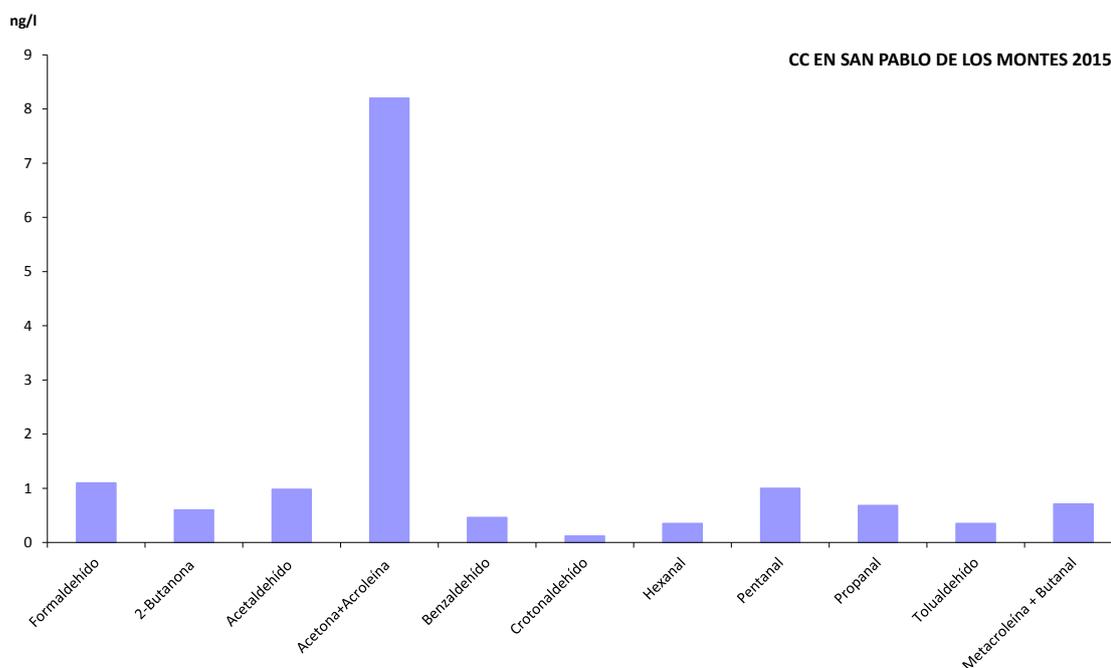


Figura 6.20. Datos de CC en el año 2015.

