



**TENDENCIAS DE LA
CALIDAD DEL AIRE EN
ESPAÑA
2001-2022**

El informe de **Tendencias de la Calidad del Aire en España 2001 - 2022** ha sido elaborado por la Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones
2023

Lengua/s: Español

NIPO: 665230281

Gratuita / Unitaria / En línea / pdf

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todos los **gestores de las diferentes Redes de Calidad del Aire** de España que han participado con sus datos para realización del informe.



Foto portada

Fuente: M.J. Cornide.

TENDENCIAS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA 2001-2022

INDICE

1.	ANTECEDENTES	1
2.	DESCRIPCION DEL DOCUMENTO	2
3.	ACRÓNIMOS UTILIZADOS	5
4.	DIÓXIDO DE AZUFRE	7
4.1	Evolución 2001-2022 del SO ₂	7
4.2	Niveles de SO ₂ en 2022	11
5.	ÓXIDOS DE NITRÓGENO	12
5.1	Evolución 2001-2022 del NO ₂	12
5.2	Niveles de NO ₂ en 2022	17
6.	PARTÍCULAS PM10.....	19
6.1	Evolución 2001-2022 de las partículas PM10.....	19
6.2	Niveles de PM10 en 2022	24
7.	PARTÍCULAS PM2,5.....	28
7.1	Evolución 2008-2022 de las partículas PM2,5.....	28
7.2	Niveles de PM2,5 en 2022	31
8.	OZONO.....	33
8.1	Evolución 2004-2022 del O ₃	33
8.2	Niveles del O ₃ en 2022.....	37
9.	MONÓXIDO DE CARBONO.....	39
9.1	Evolución 2003-2022 del monóxido de carbono (CO).....	39
9.2	Niveles de CO en 2022	42
10.	BENCENO	43
10.1	Evolución 2003-2022 del benceno (C ₆ H ₆).....	43
10.2	Niveles de C ₆ H ₆ en 2022	46
11.	BENZO(A)PIRENO.....	47
11.1	Evolución 2008-2022 del benzo(a)pireno (BaP)	47
11.2	Niveles del B(a)P en 2022	50
12.	PLOMO	51
12.1	Evolución 2001-2022 del plomo (Pb).....	51
12.2	Niveles del Pb en 2022	52
13.	ARSÉNICO	55
13.1	Evolución 2008-2022 del arsénico (As).....	55
13.2	Niveles del As en 2022.....	57
14.	CADMIO	59
14.1	Evolución 2008-2022 del cadmio (Cd)	59
14.2	Niveles del Cd en 2022	61
15.	NÍQUEL	63
15.1	Evolución 2008-2022 del níquel (Ni)	63
15.2	Niveles del Ni en 2022	65
16.	CONCLUSIONES	67

1. ANTECEDENTES

La legislación vigente sobre calidad del aire (*Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire*¹) tiene por objeto regular la evaluación, el mantenimiento y la mejora de esta en relación con diferentes sustancias contaminantes, a través del establecimiento de métodos y criterios comunes que permiten medir, calcular, predecir o estimar las concentraciones de un contaminante en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento determinado. Ello permite obtener información comparable sobre la situación de la calidad del aire en todo el territorio nacional, información que es puesta a disposición del público y trasladada a la Comisión Europea.

En la página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico anualmente se publican los resultados de la evaluación de calidad del aire llevada a cabo en España², la última de las cuales corresponde al año 2022 ("*Informe de la evaluación de la calidad del aire 2022*"³). Estos informes anuales reflejan la situación en la que se encuentran cada año las diferentes redes oficiales de calidad del aire respecto a los valores legislados en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire para un conjunto de contaminantes, y proporcionan información sobre las zonas de evaluación definidas, los métodos de evaluación y los planes de calidad del aire que dichas redes han puesto en marcha para reducir o mantener los niveles de calidad del aire medidos en su territorio. También se elabora un informe anual específico sobre los datos de contaminación atmosférica en zonas rurales remotas, obtenidos en la Red EMEP/VAG/CAMP.

Por otra parte, en diciembre de 2013, y a partir del Plan Nacional de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera 2013-2016, entre cuyos objetivos se encontraba el de fomentar la concienciación de la ciudadanía y la mejora de la divulgación de la información disponible sobre calidad del aire, la entonces denominada Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente publicó el informe "*Análisis de la Calidad del Aire en España. Evolución 2001-2012*"⁴, un estudio detallado que contó con el respaldo de diversos organismos (IDAEA-CSIC, CIEMAT, AEMET, ISCIII), así como con la colaboración de las redes de calidad del aire españolas, en el que además de presentar información general acerca de cómo se realiza la evaluación de la calidad del aire en España de acuerdo con la legislación vigente, se analizaba la evolución de los resultados de dicha evaluación entre los años 2001 y 2012. Este informe fue actualizado hasta 2016 con los resultados de los años 2013, 2014 y 2015.

La actual Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial ha retomado la publicación de este análisis de la calidad del aire, al resultar de utilidad la divulgación de información de las tendencias seguidas en las concentraciones en el aire ambiente de los contaminantes regulados en el Real Decreto 102/2011. Por este motivo, el presente informe tiene por objeto mostrar las **tendencias** desde el principio de la evaluación de cada contaminante hasta 2022 de los contaminantes con valor legislado para la protección de la salud y la vegetación, lo que permite dar una visión de la evolución de los niveles de los contaminantes en los últimos 21 años. A diferencia del informe anual de evaluación, este informe no pretende recoger información relativa al cumplimiento de la normativa de calidad del aire, sino mostrar y servir de análisis de las tendencias registradas.

¹ <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/01/28/102/con>

² https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/datos/Historico_calidad_aire.aspx

³ https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/sqalsi/atm%C3%B3sfera-y-calidad-del-aire/evaluaci%C3%B3n-2022/Informe%20evaluaci%C3%B3n%20calidad%20aire%20Espa%C3%B1a%202022_22092023.pdf

⁴ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/documentacion-oficial/Analisis-CA.aspx>

2. DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO

El informe se estructura por apartados para cada uno de los siguientes contaminantes que cuentan con valor legislado:

- Dióxido de azufre (SO₂)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x)
- Partículas de diámetro inferior a 10 micras (PM10)
- Partículas de diámetro inferior a 2.5 micras (PM2,5)
- Ozono (O₃)
- Monóxido de carbono (CO)
- Benceno (C₆H₆)
- Benzo(a)pireno (B(a)P)
- Plomo (Pb)
- Arsénico (As)
- Cadmio (Cd)
- Níquel (Ni)

Dentro de cada apartado se analiza tanto la evolución desde el inicio de la evaluación de cada contaminante como la situación concreta en la que se sitúa España en 2022, año al que corresponde la última evaluación comunicada a la Comisión Europea. Los datos representados son aquellos medidos en las estaciones que para cada año participaron en su evaluación oficial.

La **evolución hasta 2022** se aborda mediante la consideración de varias gráficas. En primer lugar, se representa un diagrama de cajas y bigotes, que muestra la distribución de las medias anuales de los valores registrados en las estaciones participantes en la evaluación de cada contaminante a lo largo del periodo considerado, donde 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. Se incorpora una línea con el valor legislado como referencia.

A continuación, se analiza la **evolución de las medias anuales** de las estaciones de calidad del aire, agrupadas por tipo de estación, lo cual indica la principal fuente de emisión que las influye (estaciones de fondo, industrial o de tráfico) o por la tipología del área en la que se ubica (estaciones urbana, suburbana o rural). En los casos de aquellos contaminantes que presente una clara pauta estacional, se ha incluido la representación de la **evolución de las medias mensuales**.

Posteriormente, para los contaminantes en los que los valores registrados han mostrado valores elevados en los últimos años (NO₂, PM10, PM2,5 y O₃), se añaden mapas que muestran la distribución geográfica de las estaciones para permitir ver la distribución de las mismas entre 2016 y 2022.

La terminología empleada procede de la normativa vigente y hace alusión a:

- La tipología de la principal fuente de emisión influyente:
 - Estación de fondo: Estaciones en las que no se manifiesta ninguna fuente de emisión como predominante.
 - Estación industrial: Estaciones en las que su nivel de contaminación se debe fundamentalmente a la contribución de fuentes industriales.
 - Estación de tráfico: Estaciones en las que su nivel de contaminación está determinado principalmente por las emisiones procedentes de los vehículos de una calle o carretera próxima.

- El tipo de zona:
 - Estación urbana: las ubicadas en zonas edificadas de forma continua.
 - Estación suburbana: las que se encuentran en zonas con presencia continuada de edificios, separadas por zonas no urbanizadas (pequeños lagos, bosques, tierras agrícolas...).
 - Estación rural: entendidas como las situadas en aquellas zonas que no satisfacen los criterios de las dos categorías anteriores.

Del mismo modo, los términos “zona” y “estación” se definen de la siguiente forma:

- Zona: porción de territorio delimitada por la Administración competente en cada caso, utilizada para evaluación y gestión de la calidad del aire.
- Estación: instalación o cabina individual, dotada de equipos y sensores para la adecuada medición de la calidad del aire.

La **situación en 2022** se analiza en primer lugar a través de la representación de la evolución de las **medias mensuales** de todas las estaciones que han participado en la evaluación de cada contaminante, clasificadas por tipo de área y tipo de estación para aquellos contaminantes que no presentan una estacionalidad clara.

A continuación, se realiza un análisis particularizado por contaminante, al no tener todos ellos las mismas fuentes de emisión, ni las mismas influencias (episodios de intrusión de polvo sahariano, como en el caso de las partículas PM10 y PM2,5, cuyos niveles siempre se indican en el informe sin aplicar la metodología de descuentos de fuentes naturales⁵) ni los mismos procesos de generación (caso de los contaminantes de tipo secundario, como el ozono). En concreto, para cada contaminante se considera la distribución de diversos estadísticos correspondientes a las estaciones que han participado en su evaluación en el año 2022, ordenados de menor a mayor por tipo de estación o tipo de área según sus características, respecto a los umbrales superior e inferior de evaluación (UES, UEI), el valor objetivo o límite establecido por la legislación y el valor guía de las Directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) cuando exista. En determinados casos, como por ejemplo ocurre con el NO₂, el tipo de área aparece desagregado a su vez por tipo de estación como información adicional.

Generalmente, el estadístico utilizado en este análisis es la media anual. Conviene indicar que, puesto que este informe no busca analizar el cumplimiento legal sino mostrar tendencias en la calidad del aire en España, se han utilizado también en este informe estadísticas que no se ajustan exactamente a los objetivos de calidad legislados, como es el caso de los percentiles. El **percentil X-ésimo** identifica un dato de una serie ordenada de menor a mayor que deja por debajo suyo el X% de los datos de la serie. Es decir, cuando no se dispone del 100% de la serie anual de una estación, el percentil X-ésimo permite conocer cómo de cerca o de lejos está la misma de alcanzar el valor legislado de que se trate.

El valor del percentil se calcula según el contaminante, teniendo en cuenta los valores legislados. Por ejemplo, el valor límite horario de NO₂ de 200 µg/m³ no podrá superarse en más de 18 horas al año, de modo que se calcula el valor del percentil de la siguiente manera:

$$\text{Si un año tiene 8.760 horas, menos 18 horas son 8.742, } 8742/8760 = \mathbf{99,8}$$


⁵ Cuando las superaciones de los valores límite de un contaminante sean atribuibles a fuentes naturales, no se considerarán superaciones a los efectos de cumplimiento de la normativa y no originarán obligación de ejecutar planes de actuación. Existe una metodología, admitida por la Comisión Europea, para identificar dichos episodios, calcular sus aportes y sustraerlos de las superaciones atribuibles a fuentes naturales. Más información en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/fuentes-naturales/default.aspx>

Otro ejemplo es el valor límite diario de PM10 de 50 µg/m³ que no podrá superarse en más de 35 ocasiones al año, en este caso el valor del percentil se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Si un año tiene 365 días, menos 35 días son } 365-35=330, 330/365 = \mathbf{90,4}$$

Además, algunos contaminantes, como el SO₂, el NO₂ o el O₃, presentan niveles especiales establecidos en el Real Decreto 102/2011 a partir de los cuales el riesgo de exposición supone un riesgo añadido, y dichos niveles (umbrales) también se han tenido en cuenta en el análisis particularizado; en concreto se trata de los siguientes:

- Umbral de información: Nivel de un contaminante a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana de los grupos de población especialmente vulnerables y las Administraciones competentes deben suministrar una información inmediata y apropiada.
- Umbral de alerta: Nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana que afecta al conjunto de la población y requiere la adopción de medidas inmediatas por parte de las Administraciones competentes.

El tratamiento de cada contaminante finaliza, si procede, con un apartado específico dedicado a cómo se distribuyen regionalmente sus niveles a lo largo del año (promedio mensual de los valores medios diarios de las estaciones de cada región). Para ello se realizan mapas de calor, en los que se muestra un gradiente de colores entre el verde y el naranja  según los niveles de concentración del contaminante de que se trate sean menores o mayores.

En este análisis, las regiones se corresponden con las redes oficiales de control de la calidad del aire operativas en el año 2022. Se justifica la ausencia de estaciones rurales en las redes correspondientes a los Ayuntamientos de Madrid y Zaragoza por tratarse de dos aglomeraciones, y de estaciones suburbanas en La Rioja. Ceuta sólo dispone de una estación urbana. Los acrónimos utilizados para las redes de calidad del aire son los siguientes:

AND	Andalucía	C.VAL	Comunidad Valenciana
ARAG	Aragón	EXT	Extremadura
A.ZGZA	Ayto. Zaragoza	GAL	Galicia
AST	Principado de Asturias	C.MAD	Comunidad de Madrid
I.BAL	Islas Baleares	A.MAD	Ayto. de Madrid
I.CAN	Islas Canarias	MUR	Región de Murcia
CANT	Cantabria	NAV	Comunidad Foral de Navarra
CLM	Castilla-La Mancha	PV	País Vasco
CYL	Castilla y León	LR	La Rioja
CAT	Cataluña	CEU	Ciudad Autónoma de Ceuta

3. ACRÓNIMOS UTILIZADOS

CAMP	Programa Integral de Control Atmosférico: Es fruto del convenio Oslo-París para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico Nordeste. Tiene por objeto conocer los aportes atmosféricos a esta región atlántica y estudiar sus efectos sobre el medio marino.
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
EMEP	Programa Concertado de Vigilancia y Evaluación del Transporte a Larga Distancia de los Contaminantes Atmosféricos en Europa: Impulsado por el Convenio de Ginebra sobre contaminación transfronteriza, para proporcionar a los países información sobre la concentración y depósito de contaminantes atmosféricos, así como del transporte de estos y de los flujos a través de las fronteras nacionales.
MdT	Margen de tolerancia: Porcentaje del valor límite o cantidad en que este puede sobrepasarse con arreglo a las condiciones establecidas.
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
NC	Nivel crítico: Nivel fijado con arreglo a conocimientos científicos por encima del cual pueden producirse efectos nocivos para algunos receptores como las plantas, árboles o ecosistemas naturales pero no para el hombre.
OLP	Objetivo a largo plazo: Nivel de un contaminante que debe alcanzarse a largo plazo, salvo cuando ello no sea posible con el uso de medidas proporcionadas, con el objetivo de proteger eficazmente la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.
OMS	Organización Mundial de la Salud
UA	Umbral de alerta: Nivel a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana que afecta al conjunto de la población y requiere la adopción de medidas inmediatas por parte de las Administraciones competentes.
UEI	Umbral inferior de evaluación: Nivel por debajo del cual es posible limitarse al empleo de técnicas de modelización para evaluar la calidad del aire ambiente.
UES	Umbral superior de evaluación: Nivel por debajo del cual puede utilizarse una combinación de mediciones fijas y técnicas de modelización y/o mediciones indicativas para evaluar la calidad del aire ambiente.
UI	Umbral de información: Nivel de un contaminante a partir del cual una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana de los grupos de población especialmente vulnerables y las Administraciones competentes deben suministrar una información inmediata y apropiada.
VL	Valor límite: Nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana, para el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza que debe alcanzarse en un período determinado y no superarse una vez alcanzado.
VLA	Valor límite anual. Valor límite referido a un periodo de promedio de 1 año civil.
VLD	Valor límite diario. Valor límite referido a un periodo de promedio de 24 horas.
VLH	Valor límite horario. Valor límite referido a un periodo de promedio de 1 hora.
VO	Valor objetivo: Nivel de un contaminante que deberá alcanzarse, en la medida de lo posible, en un momento determinado para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.

VOLP	Valor objetivo a largo plazo: nivel de un contaminante que debe alcanzarse a largo plazo, salvo cuando ello no sea posible con el uso de medidas proporcionadas, con el objetivo de proteger eficazmente la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.
VAG	Programa de Vigilancia Atmosférica Global: Instituido para comprender los cambios naturales y antropogénicos de la atmósfera, conocer las interacciones entre la atmósfera, el océano y la biosfera y facilitar información científicamente fiable para el desarrollo de políticas medioambientales nacionales e internacionales. Se encuentra dentro del PIAMA (Programa de Investigación de la Atmósfera y el Medio Ambiente – AREP).

4. DIÓXIDO DE AZUFRE

4.1 Evolución 2001-2022 del SO₂

La evolución de los niveles de SO₂ (Figura 1) indica una tendencia hacia la disminución de los valores medios a lo largo del tiempo, siendo especialmente significativas las reducciones que se produjeron a partir de 2003 y posteriormente a partir de 2008, año de implementación de la Directiva europea que reguló el contenido en azufre de los combustibles, además de la crisis económica. Los máximos registrados en los últimos cuatro años indican globalmente cierta estabilización, estando por debajo del nivel crítico. Cabe aclarar que, al no estar definido actualmente en la legislación un valor para la protección de la salud con periodo de promedio anual que pueda ser comparable con los datos representados, se ha establecido a efectos ilustrativos el valor de 20 µg/m³.

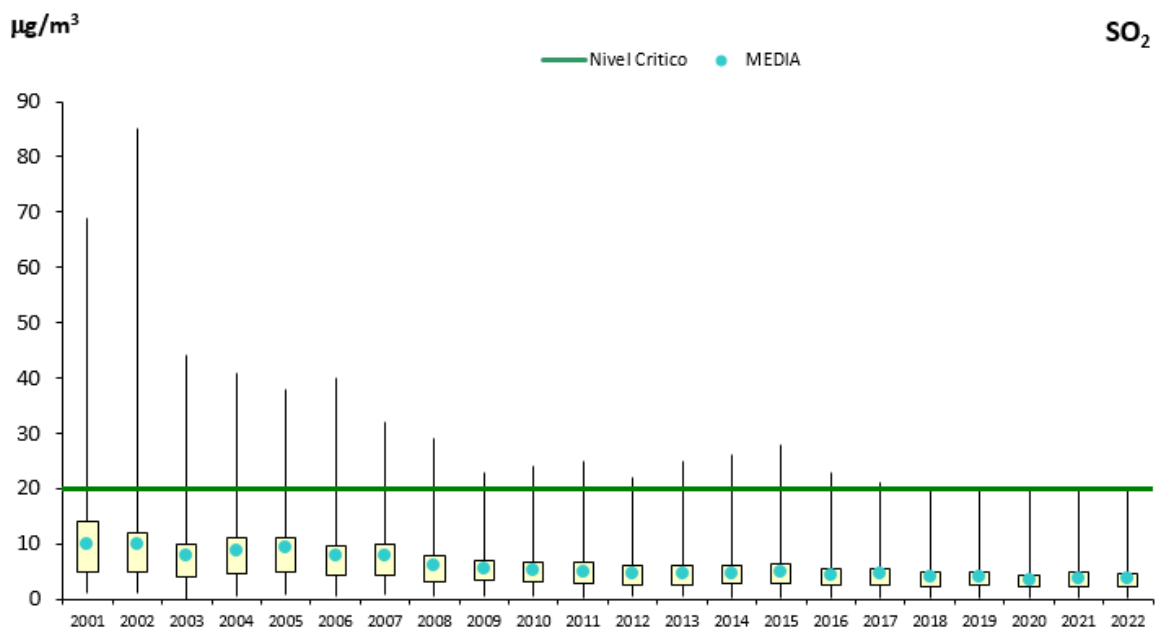


Figura 1. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de SO₂ 2001-2022

En la Figura 2. Evolución de las medias anuales de SO₂ (2001-2022) por tipo de área se pone en evidencia la estabilización observada en la Figura 1 en los últimos cinco años, principalmente en las medias de las estaciones ubicadas en medio rural.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

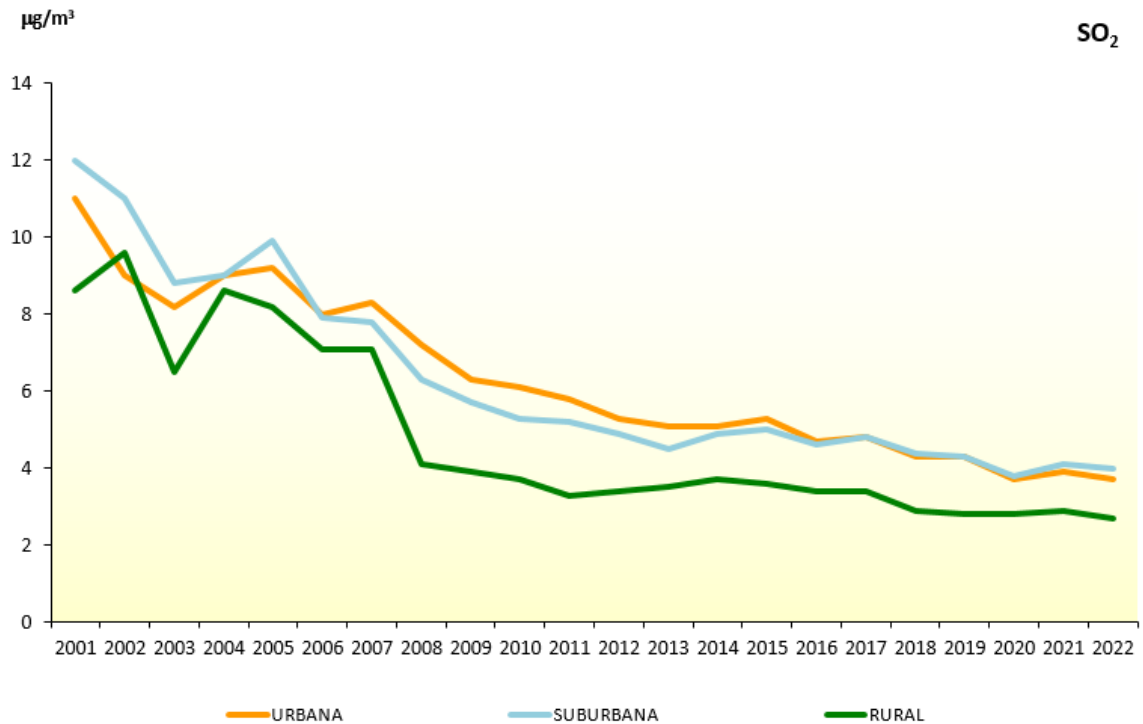


Figura 2. Evolución de las medias anuales de SO₂ (2001-2022) por tipo de área

La Figura 3. Evolución de las medias anuales de SO₂ (2001-2022) por tipo de estación apunta a que los niveles más altos se registran en las estaciones industriales ya que este contaminante está vinculado con las emisiones de focos puntuales de combustión (tanto estacionaria como móvil en industrias manufacturera y energética), con las emisiones fugitivas y de procesos industriales.

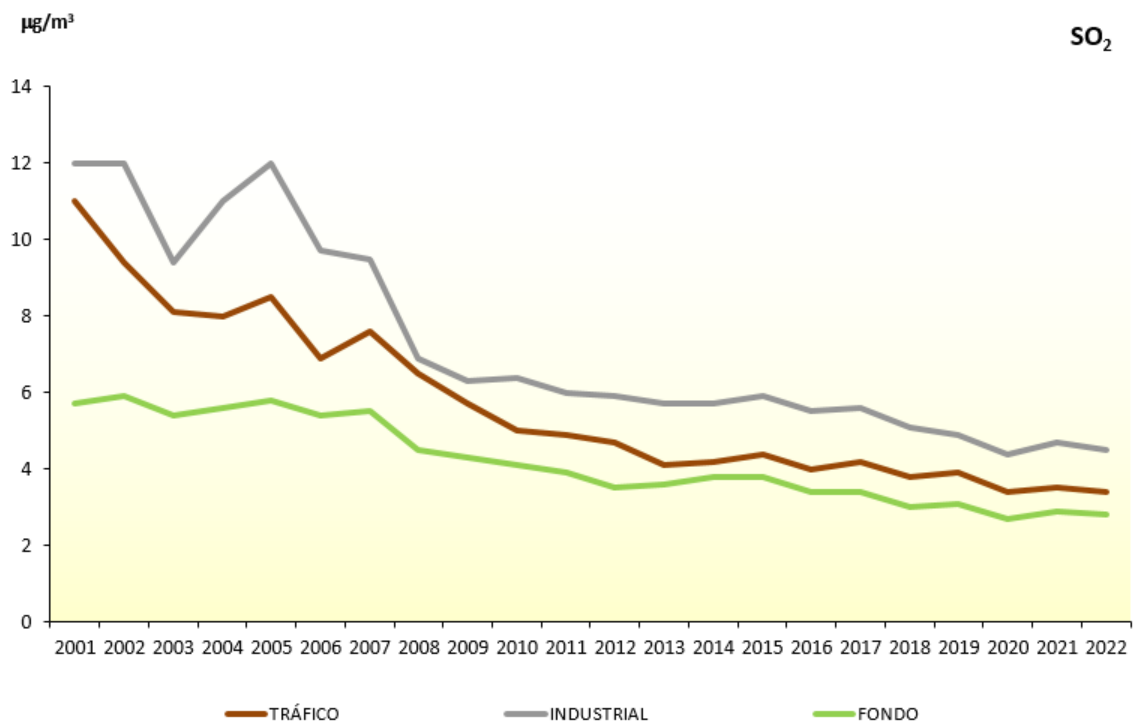


Figura 3. Evolución de las medias anuales de SO₂ (2001-2022) por tipo de estación

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Se representan las medias mensuales de todo el periodo clasificado por tipo de área en la Figura 4 atendiendo a la tipología del área donde se ubican las estaciones.

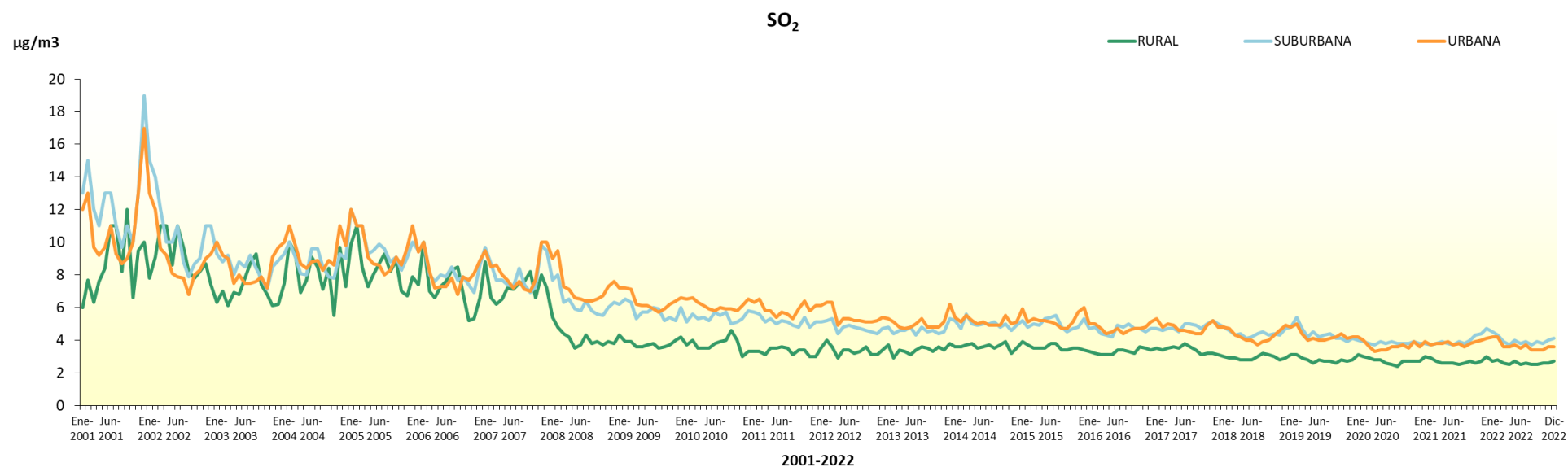


Figura 4. Evolución de las medias mensuales de SO₂ de 2001 a 2022 por tipo de área

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

La Figura 5. Evolución de las medidas mensuales de SO₂ de 2001 a 2022 por tipo de estación muestra una pauta estacional clara con mínimos en el periodo vacacional estival, especialmente marcado en las estaciones de tráfico del 2001 al 2008, año en el que se limitó el contenido de azufre máximo para gasolinas y gasóleo de automoción⁶. Esta pauta continúa hasta el año 2019 aunque con valores mucho menores. También se aprecia la bajada en marzo de 2020 debido a las medidas adoptadas por la pandemia del COVID-19.

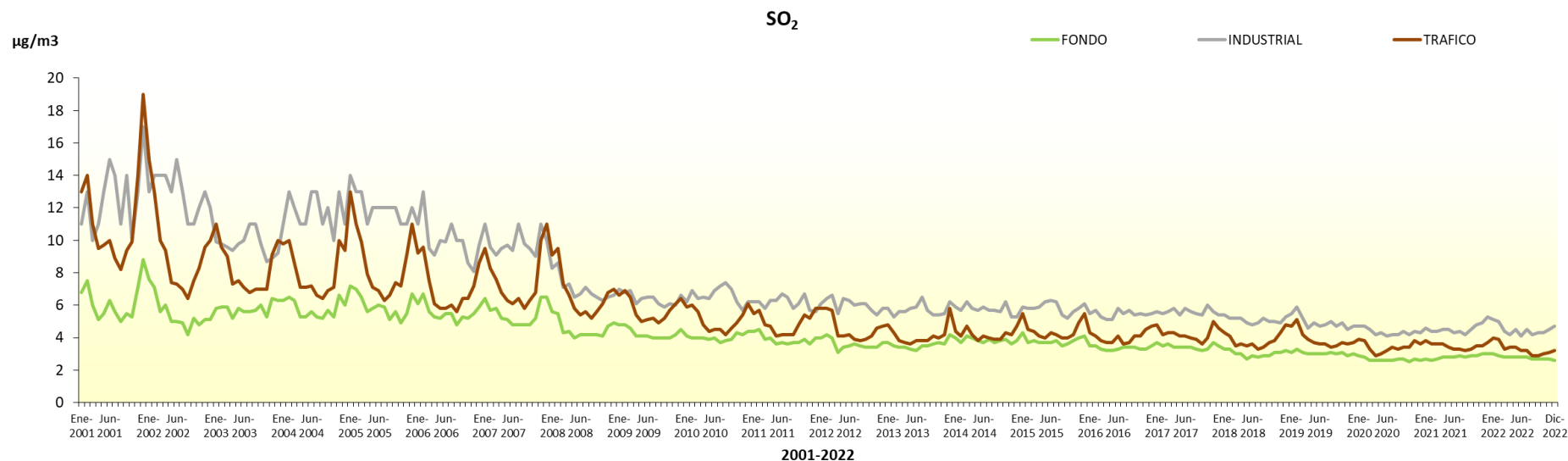


Figura 5. Evolución de las medidas mensuales de SO₂ de 2001 a 2022 por tipo de estación

⁶ Real Decreto 1700/2003, de 15 de diciembre, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, y el uso de biocarburantes.

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2003/12/15/1700>

4.2 Niveles de SO₂ en 2022

En la Figura 6 se muestra la distribución del percentil 99,2 por tipología de estación. Este estadístico se emplea como aproximación al Valor Límite Diario (VLD) de SO₂. Los datos confirman los bajos niveles comentados, ya que de las 418 estaciones que se emplearon para evaluar SO₂ en 2022, tan solo una supera el Umbral Inferior de Evaluación (UEI) y otra supera el Umbral Superior de Evaluación (UES). Las estaciones de tipo industrial son aquellas que registraron en el año 2022 mayores valores del Percentil 99,2.

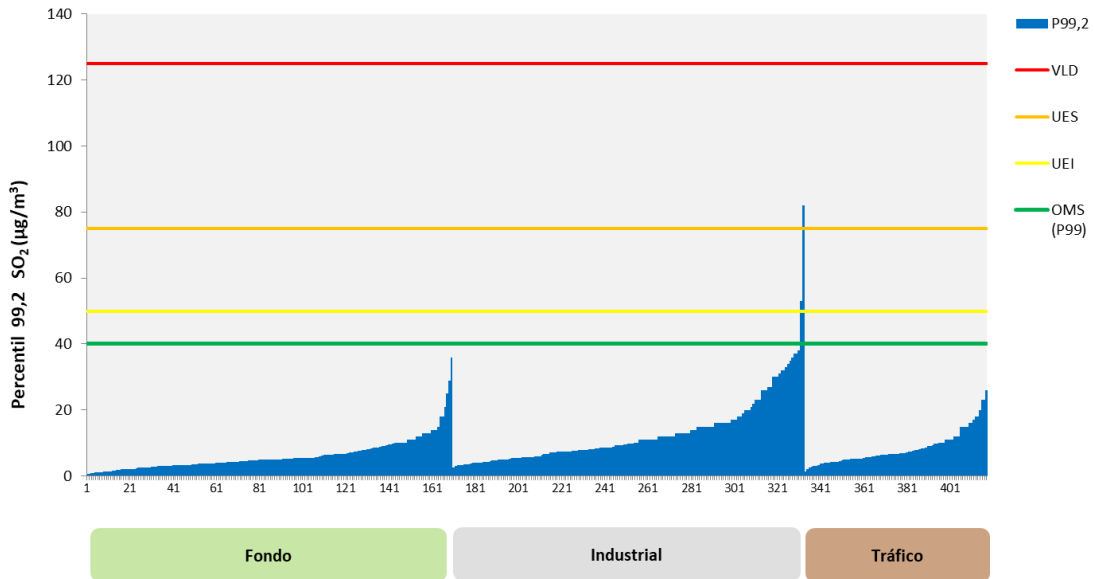


Figura 6. Distribución del P99,2 de SO₂ por tipología de estación en 2022

Para considerar la distribución regional, se ha elaborado la Figura 7, que muestra el promedio mensual de los valores medios diarios por red de calidad del aire para SO₂ en 2022.

Al igual que en 2021, la red de la Región de Murcia registra los valores más acusados en estaciones de tipo industrial, y la red de Ceuta en su única estación de fondo ubicada en el puerto.

		2022											
Red	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AND		4,1	4,3	4	3,8	4,2	4,1	4,6	4,2	4,2	4,1	4	4
ARAG		2,6	3	2,5	1,9	2,3	2,3	2,9	2	1,8	1,7	1,5	2,1
A.ZGZA		5,6	5,4	5	4,8	5,3	5,2	5,2	4,4	4,8	5,4	5,8	6,2
AST		5,3	5,1	4	4,2	3,9	4,3	4,3	3,3	2,9	3,6	4,7	4,9
I.BAL		2	1,9	2,2	2,6	2,1	2,2	2,4	2,6	2,2	2	2,2	2,1
I.CAN		5,9	5,2	5,2	4,8	4,4	4,2	4,3	4,7	4,7	4,7	4,7	4,3
CANT		0,7	0,83	0,56	0,46	0,36	0,48	0,42	0,44	0,26	0,29	0,36	0,49
CLM		3,7	3,6	3,2	3,1	3,1	2,9	3,2	2,7	2,5	3,2	2,7	2,9
CYL		4,2	4,1	3,2	3	2,6	2,1	2,3	2,6	2,5	2,4	2,5	3
CAT		2,3	2,1	2,2	2,2	2,3	2,2	2	1,9	1,8	1,8	2,1	2,1
C.VAL		3,9	4,1	3,7	3,4	4	3,6	3,5	3,2	3,5	3,3	3,6	3,7
EXT		0,55	0,64	0,6	0,55	0,72	0,74	0,72	0,86	0,57	0,66	0,65	0,86
GAL		3,3	3,1	2,8	2,7	2,9	2,7	2,8	2,7	2,7	3	3,3	3,3
C.MAD		2,3	2,4	1,8	1,5	1,7	1,8	2,2	2,1	1,9	2,1	2	2
A.MAD		4	4,7	4,4	3,3	3,7	4,7	4,5	2,6	3,3	4,3	3	2,6
MUR		9,5	10	8,2	7,9	8,6	7,8	6,8	7	7,7	7	6,7	6,6
NAV		3,3	2,6	2,4	2,5	2,4	2,7	3,1	2,8	2,5	2,4	2	3
PV		4,3	4,7	3,5	4,2	4,2	3,8	4,4	4	4,5	4,2	3,8	3,7
LR		2,8	2,7	2,9	2,9	2,8	3	3,3	3,4	3,6	3,2	3	3
CEU		3,6	3,5	6,5	7,7	7,9	6,4	2,2	3,8	7,1	1,8	7,5	5,7

Figura 7. Distribución por regiones de valores medios mensuales de SO₂ (µg/m³) 2022

5. ÓXIDOS DE NITRÓGENO

5.1 Evolución 2001-2022 del NO₂

En la evolución de los niveles de NO₂ (Figura 8) destaca, en primer lugar, una bajada en los valores medios de manera progresiva a partir de 2009, valores que se han mantenido hasta 10 años después. En segundo lugar, destaca la bajada drástica en los años 2020 y 2021 influenciada por las medidas adoptadas como consecuencia de la pandemia de la COVID-19, niveles que se han mantenido en el año 2022.

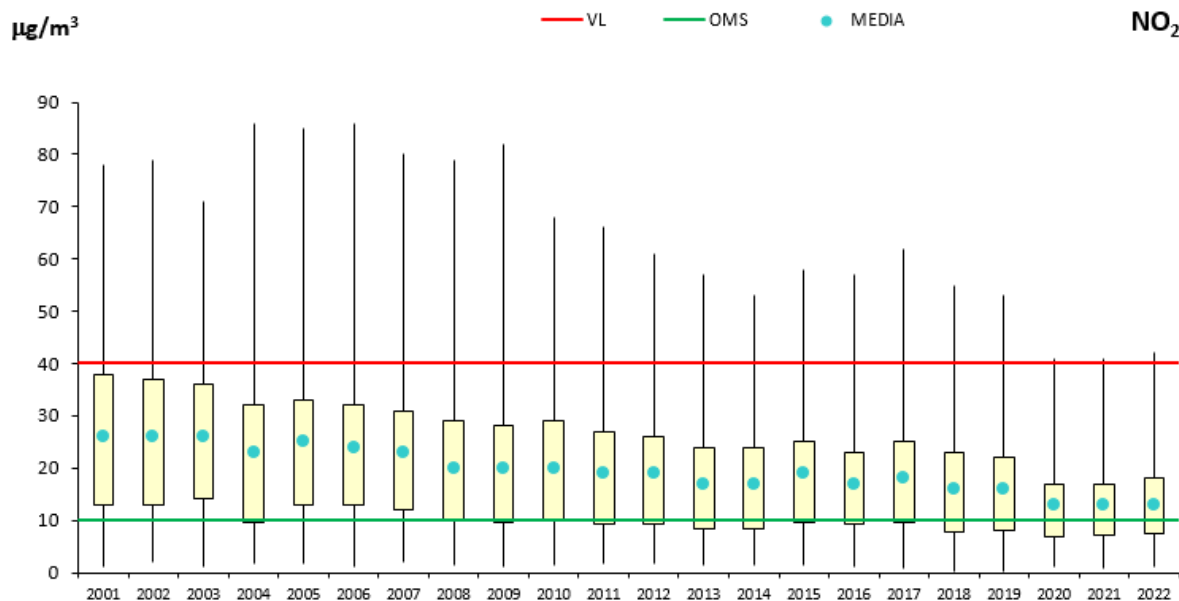
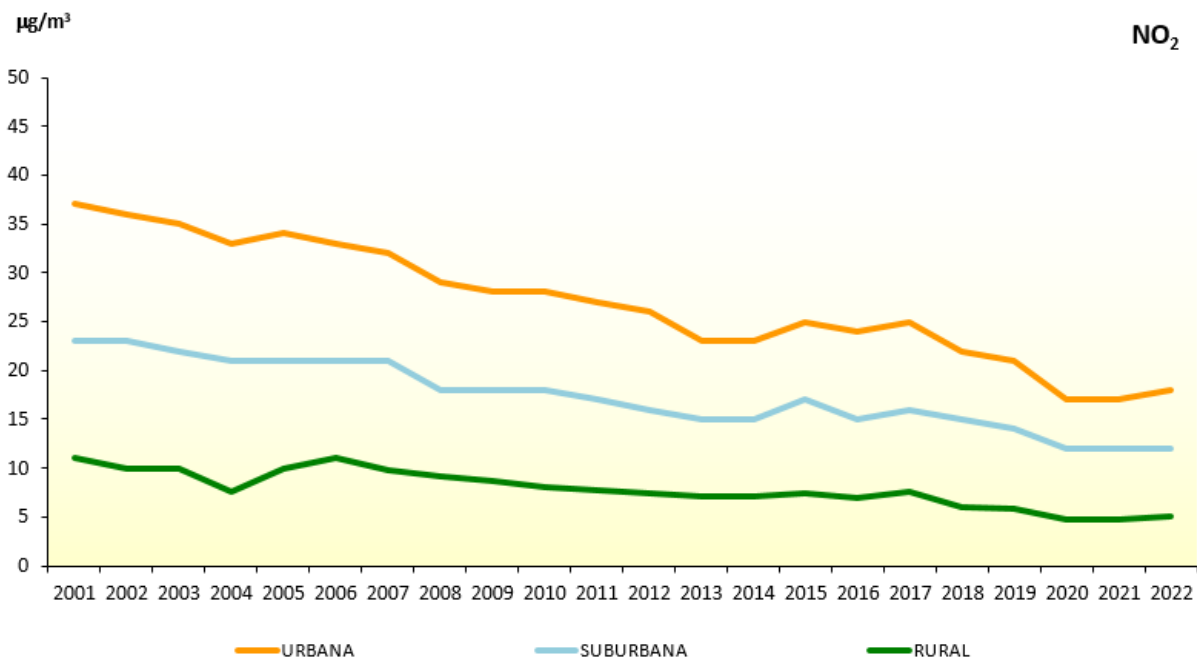
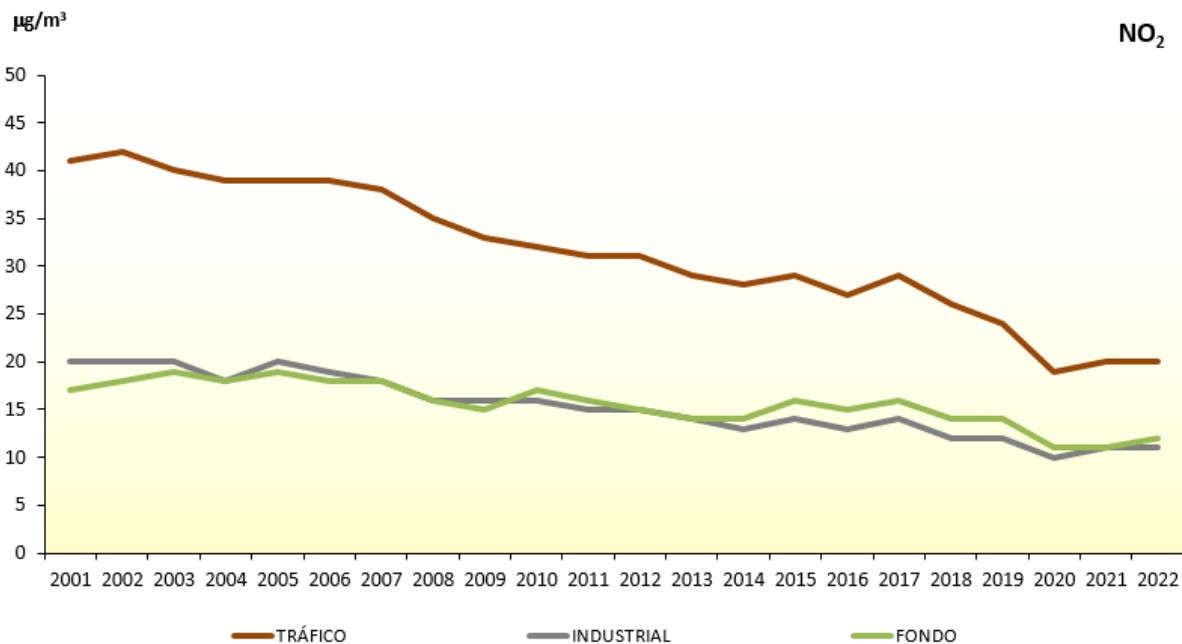


Figura 8. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de NO₂ 2001-2022

En la Figura 9 y Figura 10 se observa, al diferenciar por tipologías, cómo la disminución de los niveles se manifiesta sobre todo en estaciones urbanas y de tráfico, en lo que han podido jugar un papel importante los cambios en el modelo de movilidad, la aplicación de las medidas de diversos planes de mejora de calidad del aire en las principales ciudades así como la creación de las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). En 2022 se mantienen estos niveles apreciándose un ligero repunte en las estaciones de tipo urbano de fondo.

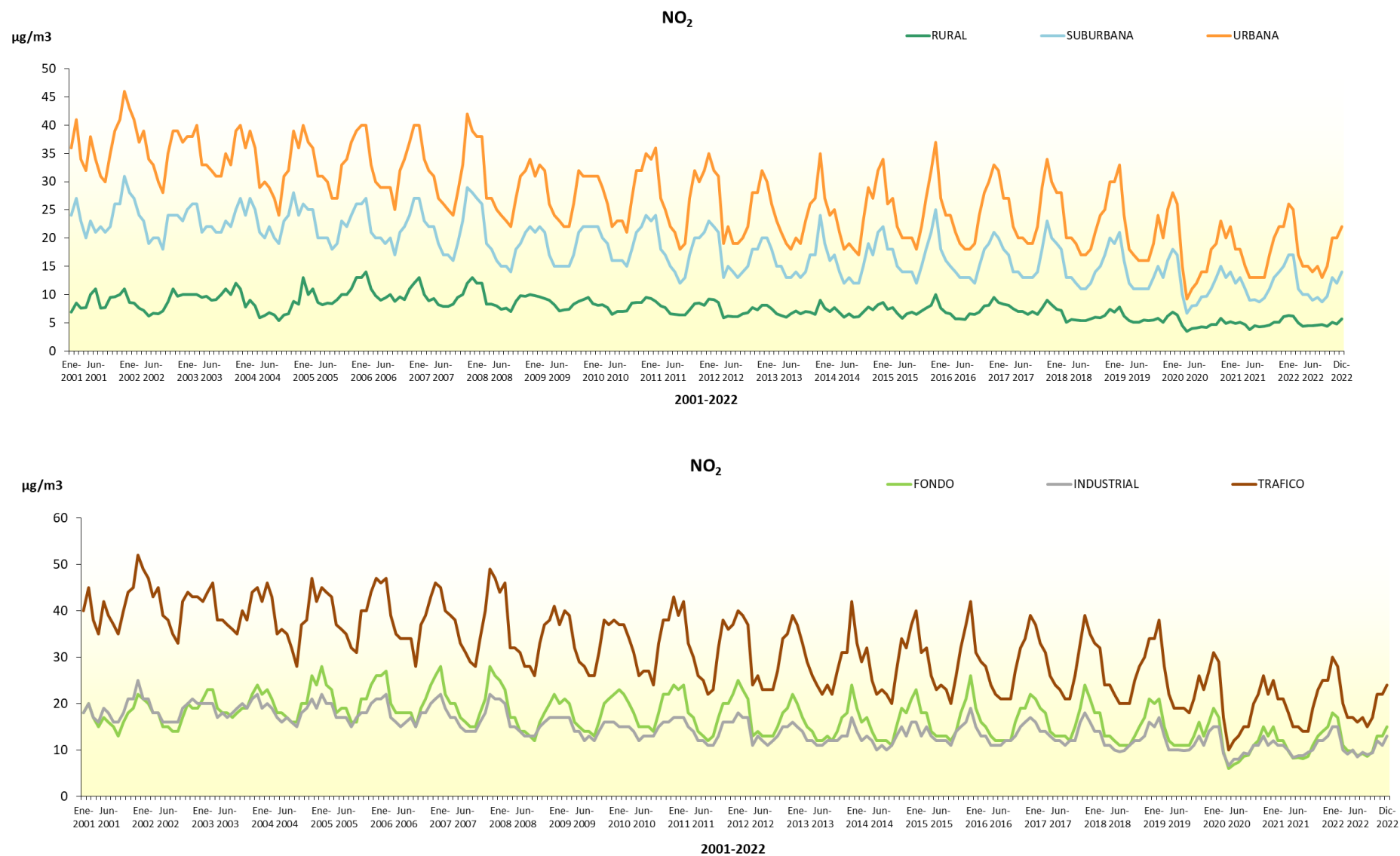
Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Figura 9. Evolución de las medias anuales de NO₂ (2001-2022) por tipo de áreaFigura 10. Evolución de las medias anuales de NO₂ (2001-2022) por tipo de estación

La Figura 11 muestran una evidente pauta estacional de este contaminante para todas las tipologías de estaciones, con valores más elevados en otoño-invierno que en primavera-verano, siendo esta tendencia especialmente acusada en las zonas urbanas y en estaciones de tráfico.

Como se verá en el capítulo 8, este perfil es inverso al mostrado por el O₃ ya que los óxidos de nitrógeno son precursores de este contaminante en presencia de radiación solar. De ahí la correlación entre el descenso de los niveles de NO₂ (especialmente en estaciones de tráfico y en zonas urbanas) en primavera y verano y el incremento de los de O₃ en dichos meses.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Figura 11. Evolución de las medias mensuales NO₂ de 2001 a 2022 por tipo de área (arriba) y estación (abajo)

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Otra forma de apreciar la mejora de los valores de NO₂ en los últimos años es mediante la representación geográfica de las estaciones en el territorio español en relación tanto con el valor límite horario (Figura 12) como con la media anual (Figura 13) desde 2017 a 2022. En estos mapas se observa desde 2020 una reducción del número de estaciones con mayores concentraciones.

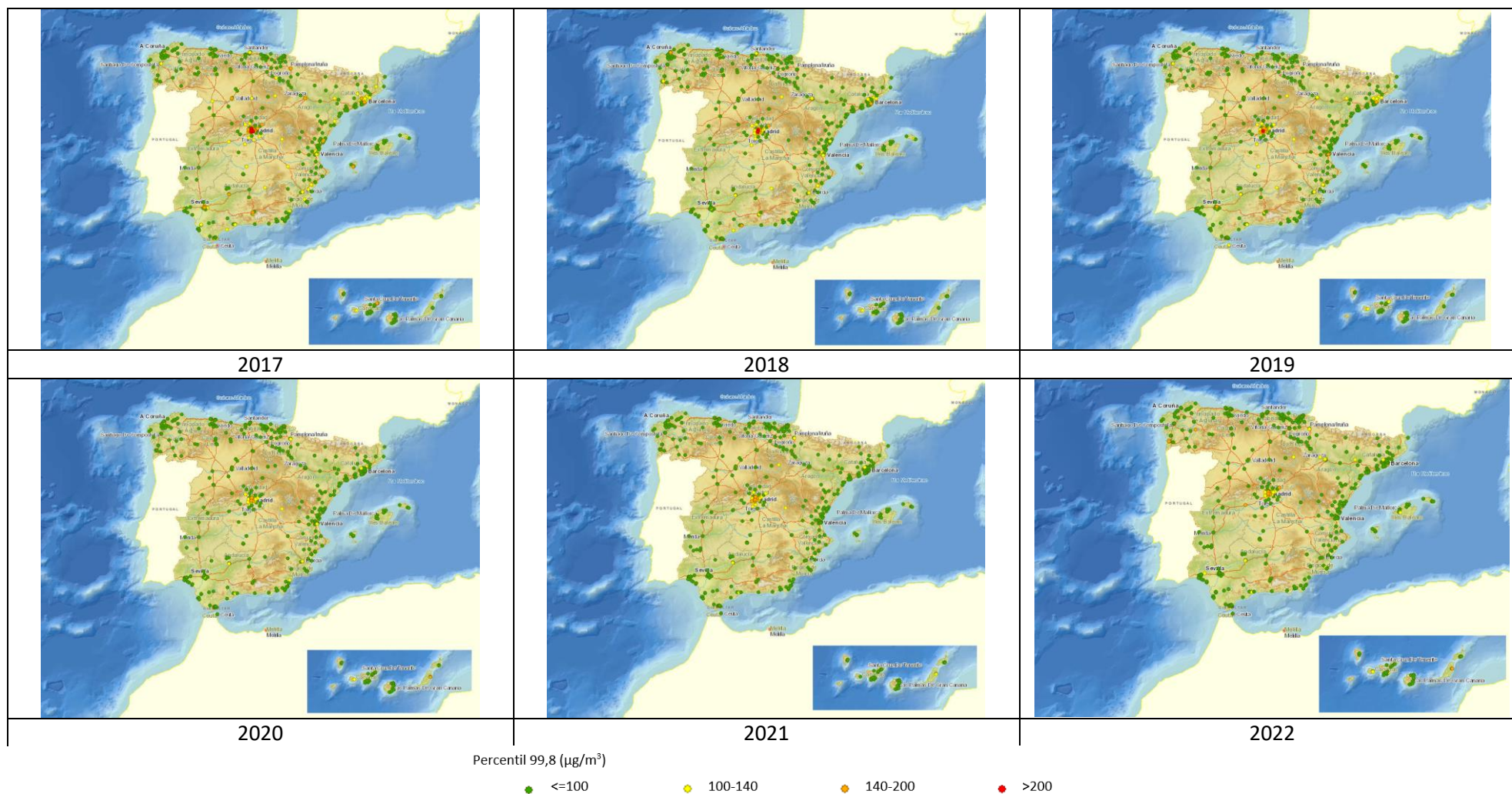
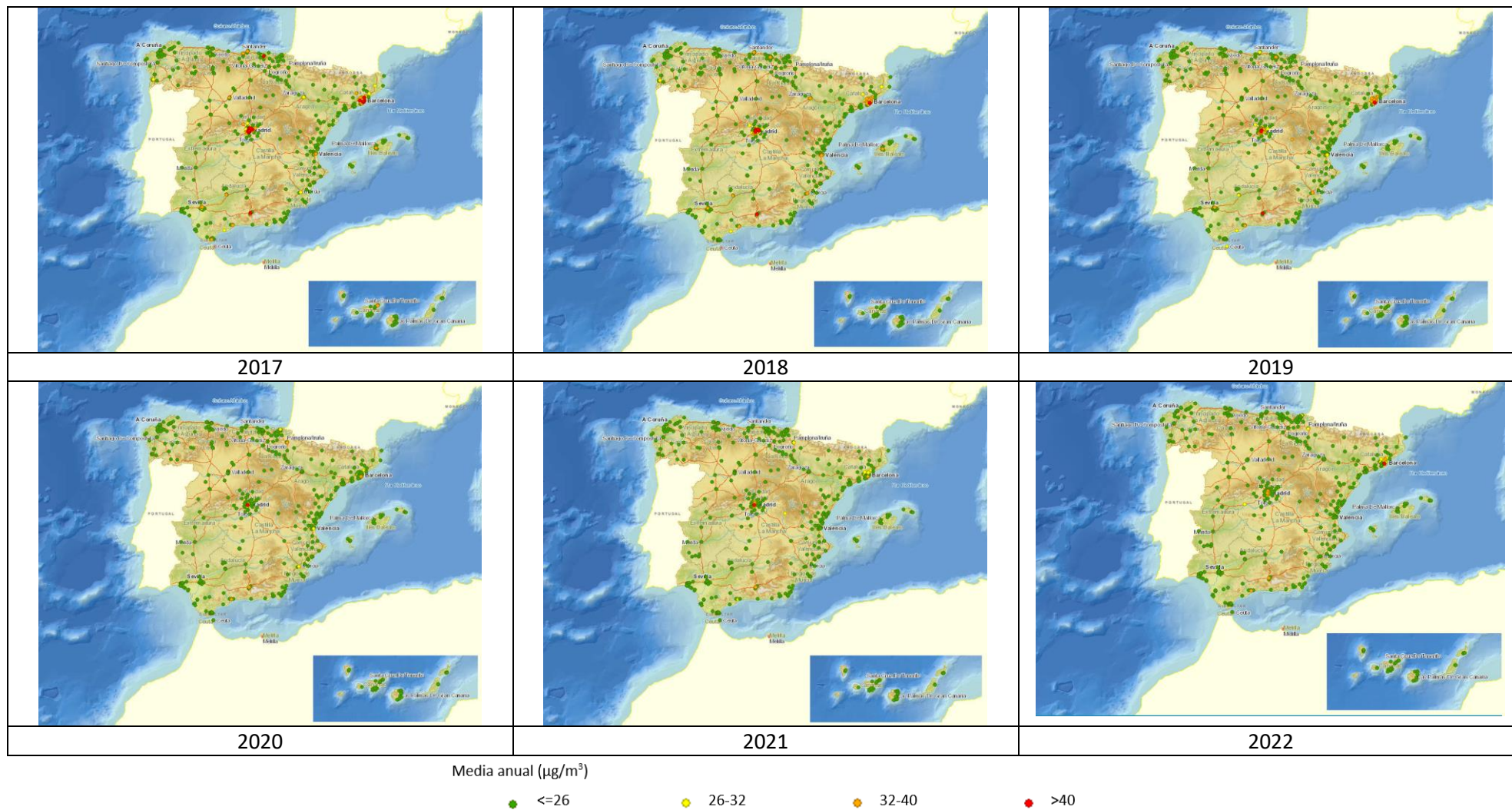


Figura 12 Evolución de los niveles de NO₂ respecto al VLH a lo largo del periodo 2017-2022

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Figura 13 Evolución de los niveles de NO₂ respecto al VLA a lo largo del periodo 2017-2022

5.2 Niveles de NO₂ en 2022

A continuación, se muestra la distribución de las medias anuales y la del percentil 99,8 de las estaciones que han participado en la evaluación, agrupadas por tipo de área y, en el caso de las estaciones urbanas, desagregadas por la fuente de emisión predominante (tráfico, industrial y fondo) para el año 2022. Los datos confirman que son las estaciones urbanas las que presentan los valores medios anuales más elevados, en concreto las estaciones de tráfico, seguidas de las de fondo. De las 523 estaciones que se emplearon para evaluar NO₂ en 2022, tan sólo una estación, de tipo urbana de tráfico, registró niveles por encima del VLA.

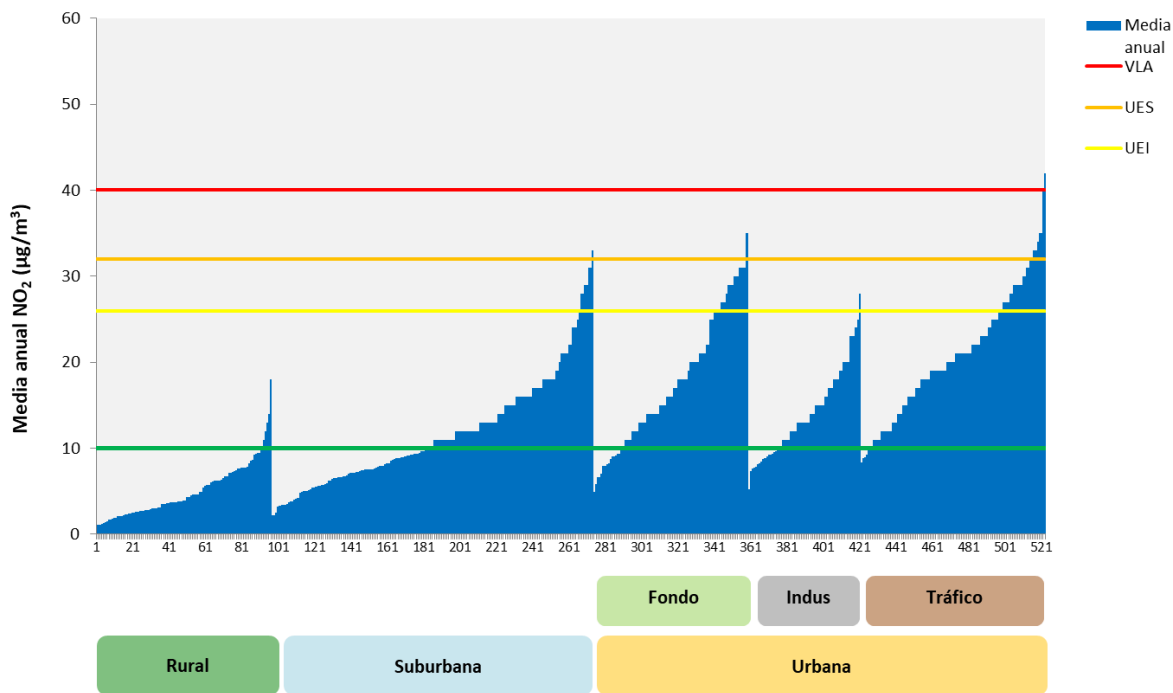


Figura 14. Distribución de la media anual de NO₂ (2022)

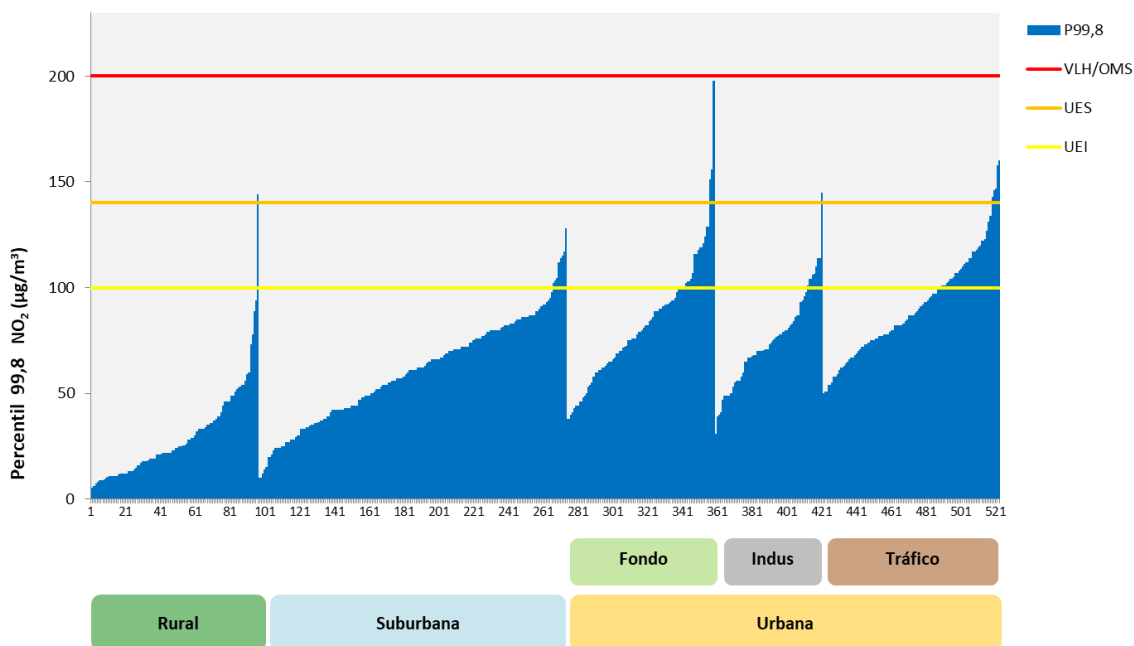


Figura 15. Distribución del Percentil 99,8 de NO₂ (2022)

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

En cuanto a la distribución regional, la Figura 16 muestra el promedio mensual de los valores medios diarios distribuidos por red de calidad del aire para NO₂ clasificadas por tipo de área, para el año 2022. En ella se aprecia la incidencia de niveles más bajos en los meses de primavera y verano. Por otro lado, la distribución territorial muestra que el patrón de distribución a lo largo de los meses del año es más acusado en unas zonas respecto a otras.

Urbana - 2022												
Red \ Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AND	21	22	16	14	16	13	16	15	15	20	18	19
ARAG	17	15	12	9,4	11	12	12	9	8,3	13	12	15
A.ZGZA	32	27	23	18	17	20	19	20	16	23	25	24
AST	23	22	20	16	13	11	11	10	13	15	20	22
I.BAL	21	21	12	14	17	15	17	18	16	18	13	17
I.CAN	16	16	9,7	11	11	8,2	10	9,7	10	13	16	17
CANT	11	13	12	10	8,8	8,5	9,3	11	12	11	13	15
CLM	36	24	16	16	16	17	20	20	20	23	22	25
CYL	23	21	12	12	11	10	10	11	13	17	17	18
CAT	38	33	24	23	25	22	22	18	19	27	29	31
C.VAL	25	25	14	13	14	12	11	9	12	17	15	19
EXT	12	14	8,8	6,2	6,9	5,7	7,4	6,1	7,9	12	10	12
GAL	28	25	18	14	15	12	14	12	15	14	19	19
C.MAD	43	37	21	17	17	15	18	17	20	34	27	30
A.MAD	48	44	28	22	21	21	23	21	24	38	32	37
MUR	20	17	9,3	7,2	7,8	7,3	6,7	10	25	31	35	35
NAV	33	29	19	16	14	14	14	14	17	20	26	26
PV	25	27	16	15	14	13	13	11	15	17	18	18
LR	21	18	12	13	12	12	12	12	15	21	25	22
CEU	12	13	18	24	20	22	17	25	26	25	29	20

Suburbana - 2022												
Red \ Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AND	11	12	9,4	8,5	9,6	8	9,1	8,6	8,8	12	11	11
ARAG	22	18	17	11	11	14	14	12	13	10	19	17
A.ZGZA	31	28	22	18	17	16	16	17	17	21	18	20
AST	16	15	13	9,6	8,5	7,4	6,9	6,1	8,5	11	15	15
I.BAL	7,5	7,5	6,1	6,1	7	6,4	7,9	7,4	5,5	6,9	6,1	6,6
I.CAN	7,6	9,5	8,4	7,3	7,2	6,3	7,6	6,4	7	9	7,8	8,6
CANT	18	18	16	13	12	12	11	9,3	9,9	10	13	16
CLM	22	20	11	10	9,7	8,3	9,3	9,4	11	15	13	16
CYL	14	12	5,8	5,3	4,6	4,2	6,1	5,9	6	7,6	7,4	7
CAT	29	26	20	18	18	15	16	14	15	20	21	26
C.VAL	15	16	7,7	7,9	9,2	8,1	7,5	6,7	7,5	9,6	8,4	11
EXT	6,1	5,6	3,5	3,8	3,9	2,8	3,2	3,5	5,1	5,6	4,4	3,9
GAL	12	11	7,4	5,7	6,1	5,2	5,4	5,1	6,1	5,7	6,5	8,3
C.MAD	31	28	15	12	12	11	12	12	15	24	21	22
A.MAD	28	27	15	11	11	11	13	13	15	25	20	23
MUR	16	16	11	11	13	12	9	7,6	9,8	13	16	19
NAV	12	11	7,5	5,8	5,4	5,6	5	5,3	6,9	6,5	8,8	9,1
PV	17	17	9,8	10	10	9,8	10	9	10	11	12	12
LR												
CEU												

Rural - 2022												
Red \ Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AND	4,9	5,5	4,1	4	4,6	4,3	4,6	5,6	5,4	6	5,1	4,9
ARAG	5,9	5,4	4,8	3,6	3,4	5	5,1	2,6	3	3,1	3,7	4,9
A.ZGZA												
AST	2,4	2,1	1,6	1,2	1,6	1,5	1,6	1,8	2,4	2,7	2,9	3,3
I.BAL	6,4	5,9	4,5	7,5	5	6,1	5,3	6,2	5	5,8	5	6,5
I.CAN	6,8	6,4	2,9	4,4	4,2	3,5	4,4	12	10	9,8	11	11
CANT	1,1	1	1,5	2,4	3,3	2,6	1,8	1,2	0,69	0,49	0,36	0,37
CLM	1,7	1,8	1,7	1,4	1,4	0,76	1	1,5	1,9	1,8	1,9	2
CYL	4,4	4	3	2,8	4,2	3,6	4,2	3,9	2,8	2,5	1,4	1,6
CAT	8,5	8,1	6,7	5,3	5,2	4,7	4,9	4,8	4,5	6	5,8	7,4
C.VAL	5,6	6,4	4,4	3,8	4,2	4,8	4,5	3,6	3,3	3,7	3,6	4,1
EXT	1,9	2,2	0,88	0,89	1,5	2,8	2,7	2,5	3,8	4,3	1,8	2,4
GAL	7	6,6	6,9	4,8	5,3	4,7	5,1	5	5	5,2	5,3	6,3
C.MAD	8,1	7,2	4,2	3,9	3,9	3,4	4,5	4,6	4,6	5,9	5,8	6,5
A.MAD												
MUR	7,6	8,1	6,5	6,1	6,8	4,9	3,4	3,2	5,7	7,9	6,9	7,7
NAV	9,3	7,1	4,3	2,2	3,1	4,5	4,3	4,3	4,2	5,6	5	8
PV	4	3,6	3,5	3,1	2,1	2,4	2,8	3,6	3,2	3,7	2,9	3,7
LR	9	8,4	7,5	5,7	7,1	9	7,7	7,4	7	8,2	9,4	11
CEU												

Figura 16. Distribución por regiones y tipo de área de valores medios mensuales de NO₂ (µg/m³)

6. PARTÍCULAS PM10

6.1 Evolución 2001-2022 de las partículas PM10

Las concentraciones de partículas se determinan con independencia de su origen, por lo que las debidas a fuentes naturales se incluyen de forma indiferenciada junto con las ocasionadas por fuentes antropogénicas en la representación de los datos y gráficos que se muestran en este informe. Existe una metodología para el descuento del aporte atribuido a las fuentes naturales, que se aplica en el caso de que se observe una superación de los valores legislados en el proceso de la evaluación anual de la calidad del aire, como marca la legislación vigente, y que establecerá la necesidad de desarrollar o no planes de calidad del aire si, tras los descuentos de las fuentes naturales, se mantiene la superación del VL.

En la Figura 17 se observa cómo a pesar de la influencia de fuentes naturales, la tendencia de los niveles ha sido decreciente a lo largo del periodo considerado, aunque algunos años han sido especialmente intensos en lo que a eventos de calimas se refiere, como por ejemplo la supercalima de 2022. Este episodio ha quedado documentado por el CSIC en su informe “*Episodios Naturales de Partículas 2022*”⁷ y también por MITECO en el informe anual “*Evaluación de la calidad del Aire en España 2022*”⁸.

Los valores máximos también han disminuido con los años. Destaca, como para otros contaminantes, una reducción significativa desde 2008.

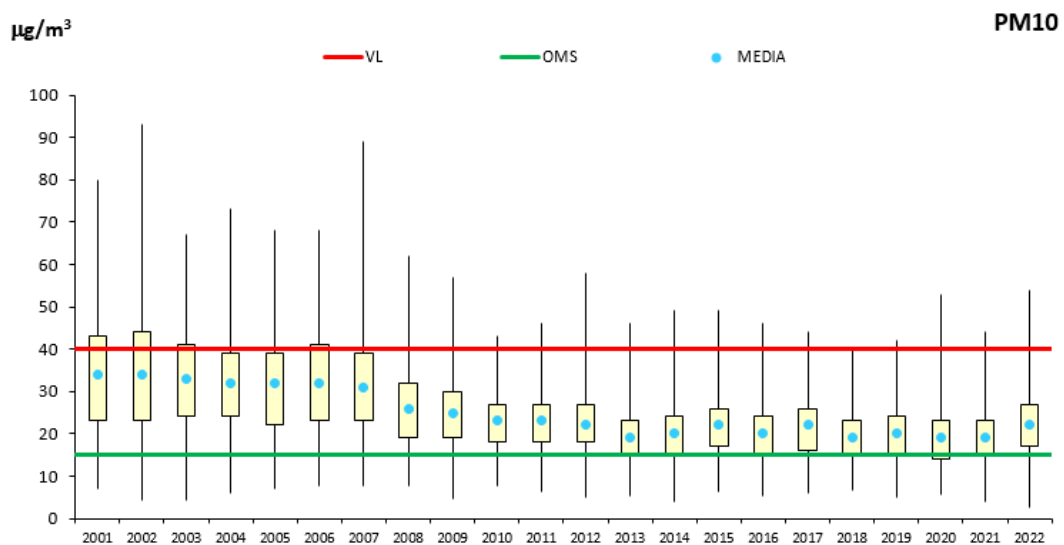


Figura 17 Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de PM10 2001-2022

⁷ https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/sgalsi/atm%C3%B3sfera-y-calidad-del-aire/sgalsi_intrusiones/sgalsi_intrusiones-2022/episodios%20naturales%202022.pdf

⁸ https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/sgalsi/atm%C3%B3sfera-y-calidad-del-aire/evaluaci%C3%B3n-2022/Informe%20evaluaci%C3%B3n%20calidad%20aire%20Espa%C3%B1a%202022_02112023.pdf; Capítulo 9, “Situaciones excepcionales en calidad del aire 2022: Supercalimas de polvo desértico sahariano”, pág. 267.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

En la Figura 18 y en la Figura 19 se aprecia cómo la disminución es especialmente notable en zonas urbanas y suburbanas y en las estaciones de tráfico seguidas de las industriales, todo ello pese a que los datos de 2022 indican un nuevo ascenso hasta alcanzar niveles similares a los de 2017.

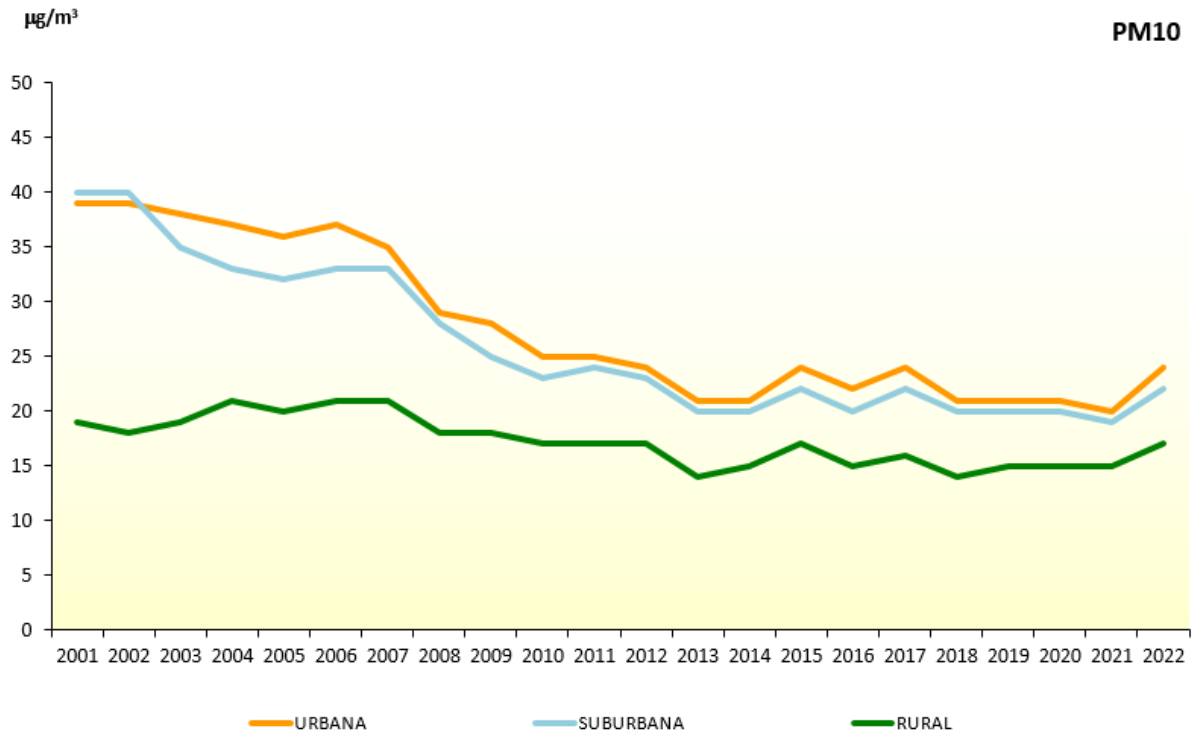


Figura 18 Evolución de las medias anuales de PM10 (2001-2022) por tipo de área

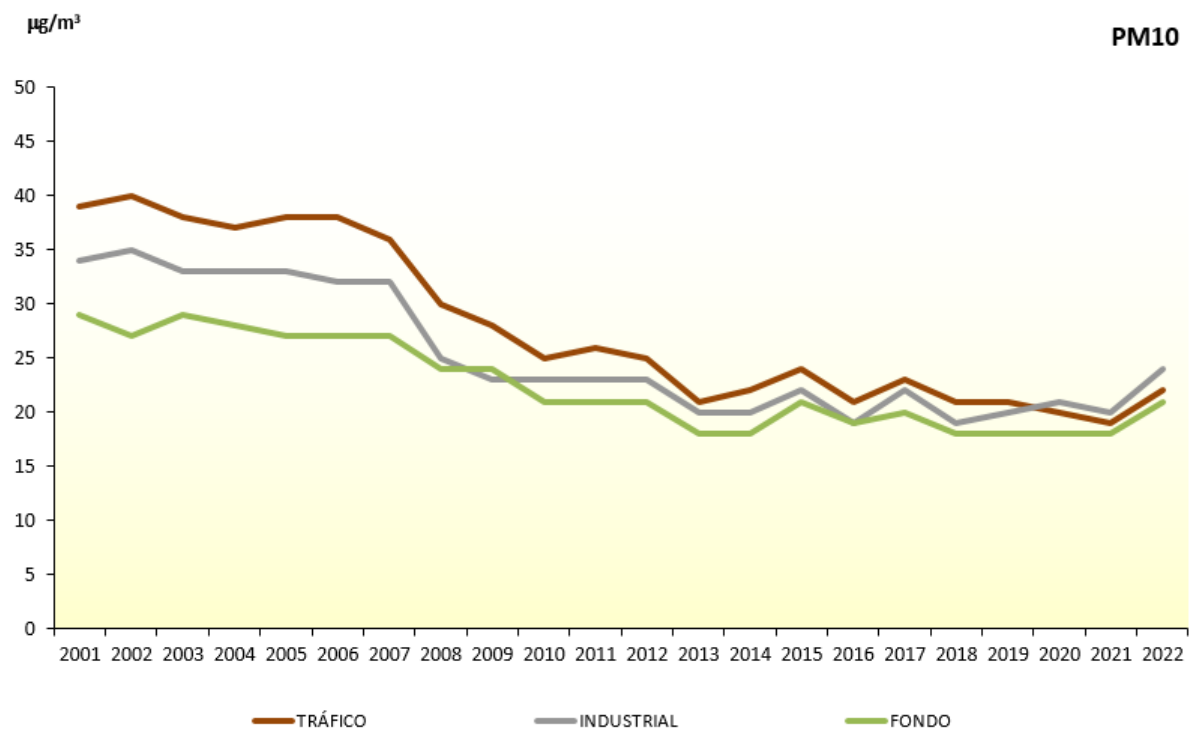


Figura 19 Evolución de las medias anuales de PM10 (2001-2022) por tipo de estación

Este hecho se observa también en la representación geográfica de las estaciones, tanto en la evolución de 2017 a 2022 de valores diarios (Figura 20) como en los valores medios anuales (Figura 21), en cuyos mapas se observa una reducción de las estaciones con mayores concentraciones hasta 2021, seguida de un incremento en 2022, especialmente evidente en el archipiélago canario, próximo al continente africano y por lo tanto muy influenciado por los episodios de intrusiones saharianas.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

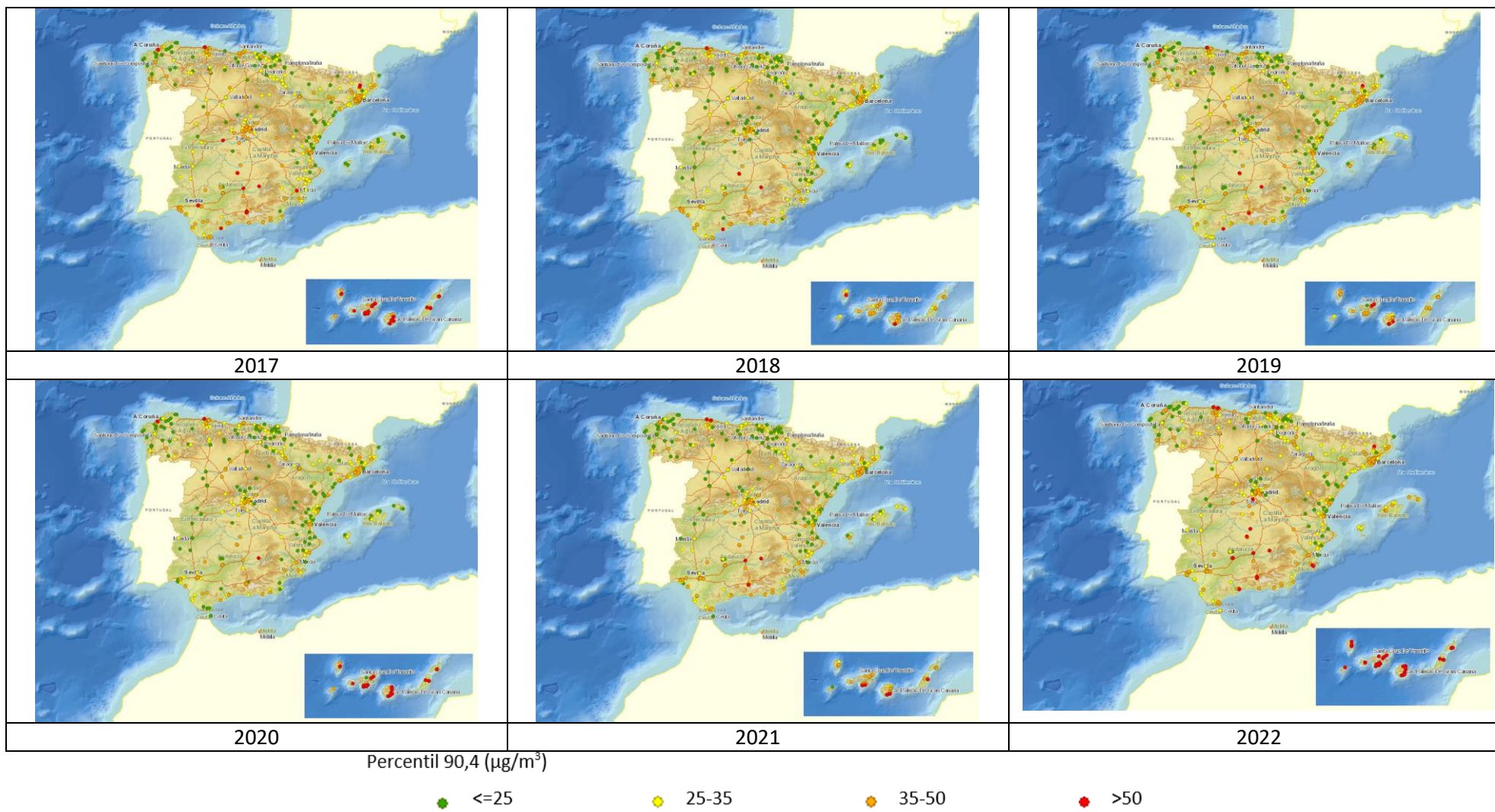


Figura 20 Evolución de los niveles de PM10 respecto al VLD a lo largo del periodo 2017-2022

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

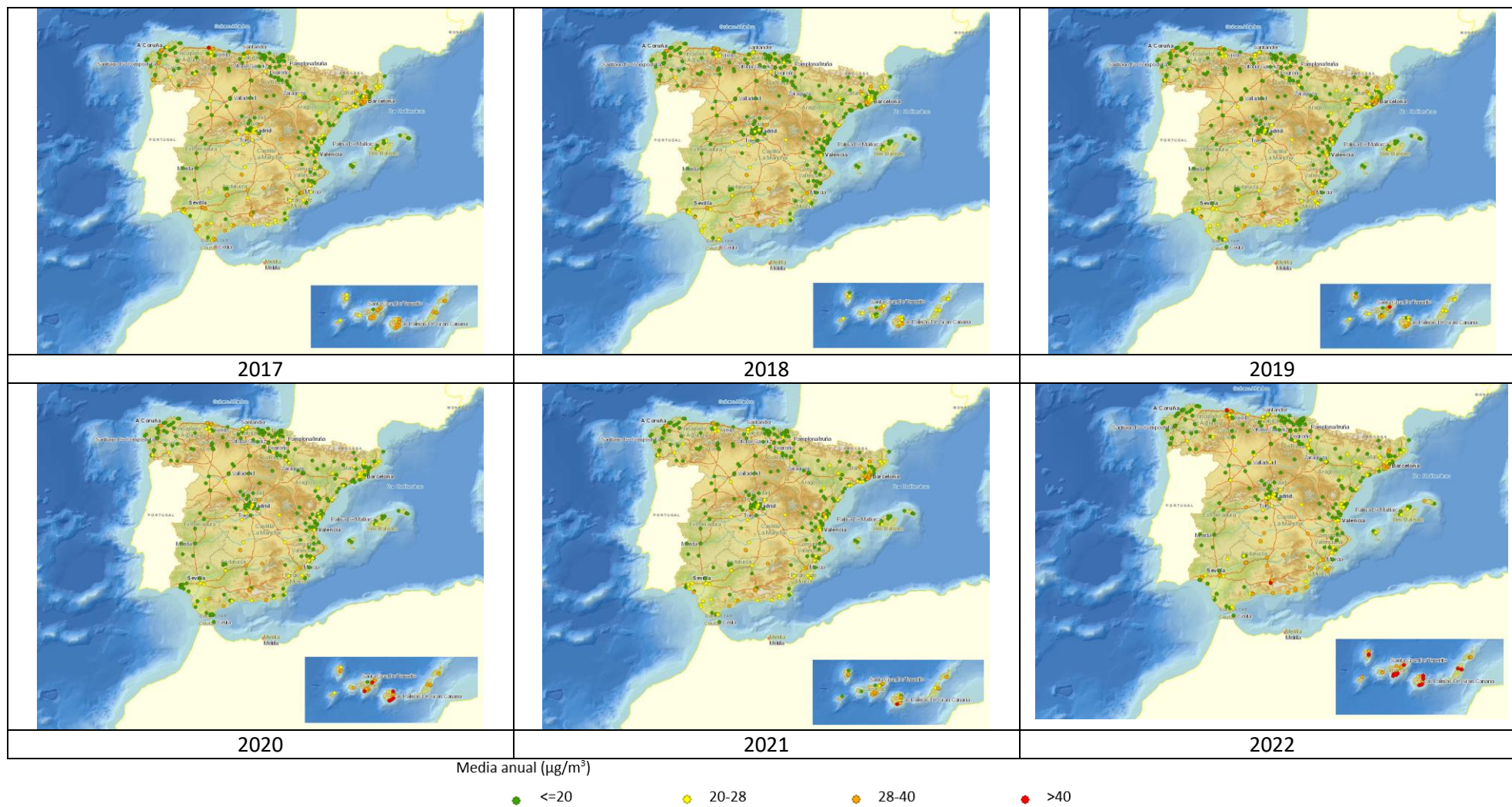


Figura 21 Evolución de los niveles de PM10 respecto al VLA a lo largo del periodo 2017-2022

6.2 Niveles de PM10 en 2022

Como consecuencia de la contribución de las fuentes de origen natural, resulta más difícil establecer patrones de evolución a lo largo del año para este contaminante.

Las siguientes figuras muestran la distribución mensual a lo largo del año 2022 y reflejan el mismo comportamiento independientemente de la tipología de área o de estación; esto puede ser reflejo del efecto, por un lado, de los episodios de polvo del Sáhara, la Figura 27 muestra la distribución mensual del número de días con episodios africanos por regiones en 2022, y también a su vez permite evidenciar cómo las estaciones suburbanas y urbanas registran cerca de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ más que las estaciones de fondo, diferencia que puede atribuirse en este caso a una mayor influencia de las fuentes antrópicas en estas áreas.

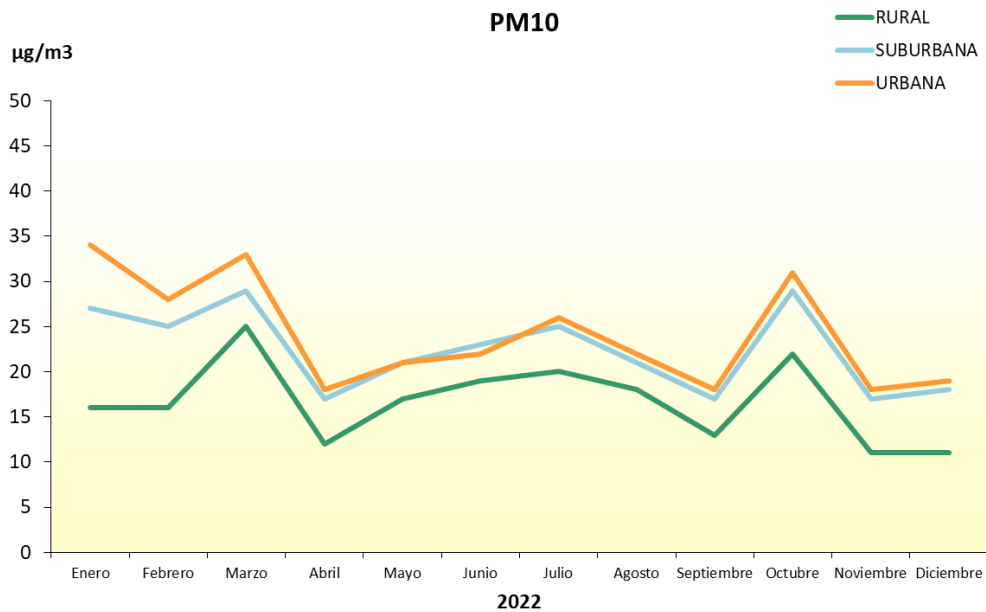


Figura 22 Evolución de las medias mensuales de PM10 en 2022 por tipo de área

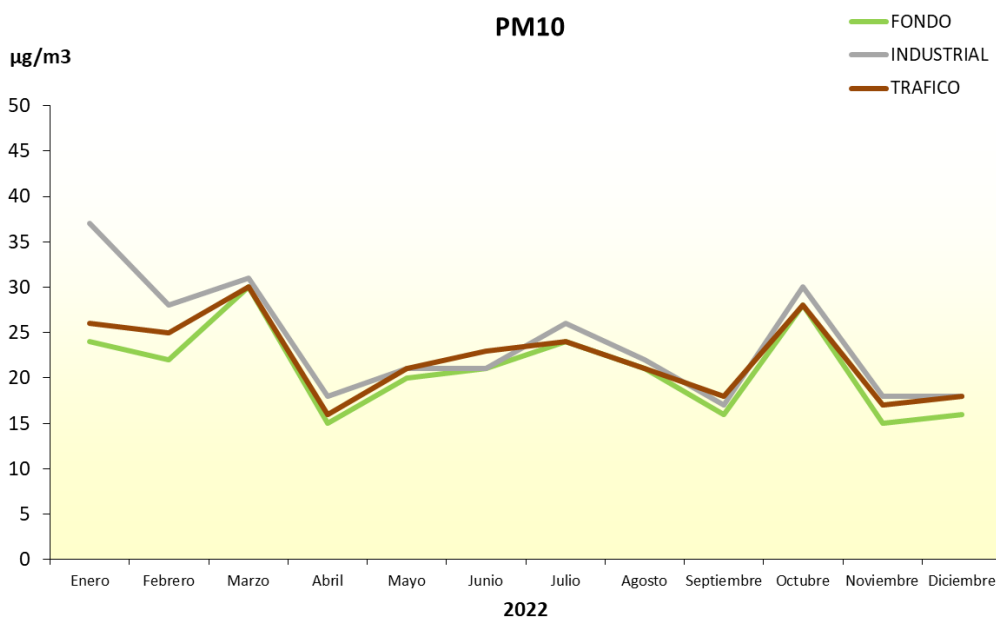


Figura 23 Evolución de las medias mensuales de PM10 en 2022 por tipo de estación

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

En las figuras recogidas a continuación se muestra la distribución de las medias anuales y la distribución del Percentil 90,4 de PM10 de las estaciones que han participado en la evaluación, agrupadas por tipo de área. En ellas se observa que de las 476 estaciones que se emplearon en 2022 para evaluar PM10, antes de descontar las fuentes naturales de PM10, 19 superan el VLA, el 3,99% del total, de las cuales 13 son de tipo urbano, 5 suburbano y solo 1 es de tipo rural. El VLD lo excedieron 62 estaciones, el 13,03% del total, de las cuales 38 eran urbanas, 21 suburbanas y las 3 restantes, rurales.

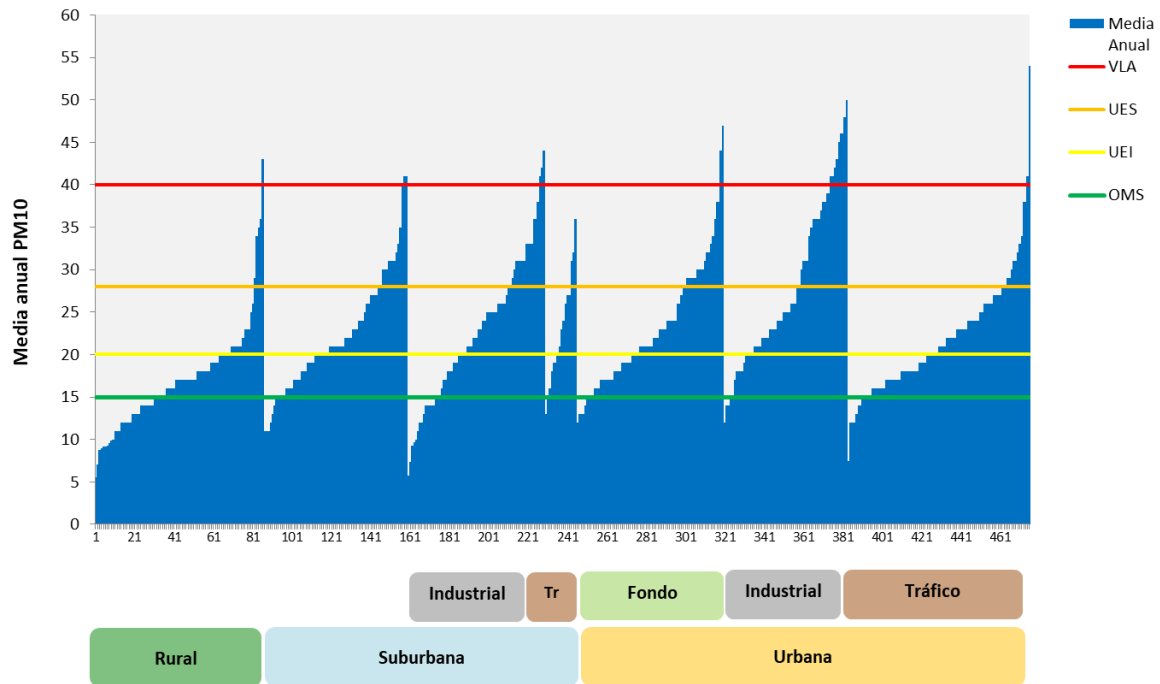


Figura 24 Distribución de la media anual de PM10 (2022)

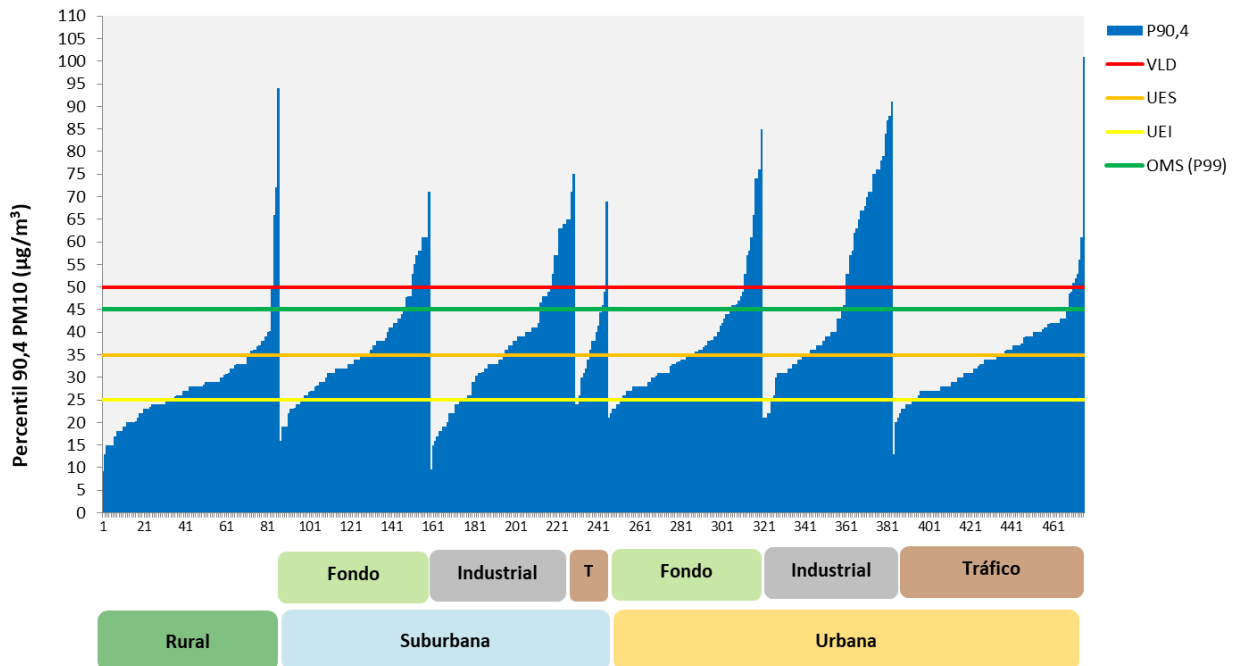


Figura 25 Distribución del Percentil 90,4 de PM10 (2022)

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

En cuanto a la distribución regional, la Figura 26 muestra el promedio mensual de los valores medios diarios para PM10 en 2022. En ella puede observarse como los valores más elevados se dieron, con carácter general, durante los meses de enero a marzo, aunque también fueron significativos en el mes de octubre, y afectaron especialmente a las Islas Canarias, Andalucía y la Región de Murcia.

Red	2022												
	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AND	21	25	51	17	24	23	29	26	20	37	18	19	
ARAG	19	20	18	13	20	24	23	19	19	24	12	13	
A.ZGZA	20	22	20	12	20	25	23	22	17	28	17	18	
AST	28	30	29	21	24	23	25	22	20	26	23	23	
I.BAL	16	20	28	18	21	23	20	19	21	28	16	16	
I.CAN	109	54	35	31	23	20	36	26	18	49	25	29	
CANT	19	21	25	15	18	17	20	17	14	21	15	14	
CLM	22	27	34	18	27	32	36	33	20	35	17	17	
CYL	15	17	35	12	17	19	23	19	13	25	10	11	
CAT	29	26	24	18	22	26	23	19	19	28	19	21	
C.VAL	15	17	19	12	18	20	18	17	13	20	11	13	
EXT	11	14	30	8,6	15	16	20	20	13	26	8,8	8,3	
GAL	17	18	21	12	16	15	17	15	12	13	14	12	
C.MAD	16	19	34	11	16	21	22	22	13	25	12	13	
A.MAD	14	16	29	12	19	27	29	26	17	29	14	18	
MUR	19	23	44	18	28	30	30	27	26	42	27	21	
NAV	16	16	19	12	19	22	19	17	15	22	11	13	
PV	17	20	22	13	17	19	20	16	14	23	12	11	
LR	17	20	23	15	22	23	23	20	16	26	13	15	
CEU	12	15	23	13	18	15	16	18	14	24	15	13	

Figura 26. Distribución por regiones y tipo de área de valores medios mensuales de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La Figura 27 muestra la distribución de días con intrusión sahariana durante 2022 y permite apreciar cómo el mayor número de episodios se concentró sobre todo en octubre.

Los episodios registrados durante el año 2022 en la Península Ibérica y Baleares han sido más intensos que el promedio de los últimos años (considerando el periodo 2001-2021). Destacan los eventos de la segunda quincena de marzo, segunda quincena de junio y del mes de octubre, en los que se alcanzaron concentraciones muy altas de PM10 en casi todas las zonas consideradas.

En las islas Canarias las intrusiones de polvo registradas este año han sido también más intensas que los últimos años y las superaciones registradas han estado relacionadas con episodios de calima.

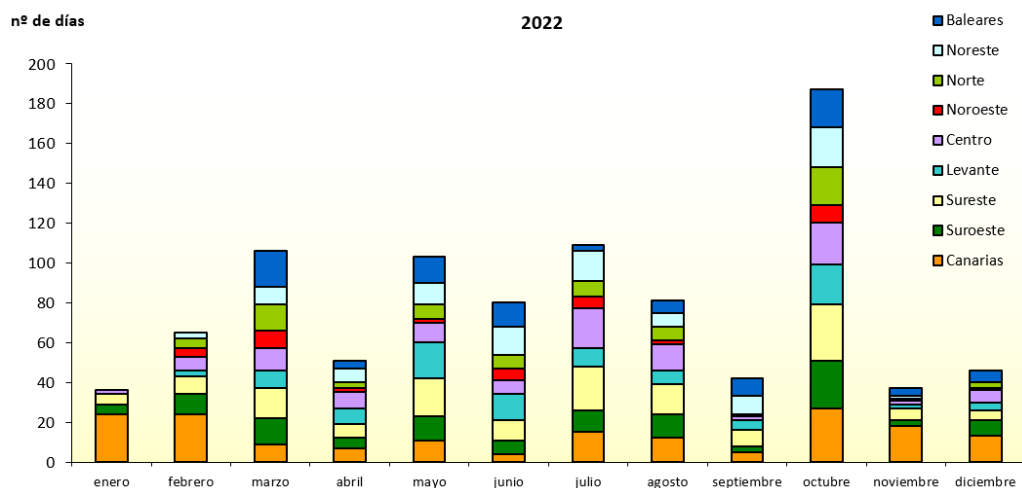


Figura 27 Distribución mensual del número de días con episodios africanos por regiones en 2022⁹

⁹ Fuente de los datos: "Episodios Naturales de Partículas 2022". Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) / Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial (Mayo 2023) https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/sgalsi/atm%C3%B3sfera-y-calidad-del-aire/sgalsi_intrusiones/sgalsi_intrusiones-2022/episodios%20naturales%202022.pdf

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Las regiones mencionadas en la imagen anterior son las que se reflejan gráficamente en la Figura 28.



- Canarias
- Suroeste: Andalucía occidental, sur de Extremadura
- Sureste: Andalucía oriental, Murcia
- Levante: Comunidad Valenciana hasta el delta del Ebro
- Centro: Resto de Extremadura, Castilla la Mancha, Comunidad de Madrid, Castilla León
- Noroeste: Galicia, Asturias, noroeste de Castilla y León
- Norte: Cantabria, País Vasco, La Rioja, Navarra
- Noreste: Aragón, Cataluña
- Baleares

Figura 28 Regiones consideradas en relación con los episodios naturales de partículas 2022

FUENTE: CSIC / MITECO

La Figura 29 muestra que la contribución de las fuentes naturales en 2022 ha sido especialmente relevante en Canarias, seguida por el sureste (Murcia, Andalucía), suroeste (Andalucía, Extremadura) y centro peninsular.

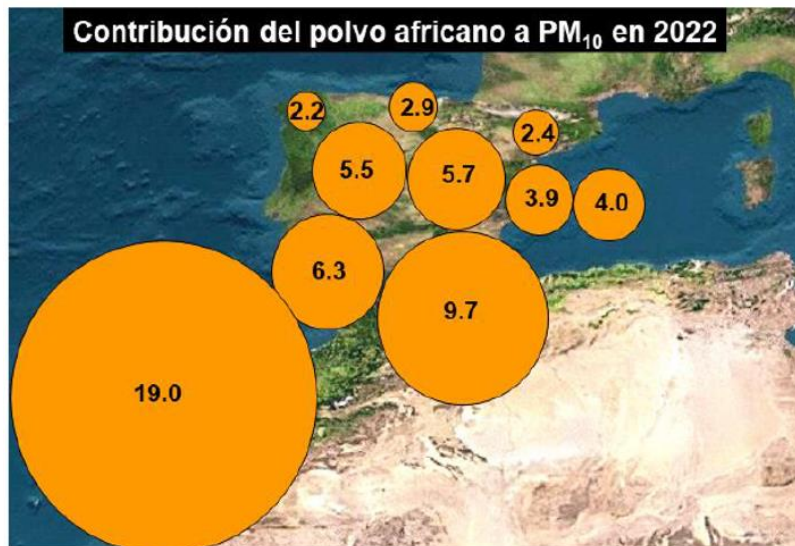


Figura 29 Contribución de polvo africano a PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el año 2022

FUENTE: CSIC / MITECO

7. PARTÍCULAS PM2,5

7.1 Evolución 2008-2022 de las partículas PM2,5

De la Figura 30 se desprende que los niveles medios de PM2,5 han disminuido desde 2008. En el periodo que comprende los 10 últimos años, el valor medio se sitúa en la horquilla de 9,3 y 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mientras que los percentiles 75, en 7 de los 10 últimos años, se corresponde con el valor de 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El percentil 75 más bajo de toda la serie (11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) corresponde con el año 2021.

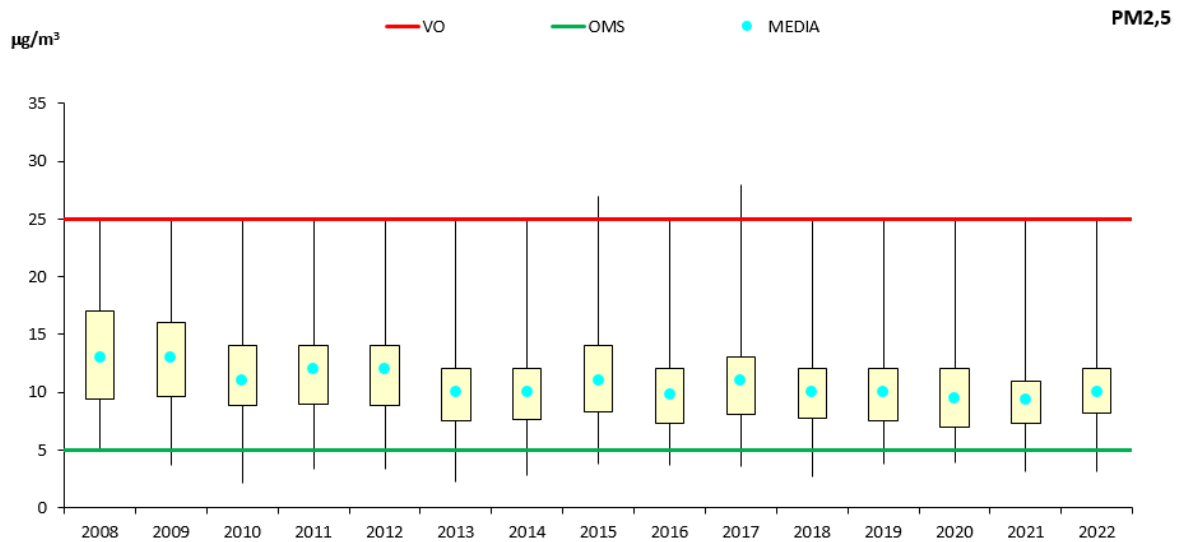


Figura 30 Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de PM2,5 2008-2022

Por tipo de área, la Figura 31 muestra una mayor disminución en las urbanas, incluso teniendo en cuenta los resultados de 2022, siendo la evolución de su perfil similar al de las suburbanas a lo largo del periodo considerado.

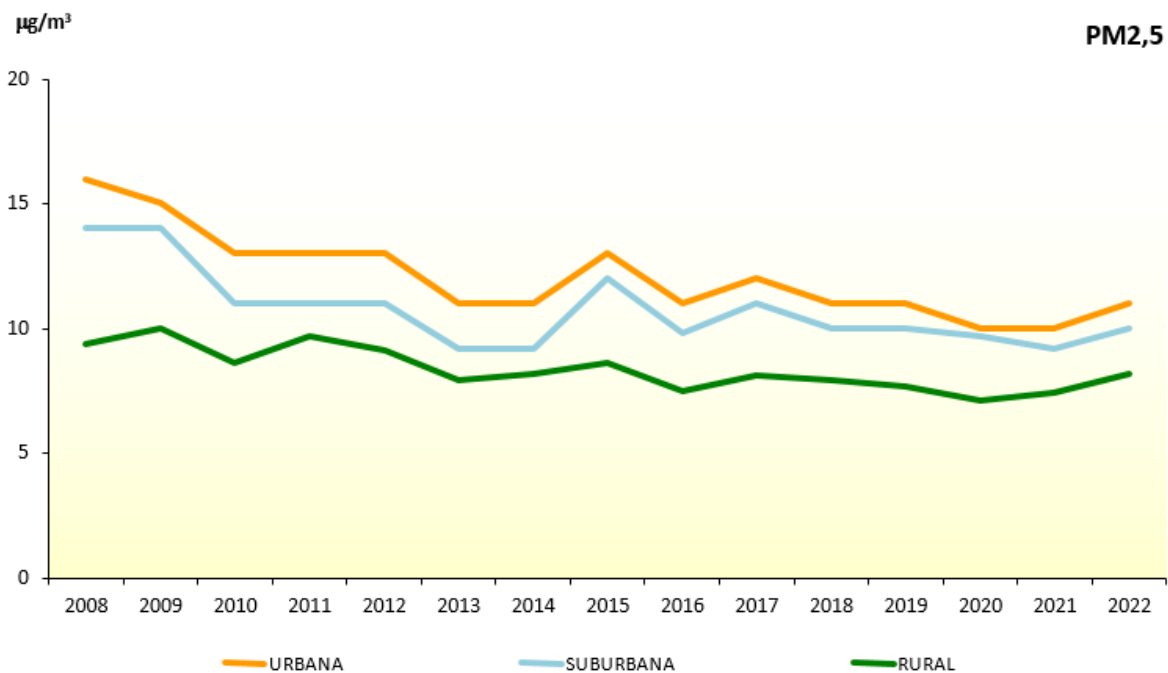


Figura 31 Evolución de las medias anuales de PM2,5 (2008-2022) por tipo de área

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Si se atiende a la tipología de estación, en la Figura 32 se observa que las reducciones más evidentes se han registrado en las estaciones de tráfico, seguidas de las industriales, siendo el comportamiento de las de fondo el más estable. En todas ellas se aprecia el ligero incremento de 2022, año en que se registró una fuerte influencia de intrusiones de polvo sahariano.

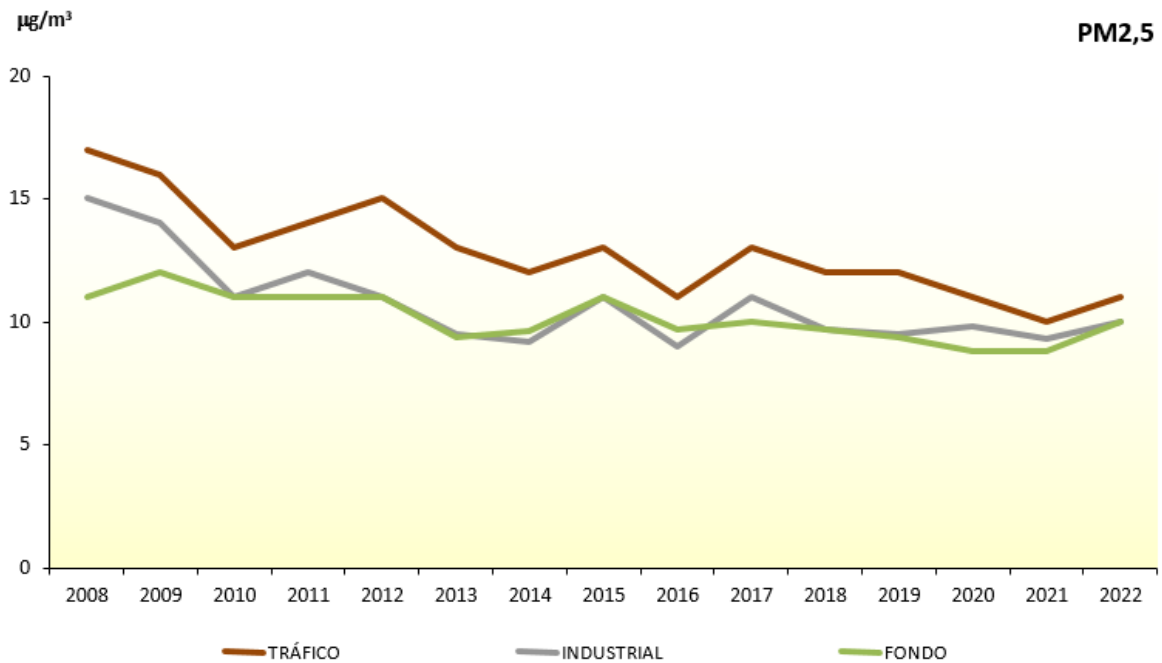


Figura 32 Evolución de las medias anuales de PM2,5 (2008-2022) por tipo de estación

Los mapas de representación geográfica de las estaciones para los valores medios anuales de 2017 a 2022 para las PM2,5 (Figura 33) muestran una reducción del número de estaciones con mayores concentraciones hasta 2021, y un ligero aumento en 2022.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

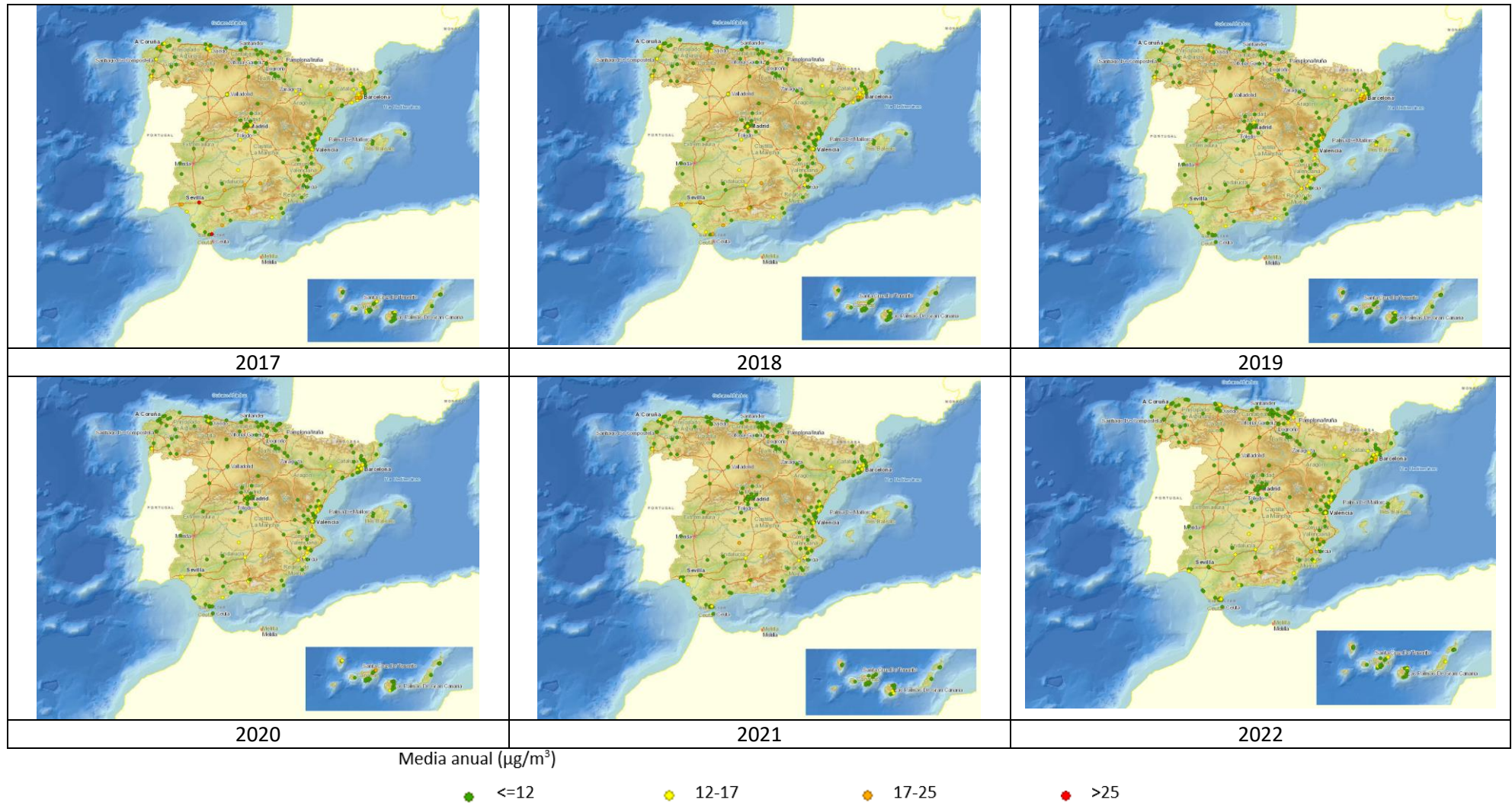


Figura 33 Evolución de los niveles de PM2,5 respecto al VLA a lo largo del periodo 2017-2022

7.2 Niveles de PM2,5 en 2022

Si se comparan las figuras siguientes con las de PM10 (Figura 22 y Figura 23), en 2022 se aprecia una correlación entre los valores de ambos contaminantes, con máximos en enero, marzo, julio y octubre repitiéndose el comportamiento independiente de la tipología de área o estación.

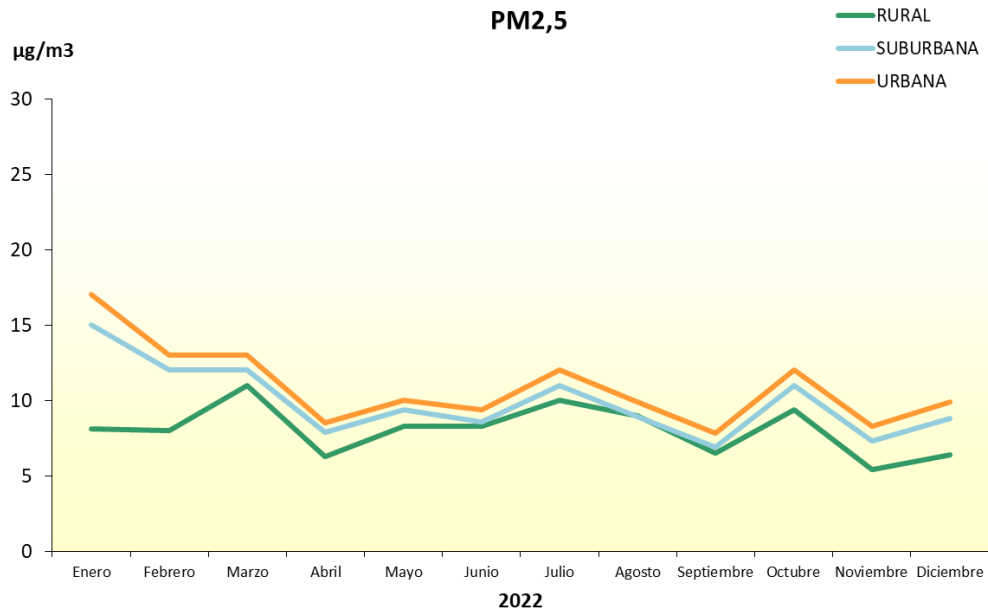


Figura 34 Evolución de las medias mensuales de PM2,5 en 2022 por tipo de área

A diferencia de los gráficos de PM10, por tipología de estación las estaciones de tráfico mantienen los registros más altos para PM2,5 en todo el año mientras que para las PM10, las estaciones industriales muestran niveles más elevados en la mayoría de los meses.

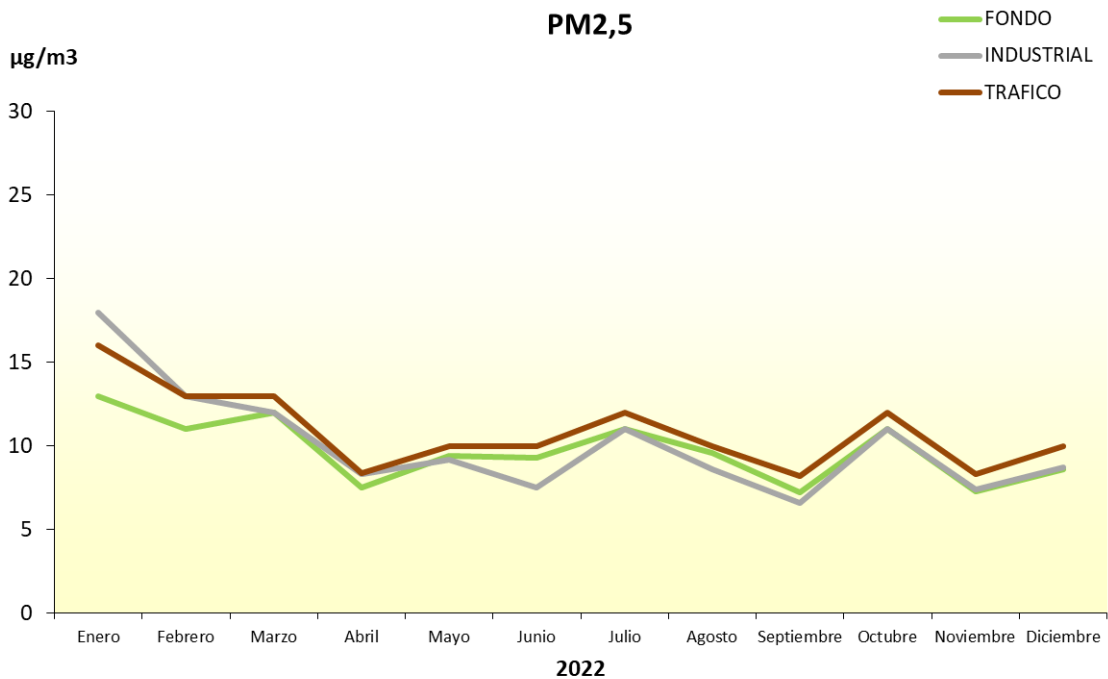


Figura 35 Evolución de las medias mensuales de PM2,5 en 2022 por tipo de estación

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

La Figura 36 recoge la distribución de las medias anuales de PM2,5 de las estaciones que han participado en la evaluación de este contaminante en 2022, agrupadas por tipo de área. De las 314 estaciones que se emplearon para evaluar PM2,5 en dicho año, ninguna supera el VL y únicamente tres de ellas (2 urbanas y 1 suburbana) se sitúan por encima del UES.

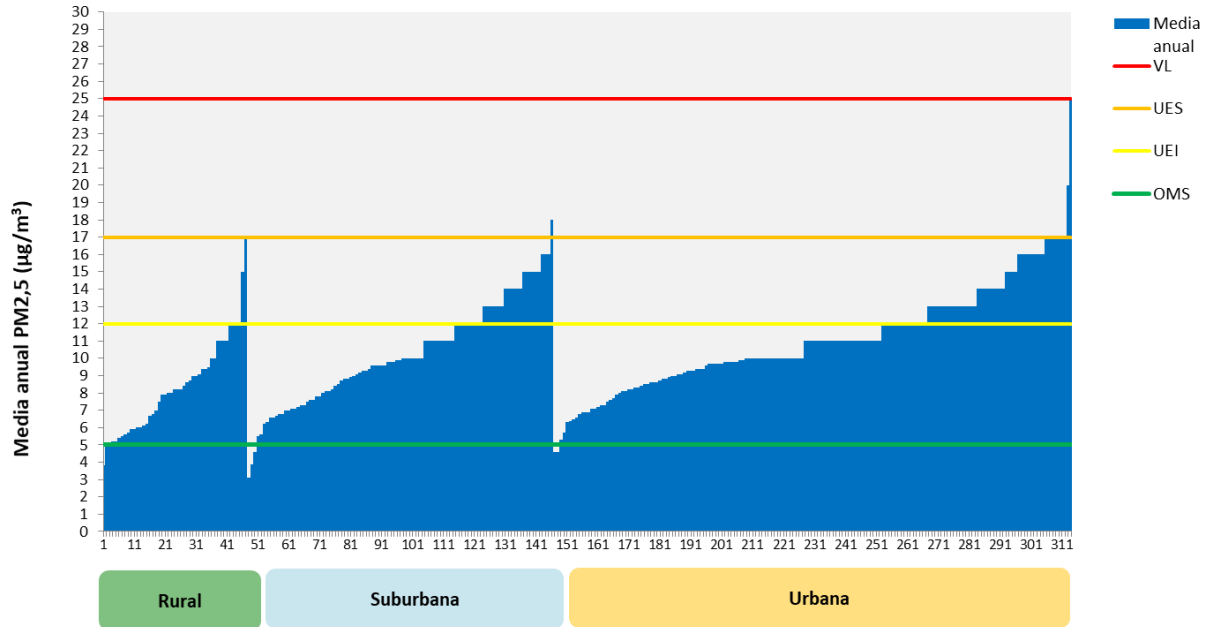


Figura 36 Distribución de las medias anuales PM2,5 (2022)

En cuanto a la distribución regional, el promedio mensual de valores medios diarios en 2022 de PM2,5 por redes de calidad del aire, recogido en la Figura 37, refleja máximos generalizados durante los meses invernales (de enero a marzo), en época de funcionamiento de las calefacciones, así como picos puntuales en otros meses, como julio y octubre, coincidiendo con los eventos de intrusión sahariana.

		2022											
Red	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AND		12	13	17	8,4	11	9,5	12	12	9,1	13	8,7	11
ARAG		14	12	10	7,4	10	17	13	12	9	11	6,2	8,1
A.ZGZA		11	10	9,7	6,9	12	13	12	10	7,6	11	6,2	9,4
AST		16	13	12	9,5	10	9,3	11	9,6	8,7	10	11	12
I.BAL		9,2	9,5	13	6,1	7,3	9,5	9,5	7,5	8,7	9,3	5,6	5,4
I.CAN		28	17	11	8,8	7,6	5,7	11	7,5	5,5	13	7,5	8,5
CANT		11	9,9	8,2	6	8	6,6	6,5	6,5	6,1	7,4	7,4	9,3
CLM		9,7	10	10	6,8	9	7,8	9,9	9,2	5,1	10	5,7	7,8
CYL		11	9,7	12	6,4	9	8,3	12	8,8	6,3	9,9	6,3	6,2
CAT		19	14	12	9,6	11	11	12	10	8,9	12	9,5	12
C.VAL		9,9	10	11	6,6	9,3	8,8	9,6	8,6	6,2	11	5,9	8,7
EXT		6,4	8,3	16	7,3	13	12	17	15	8	15	4,2	4,8
GAL		13	11	11	7,9	8,6	7,5	9,8	7,8	6,5	6,9	7,8	7,8
C.MAD		11	10	12	6,3	8,7	9,2	11	11	6,9	12	7,1	8,9
A.MAD		9,6	8,8	9,6	6,1	9	12	15	13	7,9	12	7,3	9,1
MUR		15	11	15	9,2	13	13	13	12	12	15	10	11
NAV		12	11	11	6,1	9,2	9,4	9,6	9,1	10	16	14	11
PV		12	11	11	8,1	9,5	9,8	12	9,1	7	11	5,9	7,1
LR		9,4	9,1	11	7,3	9	8,8	8,7	7,7	6,3	9,3	6	8
CEU		6,3	6,9	9,1	7,3	9,1	7,8	11	10	7,7	11	7,4	7,4

Figura 37. Distribución por regiones y tipo de área de valores medios mensuales de PM2,5 (µg/m³)

8. OZONO

8.1 Evolución 2004-2022 del O₃

En la Figura 38 se aprecian dos circunstancias a lo largo del periodo considerado: la presencia reiterada de máximos por encima del VOLP establecido para la salud y el estancamiento de las medias del percentil 93,2 (de los máximos diarios octohorarios) de O₃ en torno a los 100 µg/m³. Si bien en los años 2020 y 2021 se observa una mejoría en todos los estadísticos, se observa un ligero ascenso en 2022, que sin embargo no llega a alcanzar los valores de 2019.

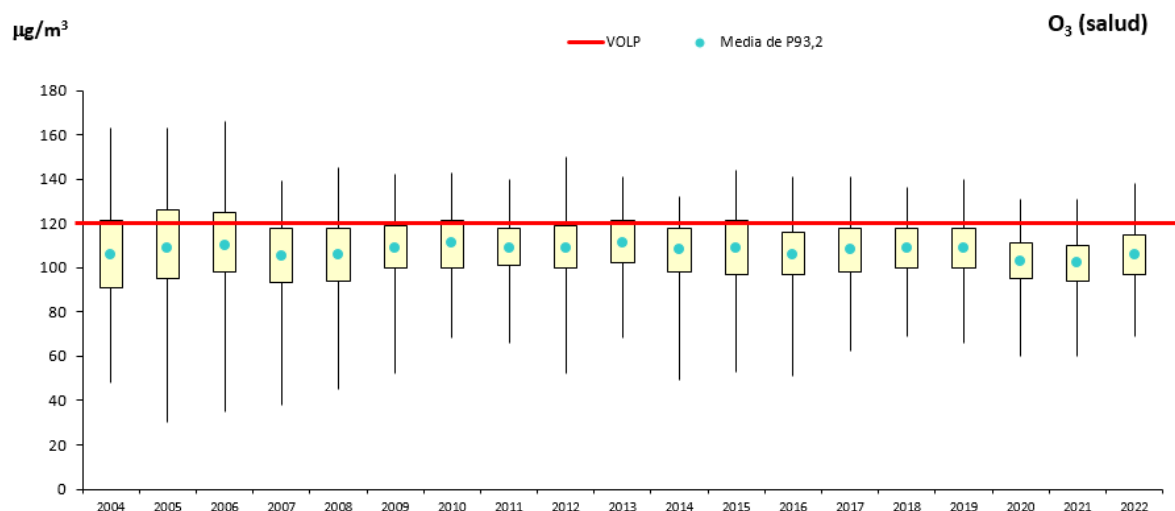
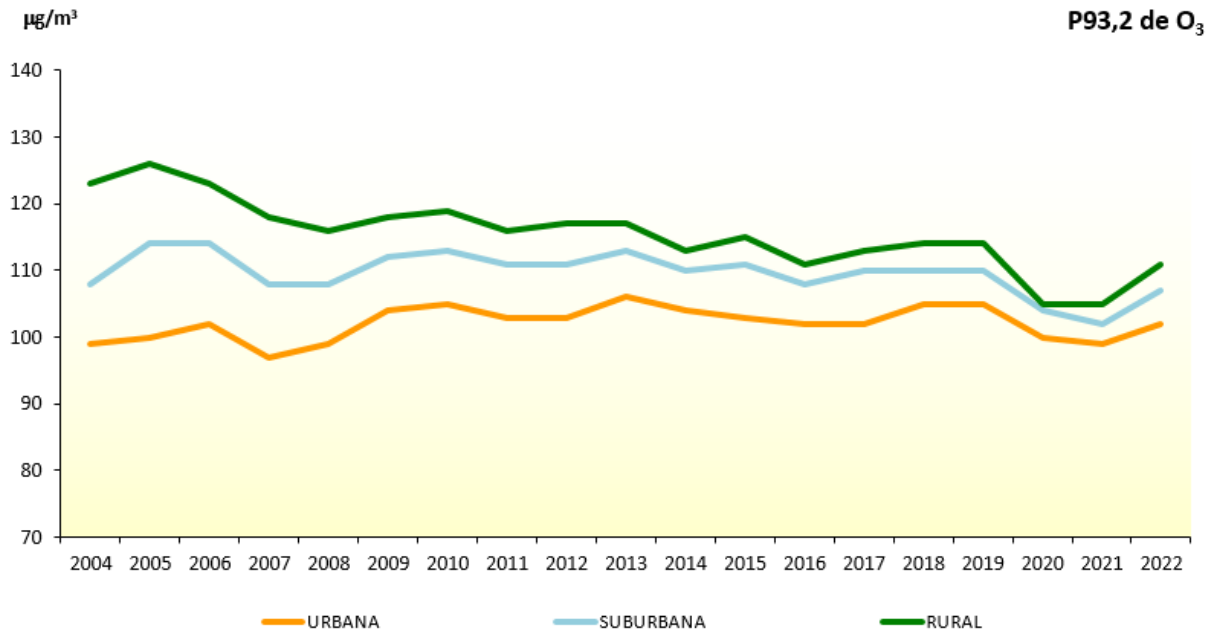
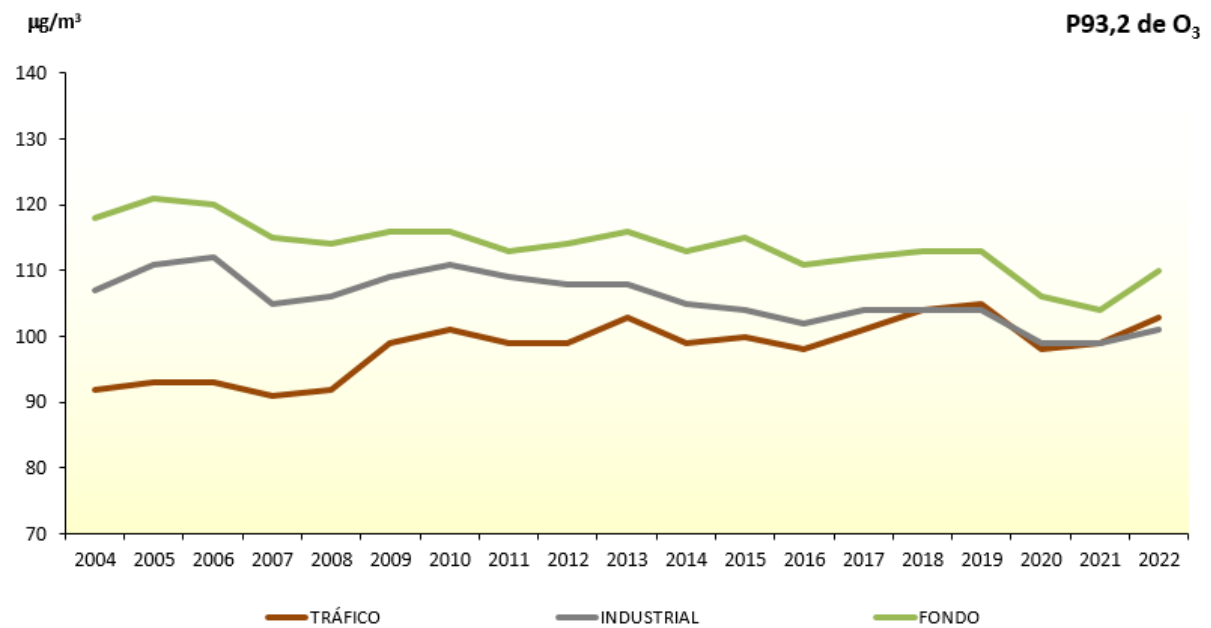


Figura 38 Diagrama de caja y bigotes del percentil 93,2 de máximos diarios octohorarios de O₃ 2004-2022

En la evolución de las medias anuales de los percentiles 93,2 de O₃ desde 2004 que se muestra en la Figura 39 (por tipo de área) y en la Figura 40 (por tipo de estación) se observa que las estaciones rurales y estaciones de fondo son las que presentan valores más elevados.

Además, para todas las tipologías de estación se produce una disminución drástica del año 2019 al 2020, que se mantiene en 2021 y que después se revierte en 2022, aunque sin llegar a alcanzar los valores de 2019. Es también un hecho destacable que a partir de 2018 los niveles de las estaciones de tráfico tienden a aumentar, ya que desde entonces igualan e incluso superan a los de las industriales.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Figura 39 Evolución de las medias anuales de los percentiles 93,2 de O₃ (2004-2022) por tipo de áreaFigura 40 Evolución de las medias anuales de los percentiles 93,2 de O₃ (2004-2022) por tipo de estación

En la Figura 41 se observa la pauta estacional característica de este contaminante secundario para todas las tipologías de estaciones y áreas, con valores estivales altos, lo que resulta coherente dado que, como se indicó en el Capítulo 5, la radiación solar es determinante en la formación de este contaminante a partir de sus precursores.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

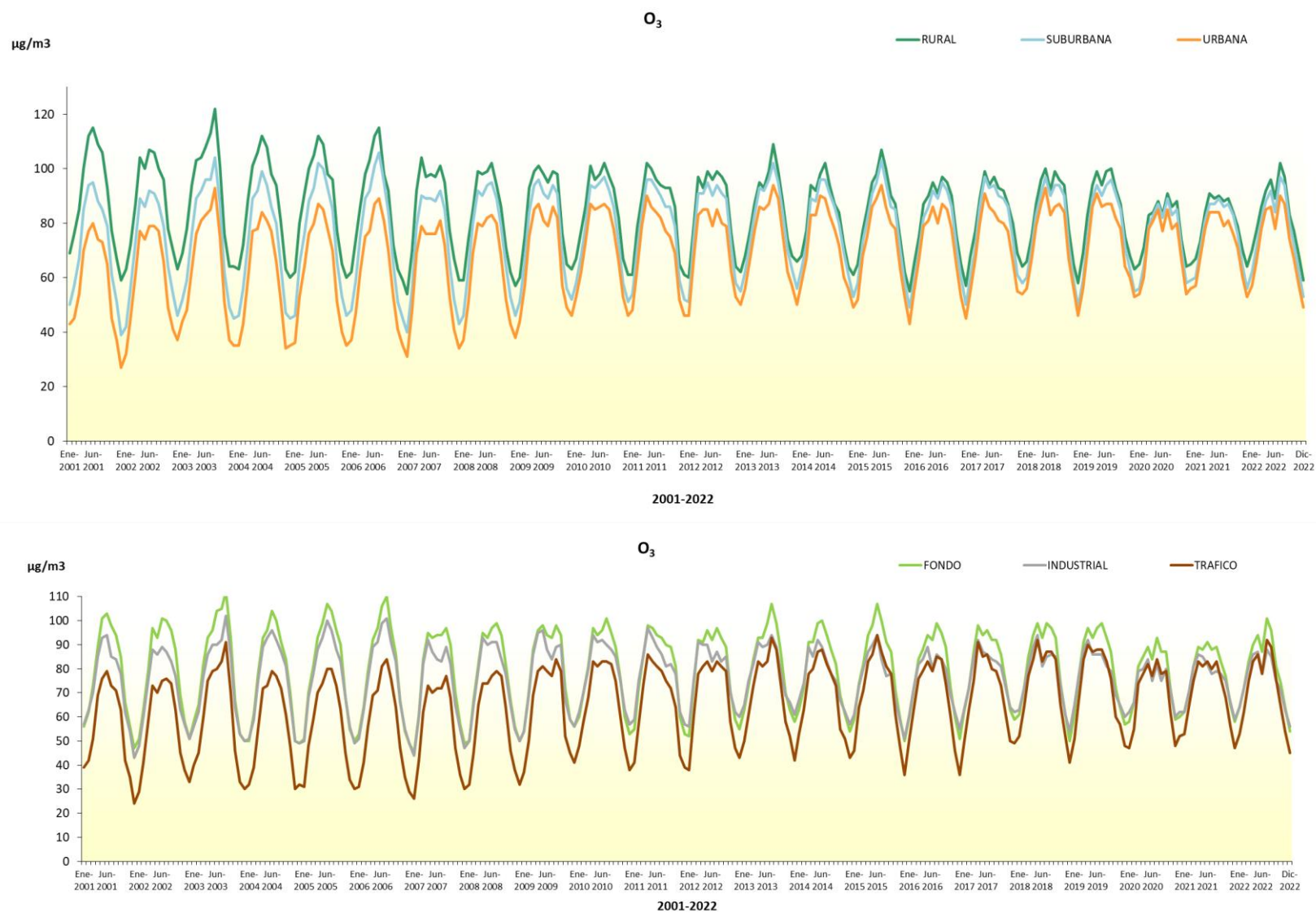
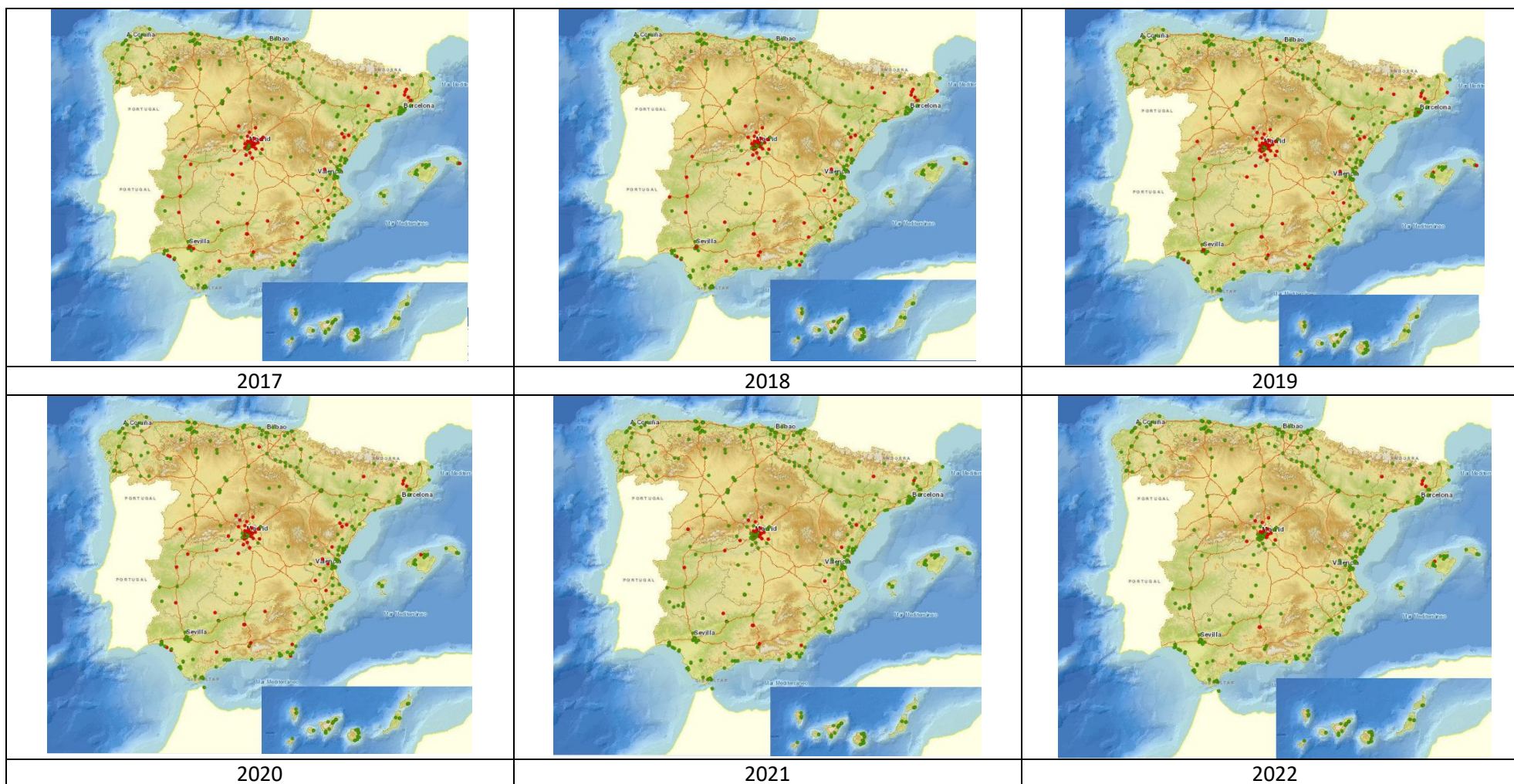


Figura 41 Evolución de las medias mensuales de máximos diarios octohorarios de O₃ de 2001 a 2022 por tipo de área (arriba) y estación (abajo)

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Al representar geográficamente las estaciones que miden O₃ para el valor objetivo de este contaminante entre 2017 y 2022 (Figura 42), se observa como en 2022 hay una mayor predominancia de puntos verdes que en 2021. Esto se explica porque el valor objetivo se define como el promedio trianual del número de superaciones del valor máximo diario octohorario de 120 µg/m³ que no debe superarse en más de 25 ocasiones.



Media trianual del número de superaciones de 120µg/m³ ● ≤ 25 ● > 25

Figura 42 . Evolución de los niveles de O₃ respecto al VO a lo largo del periodo 2017-2022

8.2 Niveles del O₃ en 2022

En la Figura 43 se analiza la distribución de los percentiles 93,2 de las estaciones que han participado en la evaluación del O₃ en el año 2022, agrupadas por tipo de área. En ella se puede observar que la línea que marca el OLP de 120 µg/m³ se supera en algunas estaciones, concretamente en 43 de las 427 estaciones utilizadas para evaluar (un 10,07%).

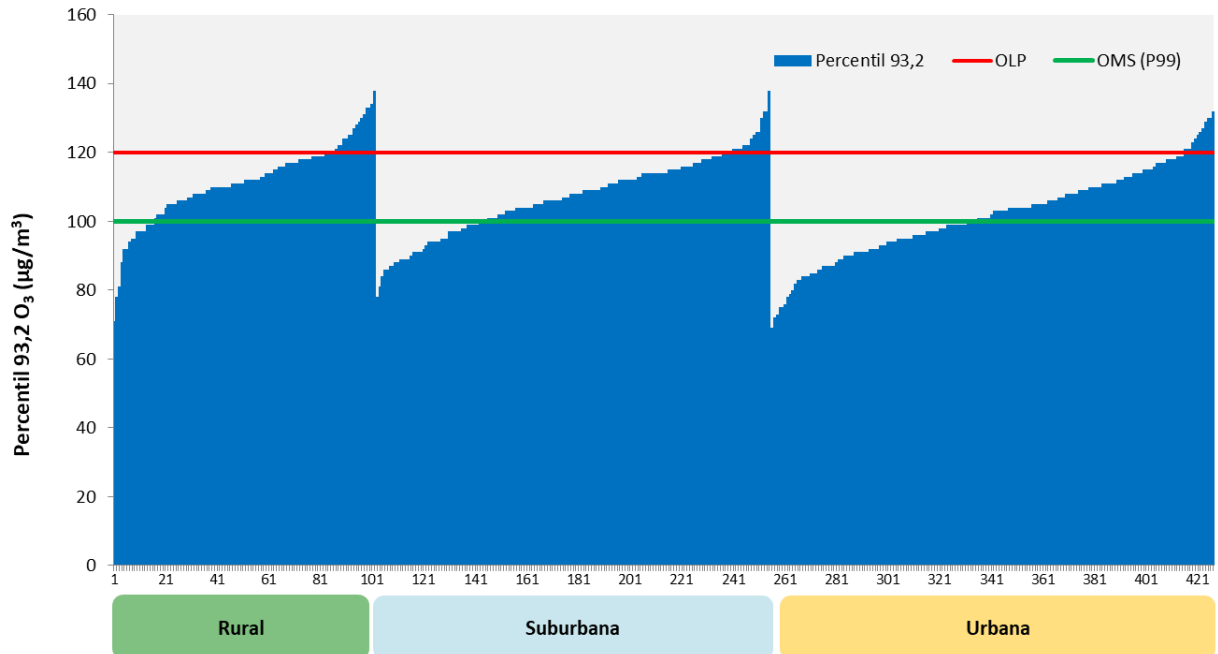


Figura 43 Distribución del Percentil 93.2 de O₃ (2022)

Finalmente, la Figura 44 muestra, para las diferentes redes de calidad del aire, el promedio mensual de los valores medios diarios registrados en 2022 para el O₃ por tipo de área. En ella se confirma cómo los valores son más elevados en las zonas rurales durante los meses de primavera-verano, con diferencias geográficas de unas regiones respecto a otras.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Rural - 2022													Suburbana - 2022													Urbana - 2022															
Red	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Red	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Red	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AND		58	65	69	73	80	71	84	77	66	66	55	52	AND		60	65	70	73	81	73	82	79	67	63	52	46	AND		50	53	63	67	74	65	76	73	59	52	44	38
ARAG		57	61	67	80	80	75	83	77	68	60	55	40	ARAG		31	44	51	59	62	58	66	68	46	38	29	18	ARAG		31	46	59	63	69	63	68	74	63	49	43	24
A.ZGZA														A.ZGZA		31	46	54	64	68	64	73	66	54	34	29	15	A.ZGZA		30	45	57	68	72	67	77	71	60	39	30	16
AST		74	80	90	101	88	70	79	76	70	65	71	66	AST		26	31	40	52	51	45	53	51	41	34	30	26	AST		32	37	47	57	53	45	53	51	46	37	33	29
I.BAL		61	65	85	84	86	74	79	77	67	61	60	50	I.BAL		63	70	85	89	90	75	80	79	74	65	62	53	I.BAL		45	51	72	73	70	63	67	68	64	57	54	44
I.CAN		63	70	77	78	70	60	64	60	50	58	50	59	I.CAN		68	72	78	79	69	60	63	61	52	62	61	60	I.CAN		59	63	74	75	65	57	59	57	46	55	50	47
CANT		66	66	76	77	69	55	75	66	65	62	61	57	CANT		36	44	65	64	66	71	69	65	67	62	59	38	CANT		36	42	65	66	61	54	59	53	52	47	43	36
CLM		70	71	79	82	86	78	100	97	76	71	64	63	CLM		36	44	62	66	71	67	82	79	62	50	45	39	CLM		34	39	51	58	65	57	74	73	54	46	41	35
CYL		52	57	70	73	71	63	82	80	64	58	52	51	CYL		39	46	66	68	67	61	79	75	57	47	42	41	CYL		37	43	64	67	68	63	80	74	59	46	40	39
CAT		52	61	73	77	80	79	89	78	65	57	52	39	CAT		32	41	64	68	67	67	75	67	57	44	39	25	CAT		30	41	67	67	66	67	73	70	56	41	37	25
C.VAL		57	60	73	77	77	71	74	74	61	56	53	42	C.VAL		46	50	68	70	69	66	70	70	57	47	45	35	C.VAL		39	44	66	68	66	64	67	71	59	47	42	31
EXT		46	53	66	70	76	68	90	84	57	55	43	44	EXT		57	68	72	76	85	74	98	91	68	70	57	57	EXT		37	42	63	67	74	70	90	84	60	52	40	37
GAL		50	58	65	66	64	50	64	58	56	53	54	52	GAL		45	50	60	64	60	47	58	55	49	45	47	45	GAL		29	38	49	57	53	39	51	49	45	38	38	36
C.MAD		63	69	76	84	87	83	106	101	77	66	58	51	C.MAD		36	44	60	69	76	71	92	88	65	49	43	36	C.MAD		28	37	56	66	72	69	91	86	62	41	38	30
A.MAD														A.MAD		35	42	57	67	72	69	87	79	61	42	40	29	A.MAD		27	36	52	64	71	65	81	74	55	35	33	24
MUR		37	35				84	78	86	84	67	65	55	MUR		40	46	56	66	73	68	73	75	61	48	49	41	MUR		32	41	53	61	69	61	59	63	53	44	41	38
NAV		54	61	74	82	85	79	89	83	75	65	54	39	NAV		42	54	65	65	63	56	65	61	56	49	39	30	NAV		29	39	60	65	65	56	63	58	53	40	27	19
PV		65	70	82	83	79	70	83	77	75	66	67	61	PV		45	49	73	69	65	58	65	61	59	51	50	43	PV		36	39	69	67	61	53	58	56	51	45	44	39
LR		48	56	65	68	72	70	74	69	67	52	42	31	LR		29	27	41	46	49	42	43	40	43	38	25	20	LR		29	27	41	46	49	42	43	40	43	38	25	20
CEU														CEU														CEU		85	87	85	79	79	62	73	65	56	55	46	56

Figura 44. Distribución por regiones y tipo de área de valores medios mensuales de O₃ (µg/m³)

9. MONÓXIDO DE CARBONO

9.1 Evolución 2003-2022 del monóxido de carbono (CO)

Históricamente los niveles de calidad del aire de CO han sido bajos. De hecho, en la Figura 45 se observa cómo los valores medios registrados desde 2003 se encuentran muy lejos del incumplimiento del objetivo de calidad legal establecido para la protección de la salud.¹⁰

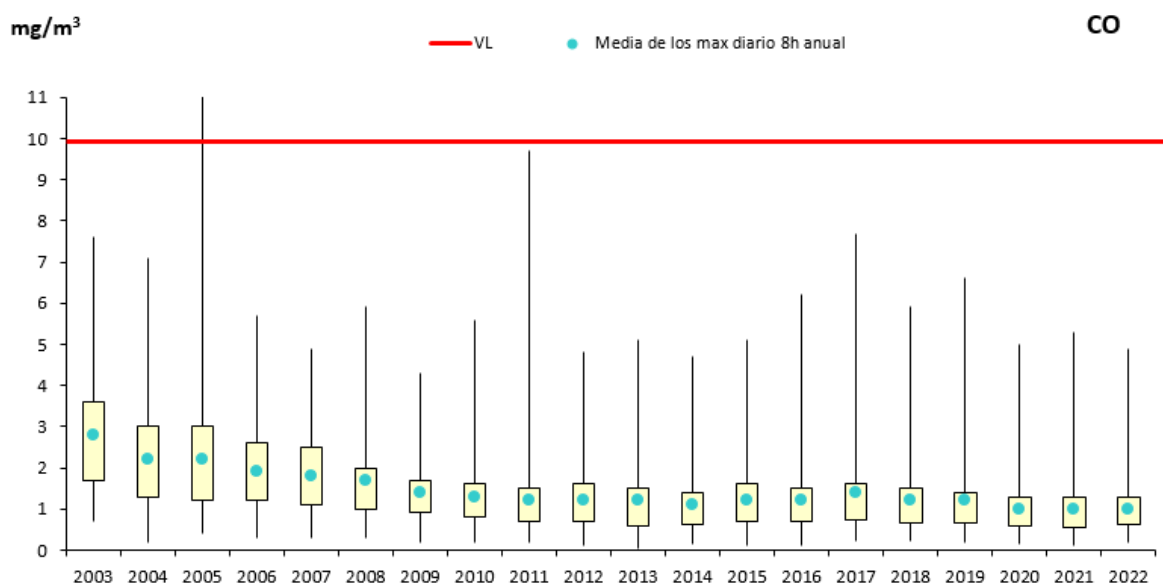


Figura 45. Diagrama de caja y bigotes de la media anual del valor máximo de los máximos diarios octohorarios de CO 2003-2022

En la Figura 46 y en la Figura 47 se refuerza esta observación y, en líneas generales desde 2003, los perfiles de todas las estaciones siguen una tendencia a la baja, especialmente en el caso de las urbanas y de tráfico. En la Figura 46, en 2022 se observa un estancamiento respecto a 2021. En la Figura 47 se observa en 2022 que los niveles en las estaciones de tipo industrial aumentan ligeramente y que disminuyen en las estaciones de fondo.

¹⁰ "Es importante el efecto de los estándares EURO 4 y 5 en la disminución de las emisiones de PM y CO de los vehículos, ya que se requiere del uso de filtros para los nuevos coches diésel desde el 2005" Fuente: Medidas para Mejorar la calidad del Aire Urbano (AIRUSE), CSIC, 2018.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

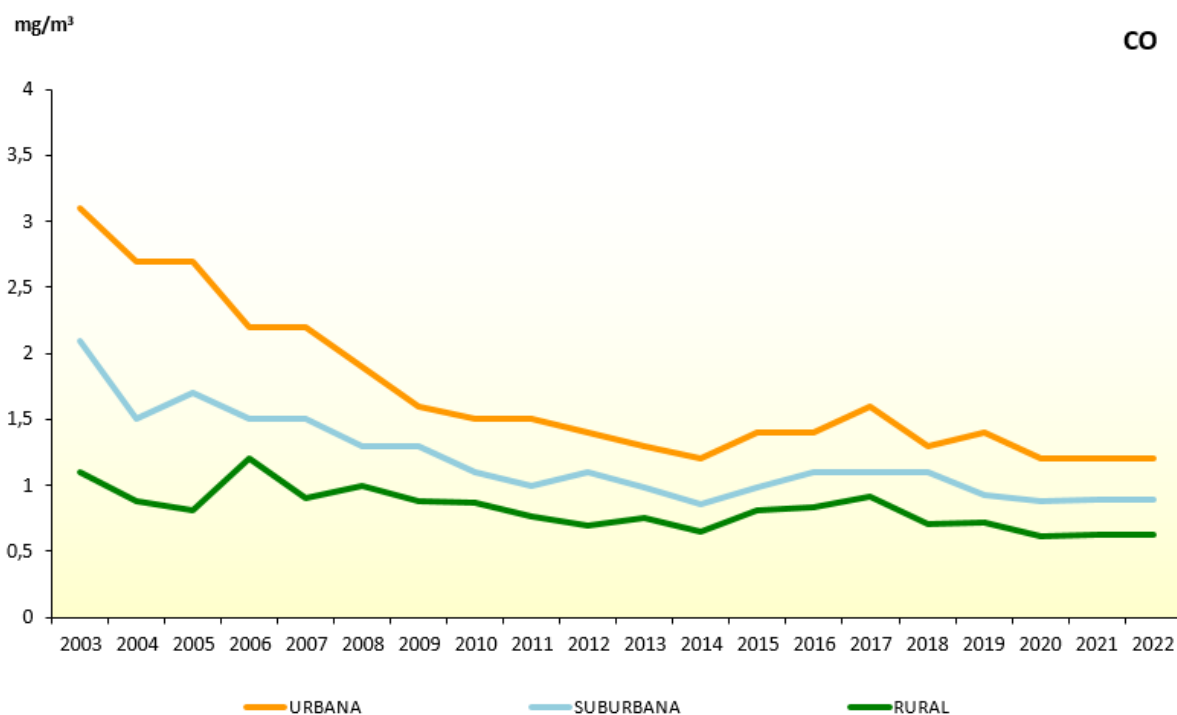


Figura 46. Evolución de la media anual del valor máximo de los máximos diarios octohorarios de CO (2003-2022) por tipo de área

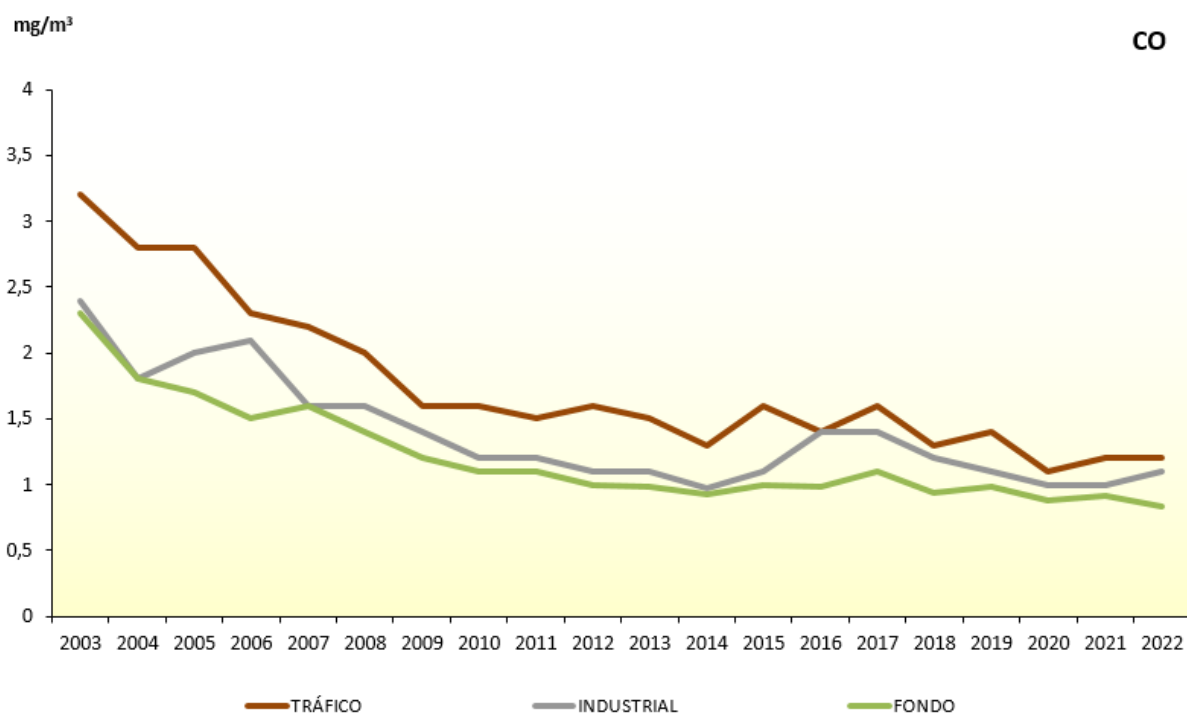


Figura 47. Evolución de la media anual del valor máximo de los máximos diarios octohorarios de CO (2003-2022) por tipo de estación

Como se puede observar en la Figura 48 los valores mensuales de valores máximos diarios octohorarios de CO siguen una pauta estacional a lo largo del año, más marcada en estaciones ubicadas en áreas urbanas y suburbanas y para cualquiera que sea su fuente de emisión, de forma que presenta valores más altos en invierno (enero, diciembre) respecto al verano, con un margen de variación de apenas $0,2 \text{ mg/m}^3$ desde el año 2009.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

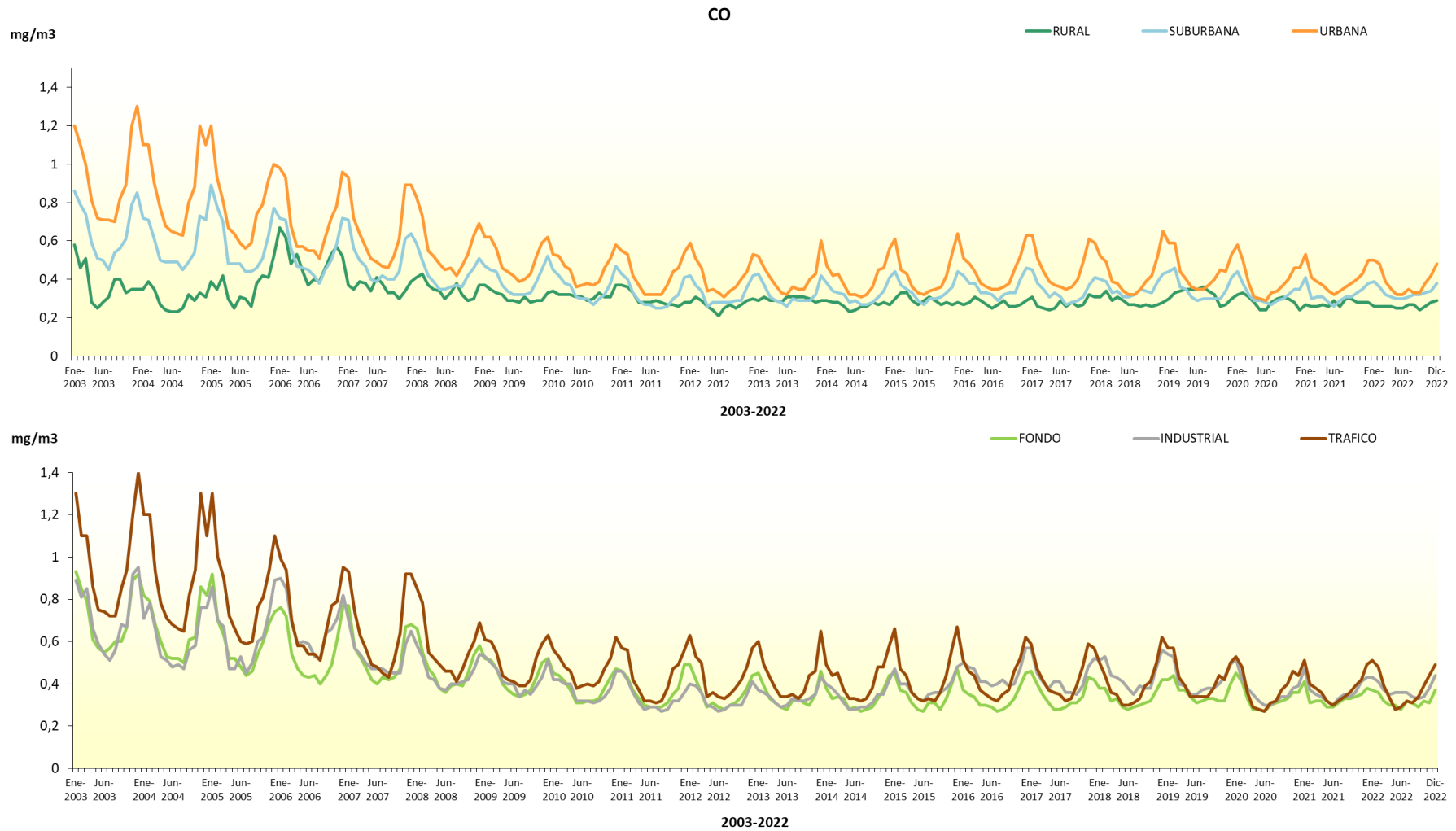


Figura 48. Evolución de las medidas mensuales de máximos diarios octohorarios de CO de 2003 a 2022 por tipo de área (arriba) y estación (abajo)

9.2 Niveles de CO en 2022

La Figura 49 reitera, para las estaciones que participan en la evaluación del CO en 2022, la distancia con el valor legislado, y refleja que, en dicho año, las 220 estaciones utilizadas para evaluar se sitúan por debajo del UEI.

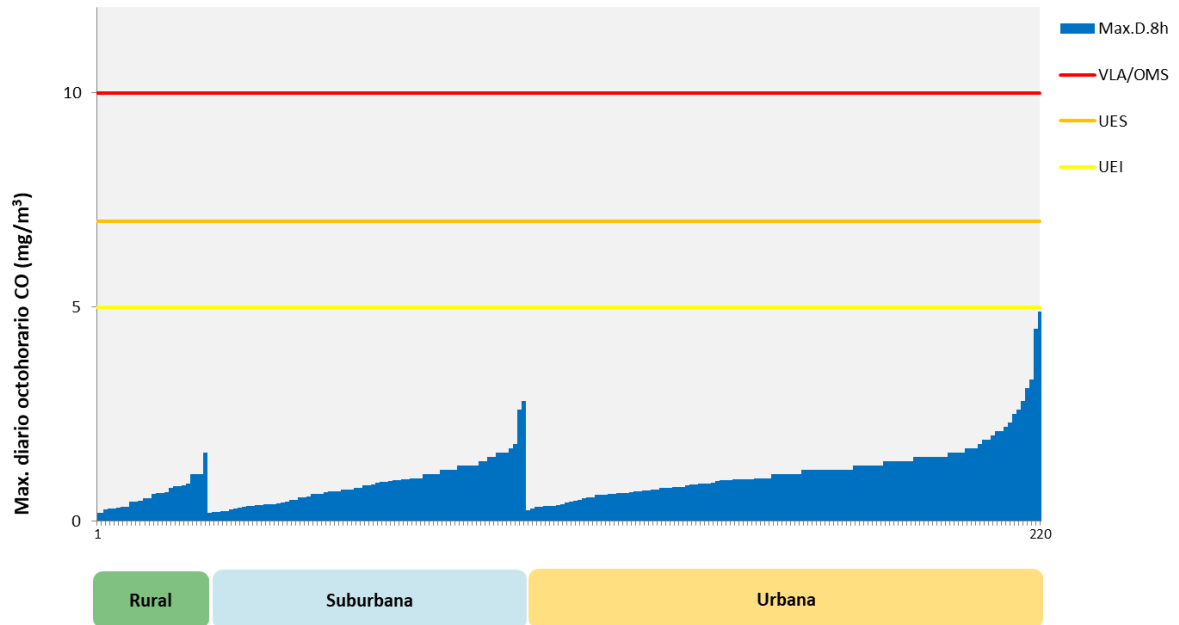


Figura 49. Distribución de los máximos diarios octohorarios de CO (2022)

10. BENCENO

10.1 Evolución 2003-2022 del benceno (C₆H₆)

En la Figura 50 se observa cómo las medias anuales se mantienen muy por debajo del límite legislado año tras año a lo largo del periodo considerado, y cómo ha seguido una tendencia descendente hasta apreciarse una caída del valor en 2009, momento a partir del cual las medias se encuentran más estabilizadas. En cuanto a los valores máximos, se observan fluctuaciones interanuales y una reducción mantenida desde 2019.

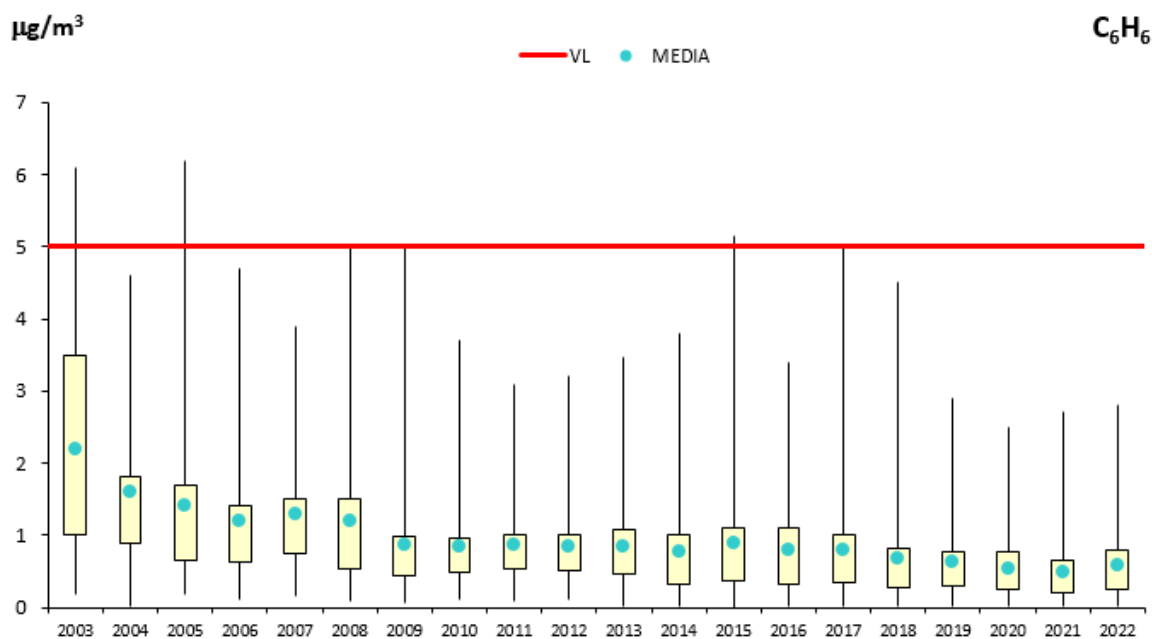


Figura 50. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de C₆H₆ 2003-2022

Si se atiende a la clasificación de las estaciones según el tipo de área donde se ubica (Figura 51) y según la tipología de la principal fuente de emisión influyente (Figura 52), la tendencia global muestra una clara reducción de los niveles en las estaciones urbanas y de tráfico, que a partir de 2014 pasan a registrar valores inferiores a los registrados en estaciones suburbanas y estaciones industriales respectivamente y desde 2020 se equiparan a los niveles registrados en estaciones de fondo y rurales. Se aprecia un leve repunte en 2022 en todas las tipologías.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

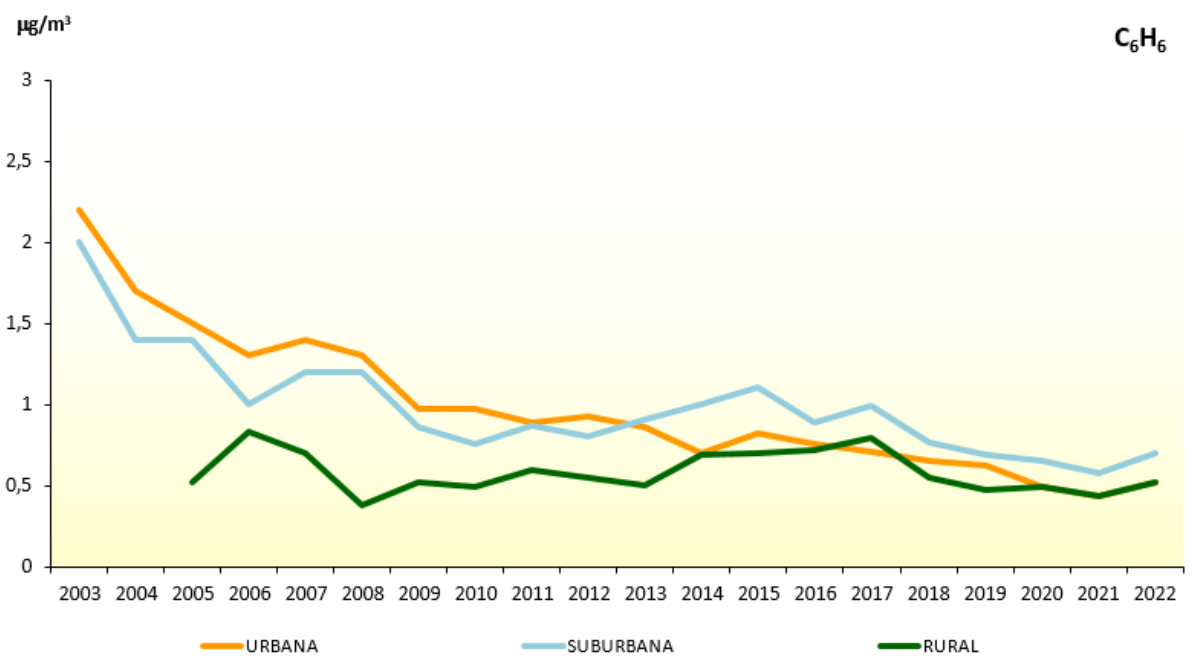


Figura 51. Evolución de las medias anuales de C₆H₆ (2003-2022) por tipo de área

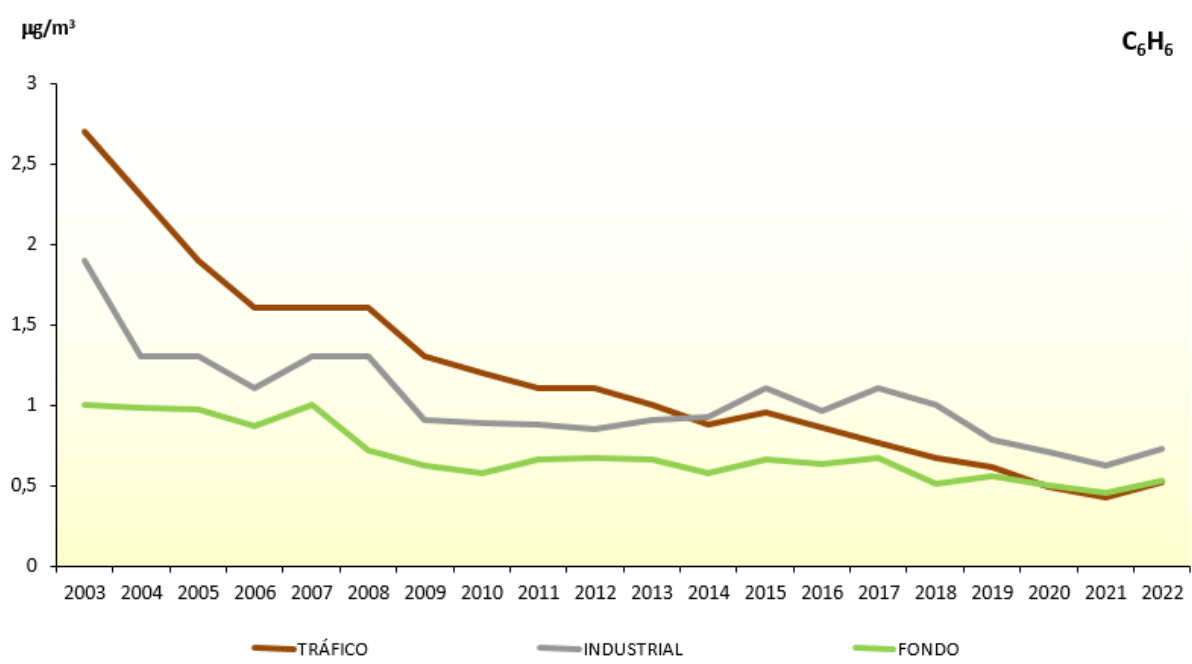


Figura 52. Evolución de las medias anuales de C₆H₆ (2003-2022) por tipo de estación

Como se puede ver en la Figura 53, los valores mensuales de valores medios diarios de benceno siguen una pauta estacional a lo largo del año, más marcado en estaciones ubicadas en áreas urbanas y suburbanas y las influenciadas por emisiones de tráfico, de forma que dichas líneas presentan valores más altos en invierno respecto al verano.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

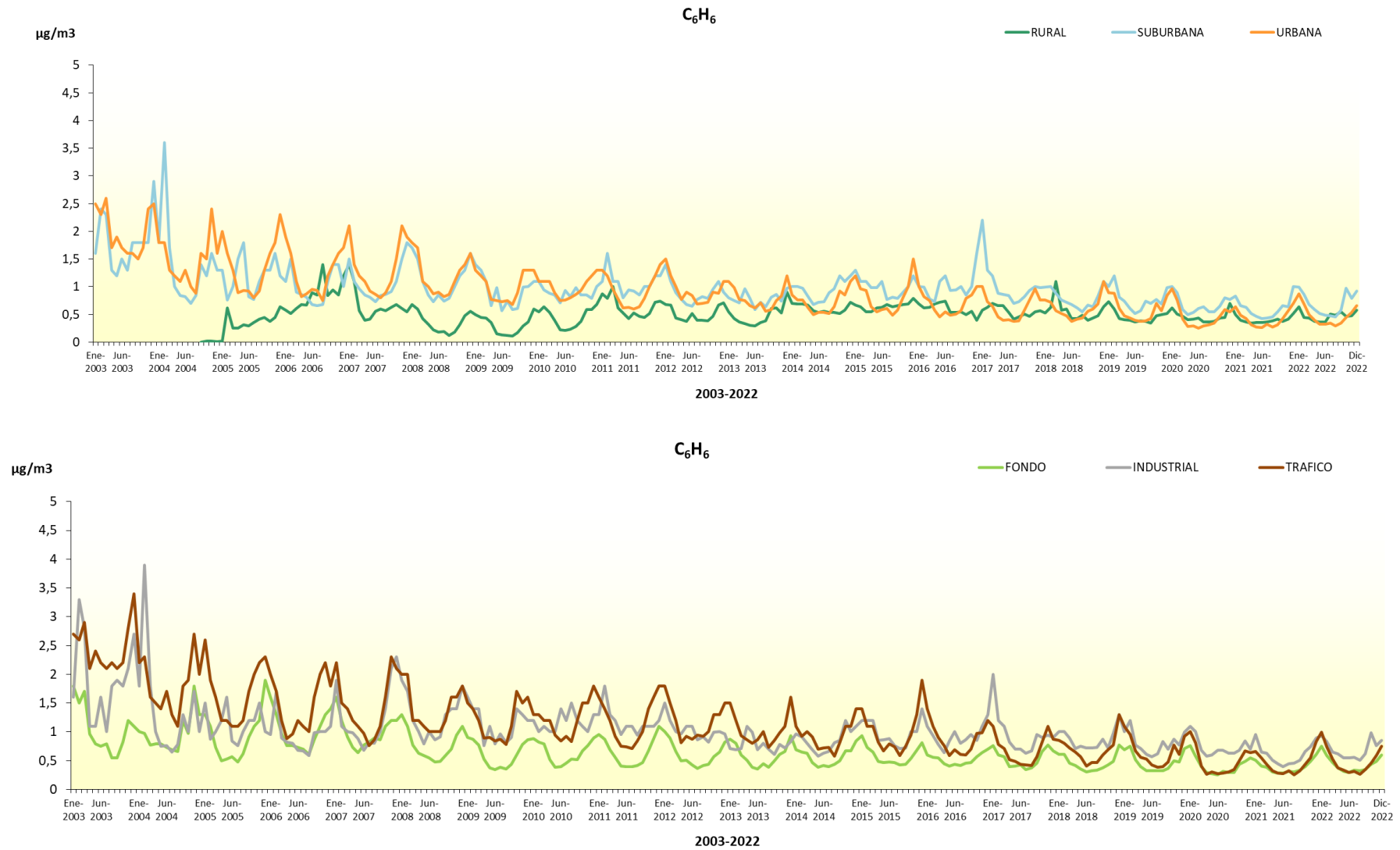


Figura 53. Evolución de las medidas mensuales de C₆H₆ de 2003 a 2022 por tipo de área (arriba) y estación (abajo)

10.2 Niveles de C₆H₆ en 2022

Si lo que se representa es la distribución de esas mismas estaciones respecto a los umbrales establecidos legalmente, agrupadas según el tipo de área (Figura 54), se observa una vez más que la mayor parte de ellas se sitúan además por debajo del UEI, excepto dos (de un total de 121), ambas de tipo industrial, cuyos niveles alcanzan la franja entre el UEI y el UES.

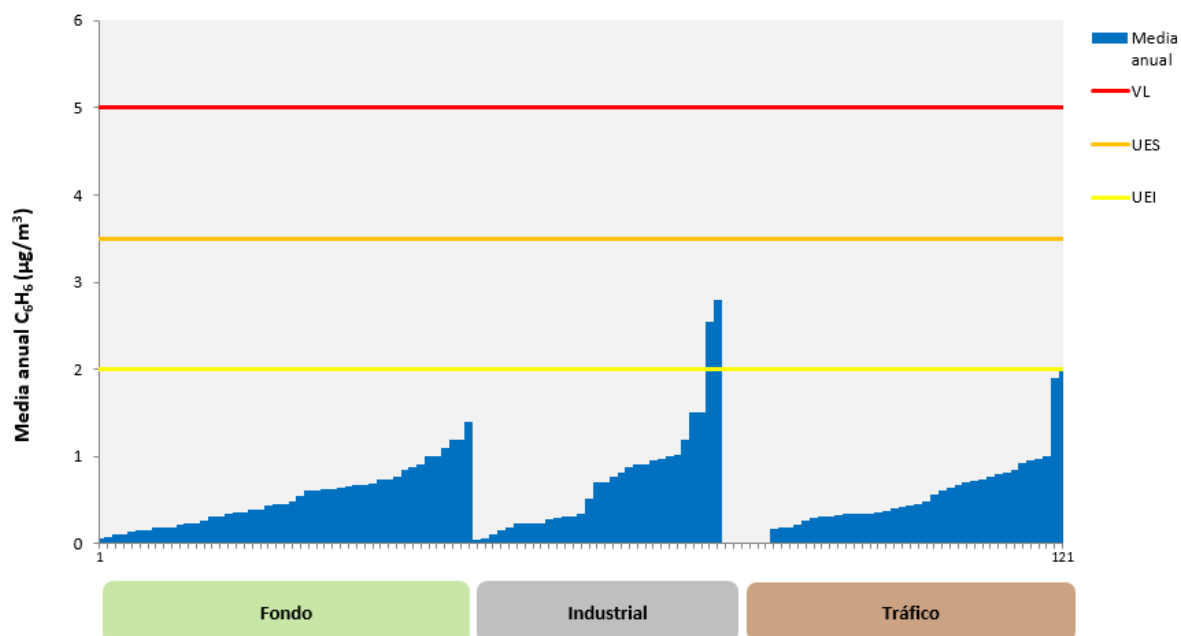


Figura 54. Distribución de las medias anuales de C₆H₆ (2022)

11. BENZO(A)PIRENO

11.1 Evolución 2008-2022 del benzo(a)pireno (BaP)

La Figura 55 muestra cómo el promedio de las medias anuales de B(a)P a lo largo del periodo considerado se sitúa muy por debajo del valor legislado. El valor máximo de la serie se registró en 2013, año de la única superación del valor objetivo de este contaminante. Las líneas del percentil 75 indican cómo, en la mayoría de las estaciones, los valores están muy próximos a los valores medios y lejos de incumplimientos. No obstante, se han dado valores medios en algunas estaciones que se acercan al valor objetivo.

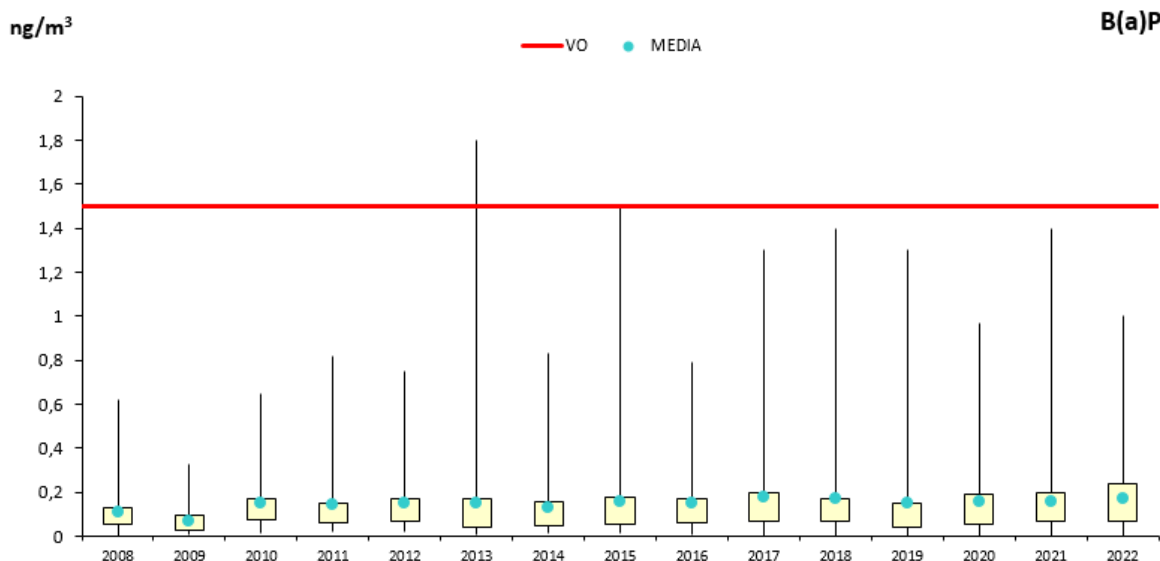


Figura 55. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de B(a)P 2008-2022

Por tipo del área donde se ubican las estaciones (Figura 56) se aprecia que los altibajos (con apenas 0,1 ng/m³ de diferencia interanual) son comunes a lo largo de todo el periodo analizado, si bien las concentraciones más altas, en general, corresponden a las de tipo suburbano.

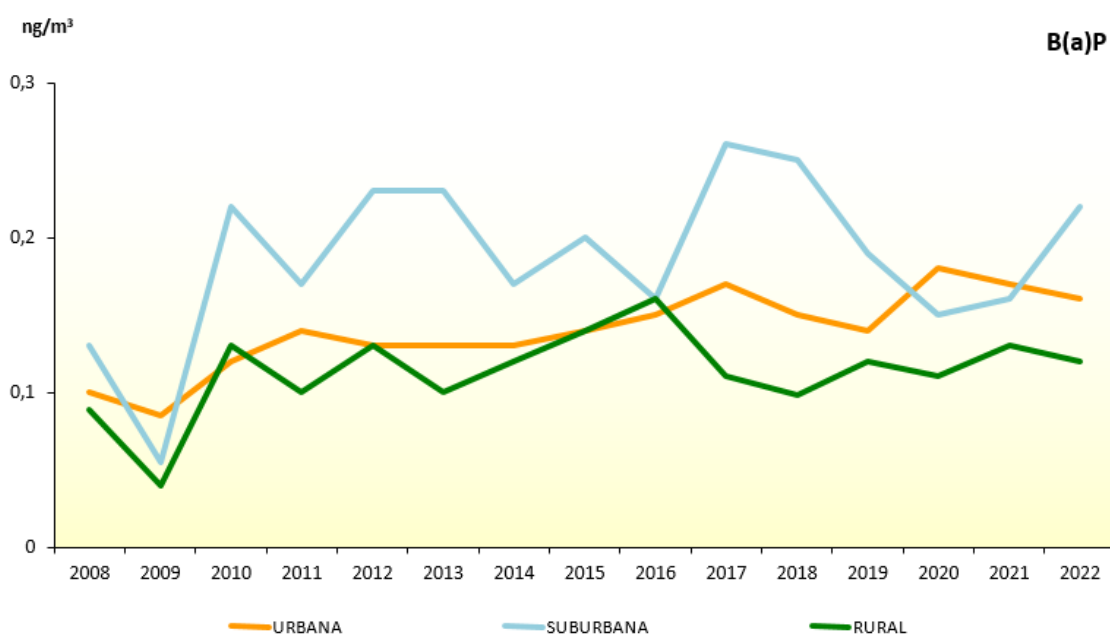


Figura 56. Evolución de las medias anuales de B(a)P (2008-2022) por tipo de área

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

Algo similar ocurre por tipología de estación (Figura 57), donde aparentemente se aprecia una ligera tendencia ascendente en las industriales, que en los dos últimos años llegan a superar a las de tráfico (que habitualmente presentaban niveles más altos), teniendo en cuenta en todo caso las bajas concentraciones que se representan.

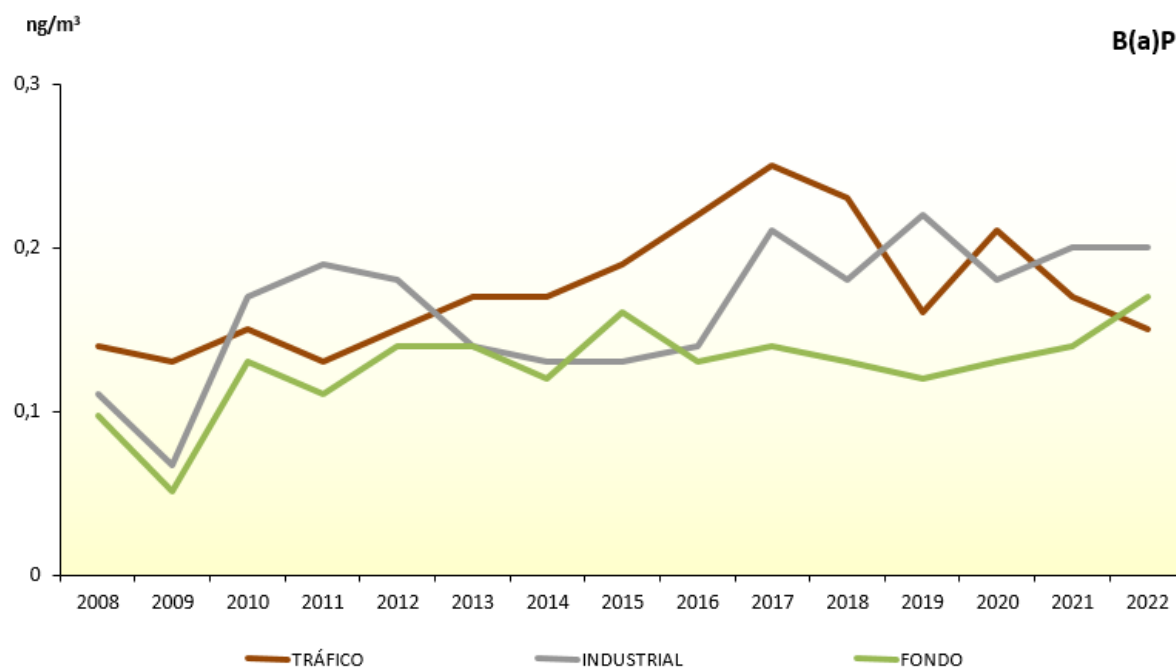


Figura 57. Evolución de las medias anuales de B(a)P (2008-2022) por tipo de estación

Como se puede apreciar en la Figura 58, los valores mensuales de valores medios diarios de Benzo(a)pireno siguen una pauta estacional a lo largo del año con los valores más elevados principalmente centrados en los meses de diciembre y enero para todas las tipologías de estaciones. Esta pauta es atribuible al comportamiento de un contaminante cuya influencia principal proviene de la combustión de biomasa.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

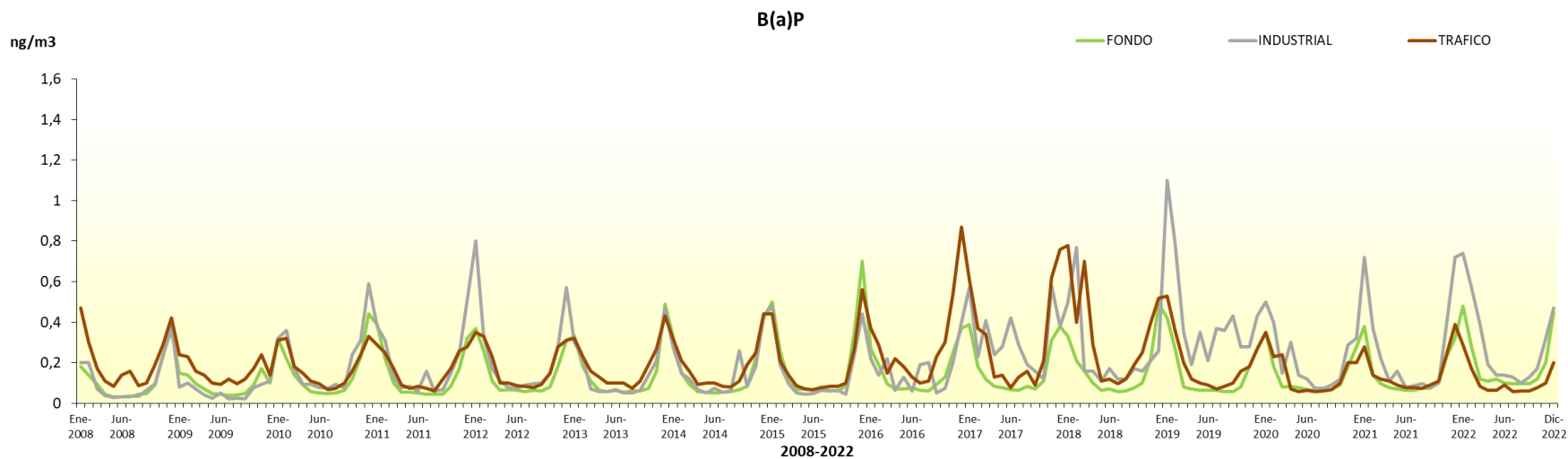
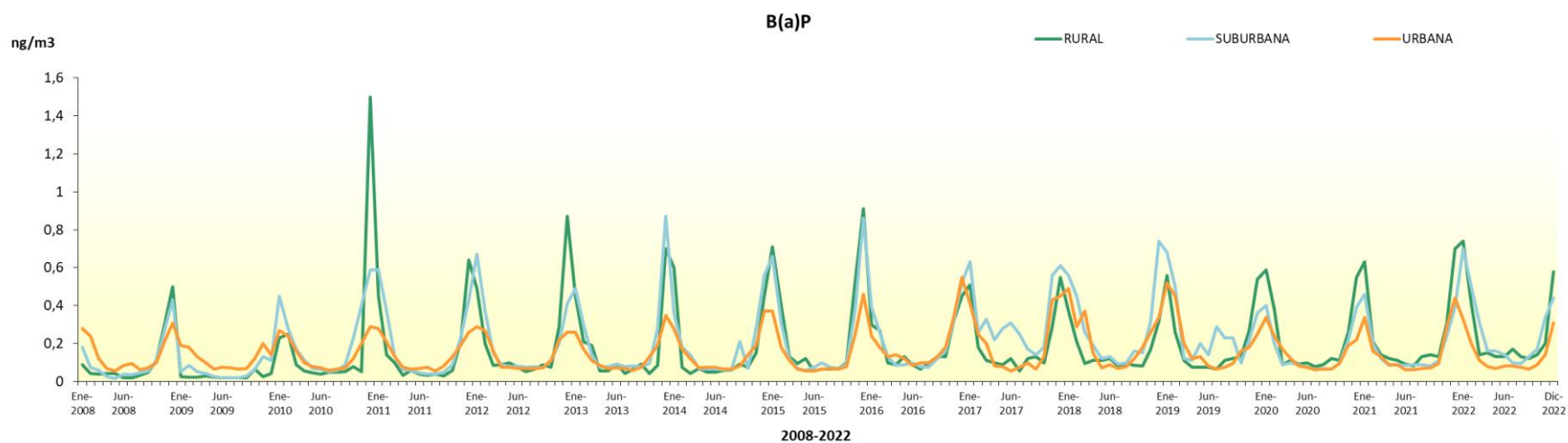


Figura 58. Evolución de las medidas mensuales de B(a)P de 2008 a 2022 por tipo de área (arriba) y estación (abajo)

11.2 Niveles del B(a)P en 2022

La Figura 59 representa la distribución de las medias anuales de las estaciones que han participado en la evaluación de B(a)P en 2022 respecto a los umbrales establecidos, agrupadas por tipo de área y desagregadas las áreas suburbanas y urbanas por tipo de estación. En ella se advierte que los niveles de la mayoría de éstas se sitúan por debajo del UEI. Tan sólo 5 de las 113 estaciones utilizadas para evaluar este contaminante en 2022 superaron el UES (2 urbanas y 3 suburbanas, por tipo de área, o bien 1 de tráfico, 2 industriales y 2 de fondo, por tipo de estación).

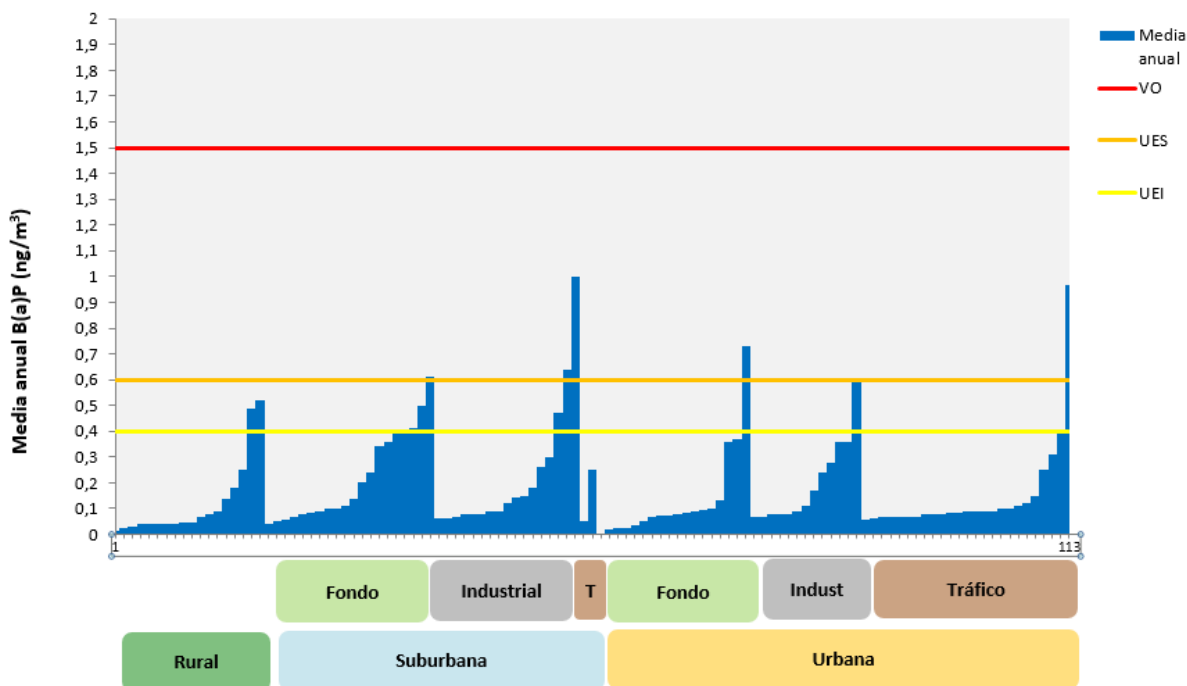


Figura 59. Distribución de las medias anuales de B(a)P (2022)

12. PLOMO

12.1 Evolución 2001-2022 del plomo (Pb)

En la Figura 60 queda patente el descenso producido por las restricciones del plomo en los carburantes desde mediados de 2001¹¹, si bien de forma excepcional se aprecian máximos discordantes, en 2013 y 2016. Los valores medios de toda la serie, en cualquier caso, están muy alejados del valor límite.

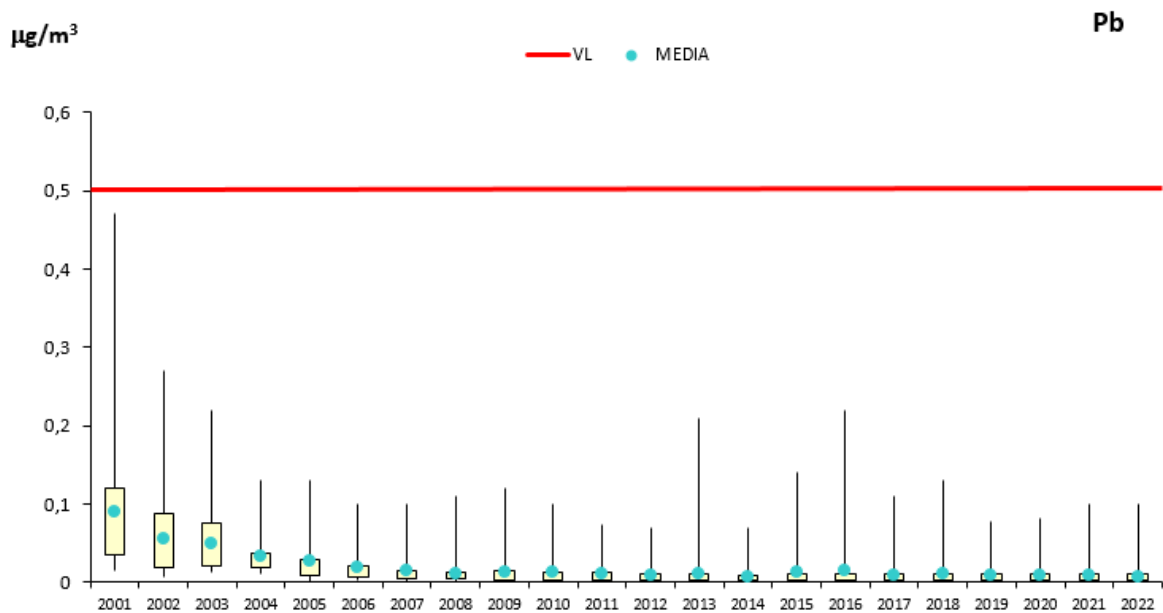


Figura 60. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de Pb 2001-2022

Si se analiza el área donde están ubicadas (Figura 61) o el tipo de fuente influyente (Figura 62) se observa que, en el origen, los valores más altos se registraban en estaciones rurales y urbanas, por un lado, y de tráfico por otro. Los niveles desde 2005 son tan bajos que se pueden considerar estables desde entonces hasta la actualidad.

¹¹ Real Decreto 785/2001, de 6 de julio, por el que se adelanta la prohibición de comercialización de las gasolinas con plomo y se establecen las especificaciones de las gasolinas que las sustituirán.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

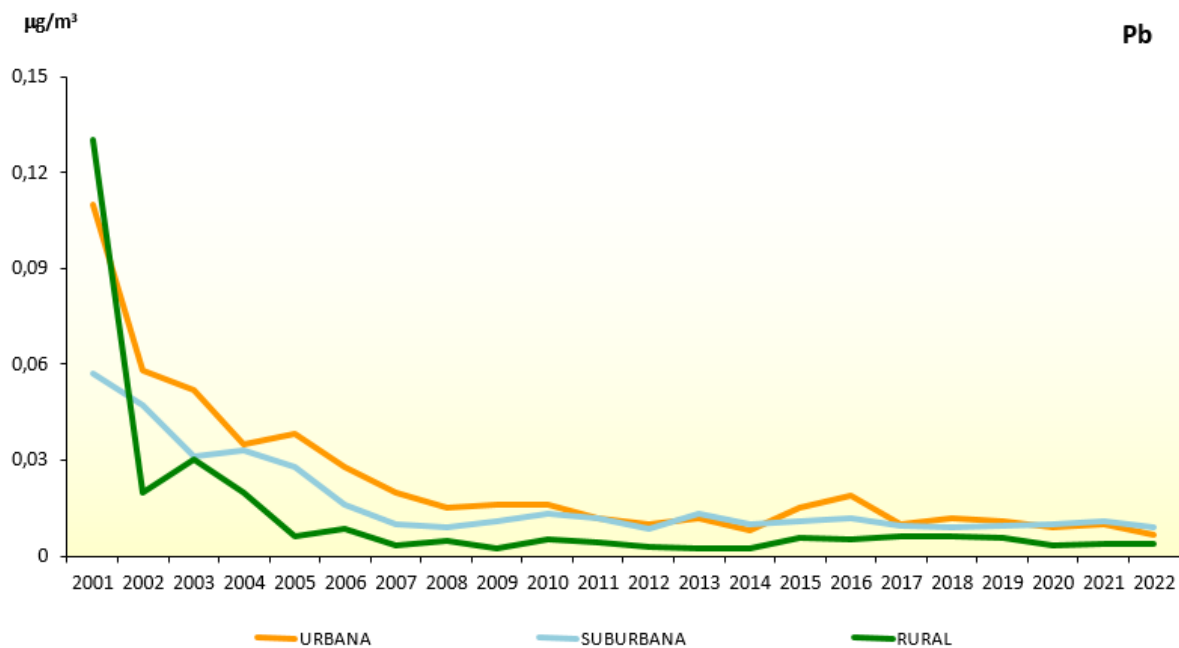


Figura 61. Evolución de las medias anuales de Pb (2001-2022) por tipo de área

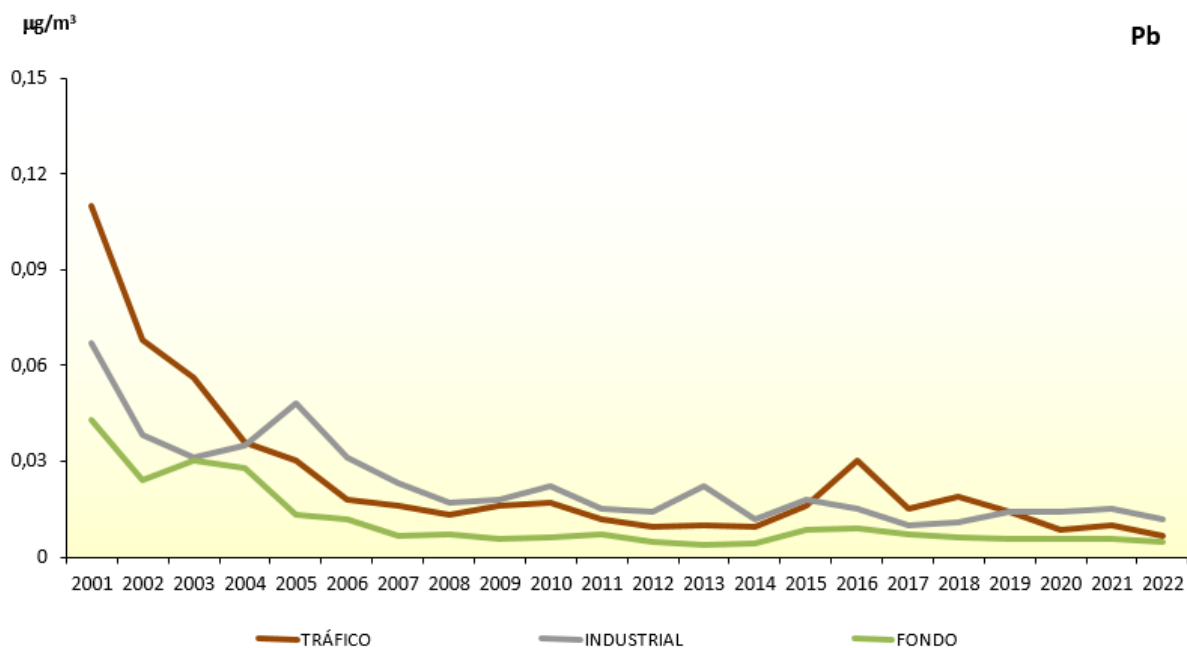


Figura 62. Evolución de las medias anuales de Pb (2001-2022) por tipo de estación

12.2 Niveles del Pb en 2022

En la Figura 63, dado el nivel de detalle de la escala y los niveles tan bajos registrados para plomo en 2022, se percibe que la distribución es bastante homogénea para todo el año.

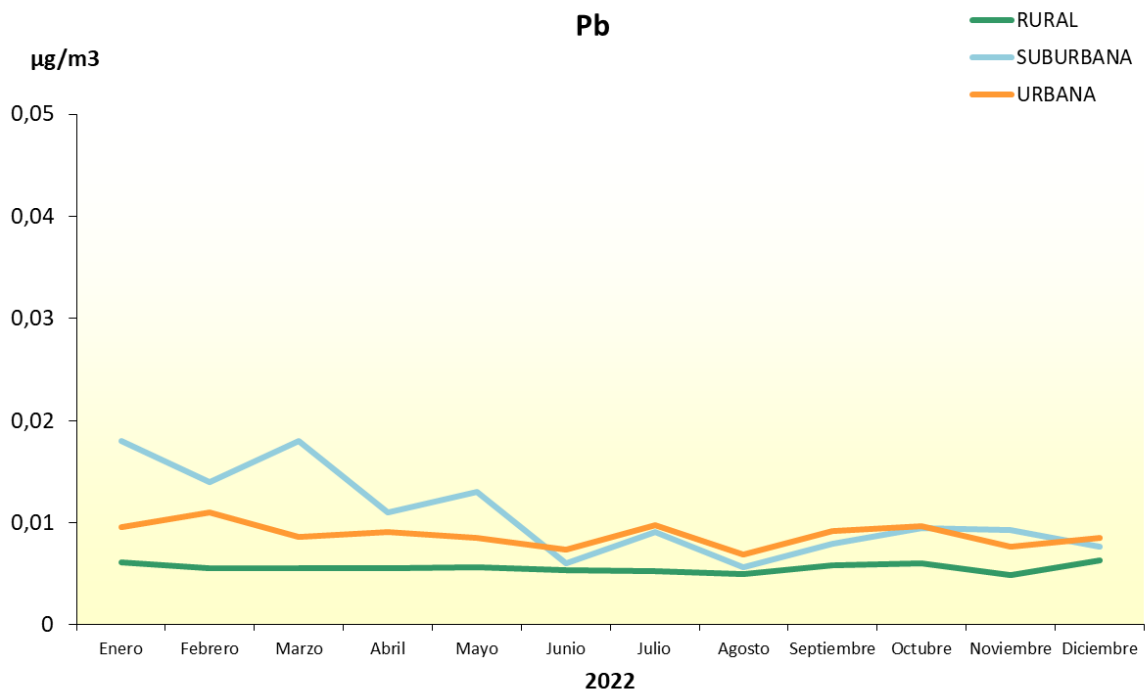


Figura 63. Evolución de las medidas mensuales de Pb en 2022 por tipo de área

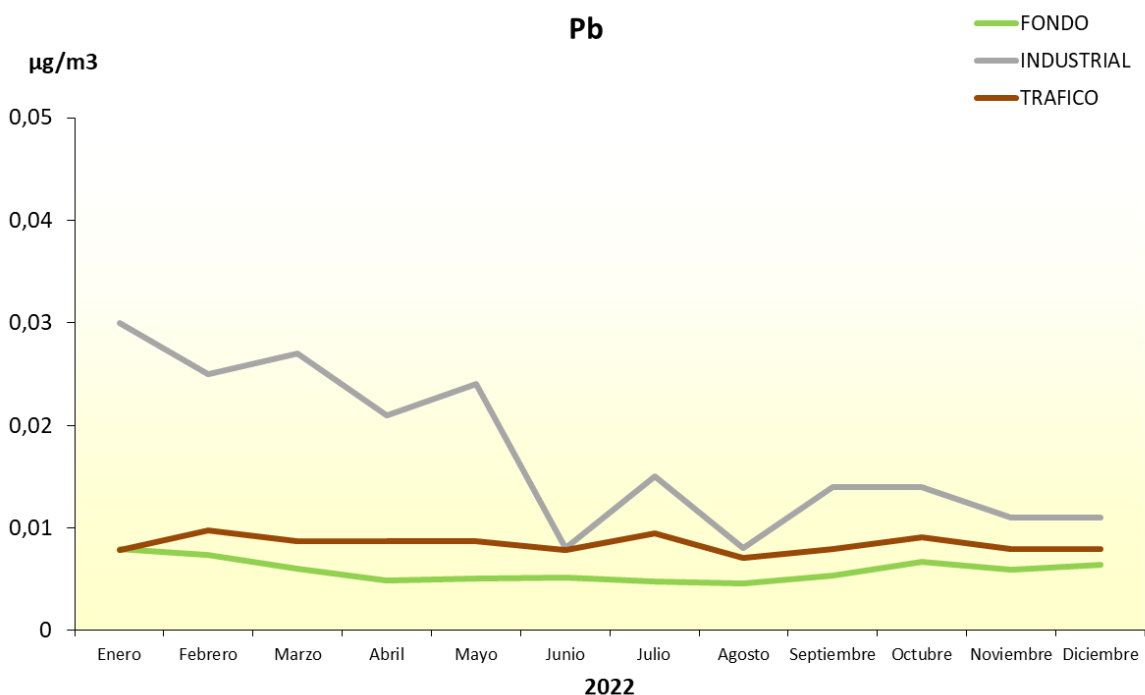


Figura 64. Evolución de las medidas mensuales de Pb en 2022 por tipo de estación

Al representar la distribución de las medias anuales de las estaciones que han participado en la evaluación del Pb en 2022 (Figura 65), agrupadas en esta ocasión según el tipo de fuente de emisión más influyente en la estación, resultan muy evidentes los bajos niveles registrados para este contaminante, al encontrarse los valores alejados no ya del valor límite, sino incluso del UEI.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

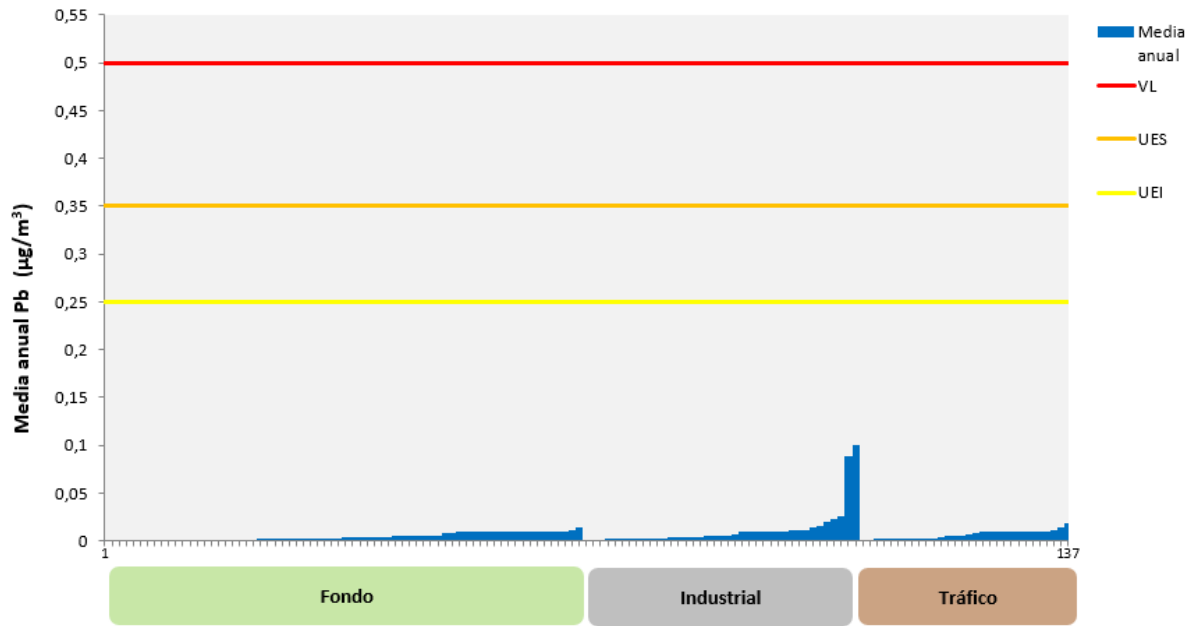


Figura 65. Distribución de las medias anuales de Pb (2022)

13. ARSÉNICO

13.1 Evolución 2008-2022 del arsénico (As)

La Figura 66 muestra cómo el promedio de las medias anuales de arsénico a lo largo del periodo seleccionado se sitúa muy por debajo del valor legislado. El valor máximo de la serie se registró en 2008, si bien también en 2009 se superó el valor objetivo de este contaminante. Las líneas de las cajas correspondientes con el percentil 75 indican que en la mayoría de las estaciones los valores están muy próximos a los valores medios y lejos del valor objetivo.

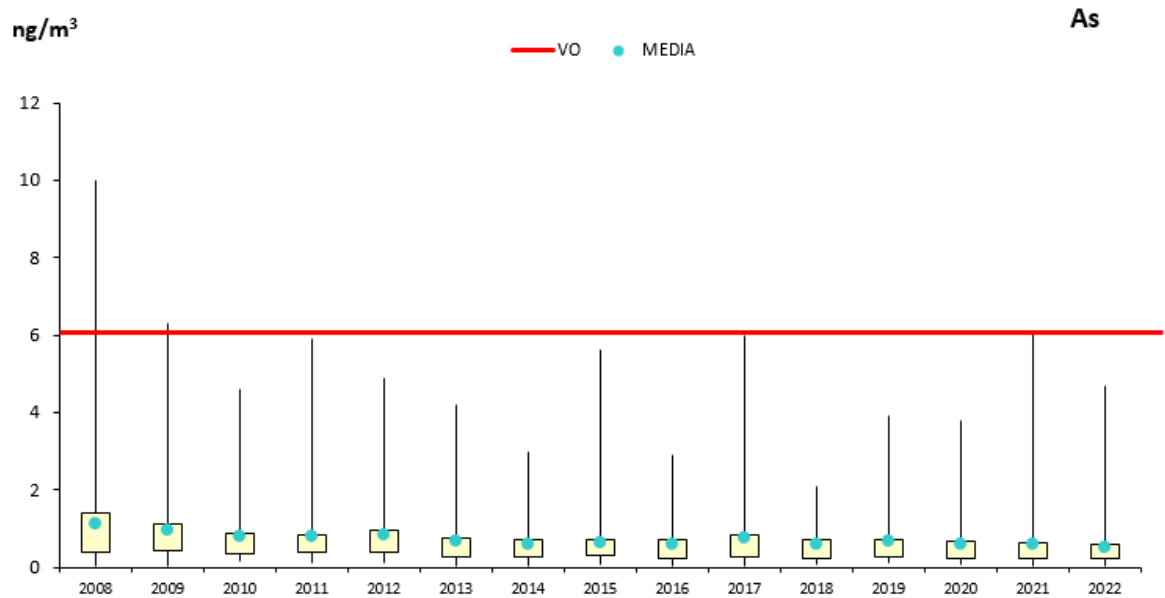


Figura 66. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de As 2008-2022

En la Figura 67 y en la Figura 68 se apunta a un descenso de las medias anuales para todas las tipologías de estación desde 2008. En todo caso, cabe destacar que los niveles son muy bajos y las variaciones interanuales pequeñas.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

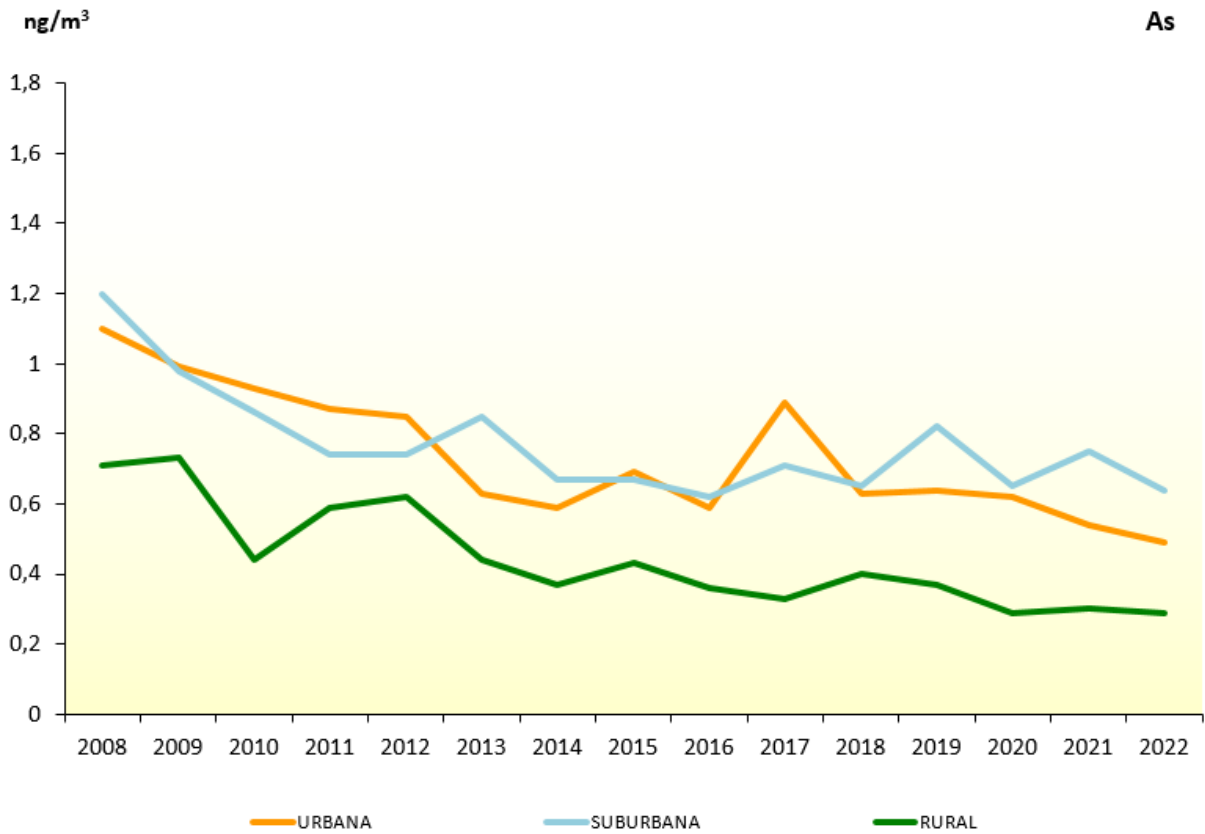


Figura 67. Evolución de las medias anuales de As (2008-2022) por tipo de área

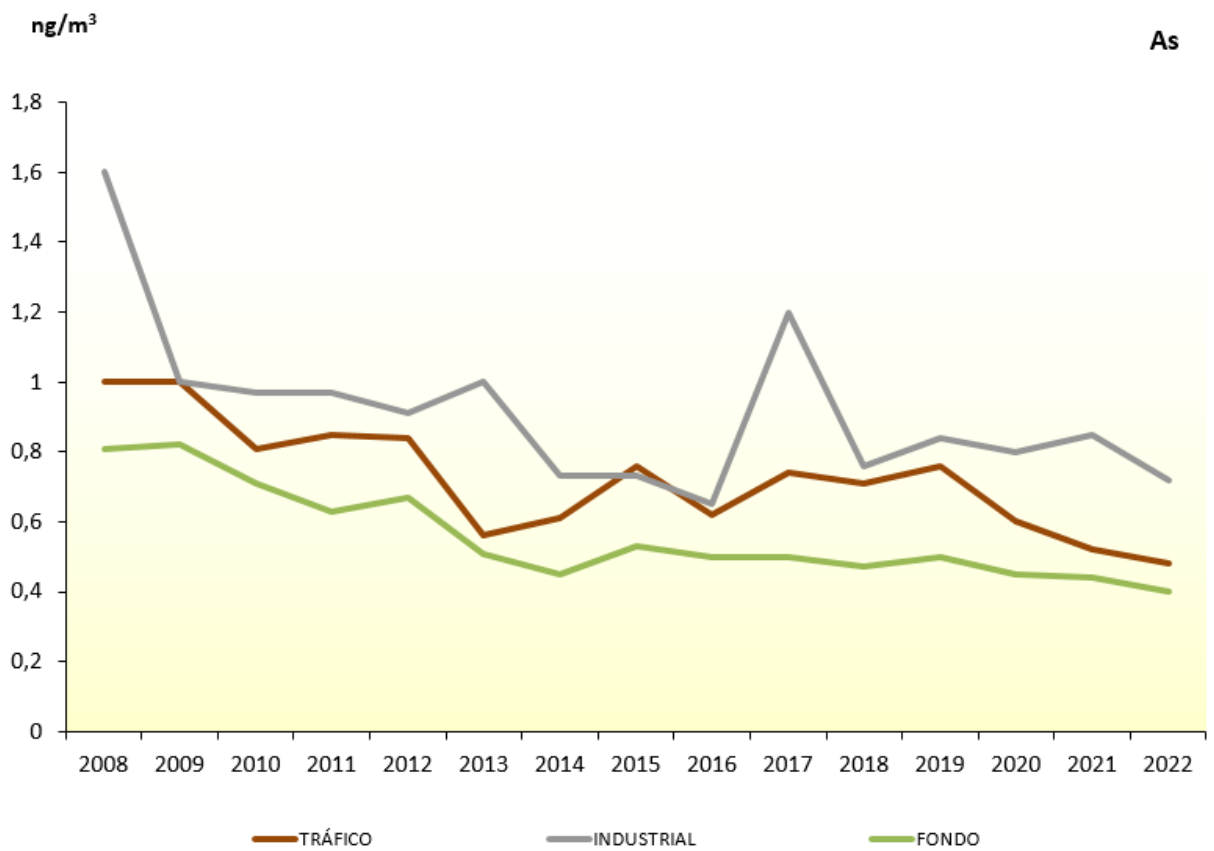


Figura 68. Evolución de las medias anuales de As (2008-2022) por tipo de estación

13.2 Niveles del As en 2022

En la Figura 69 se observa la distribución anual en 2022 del arsénico, se trata de una distribución bastante homogénea para todo el año.

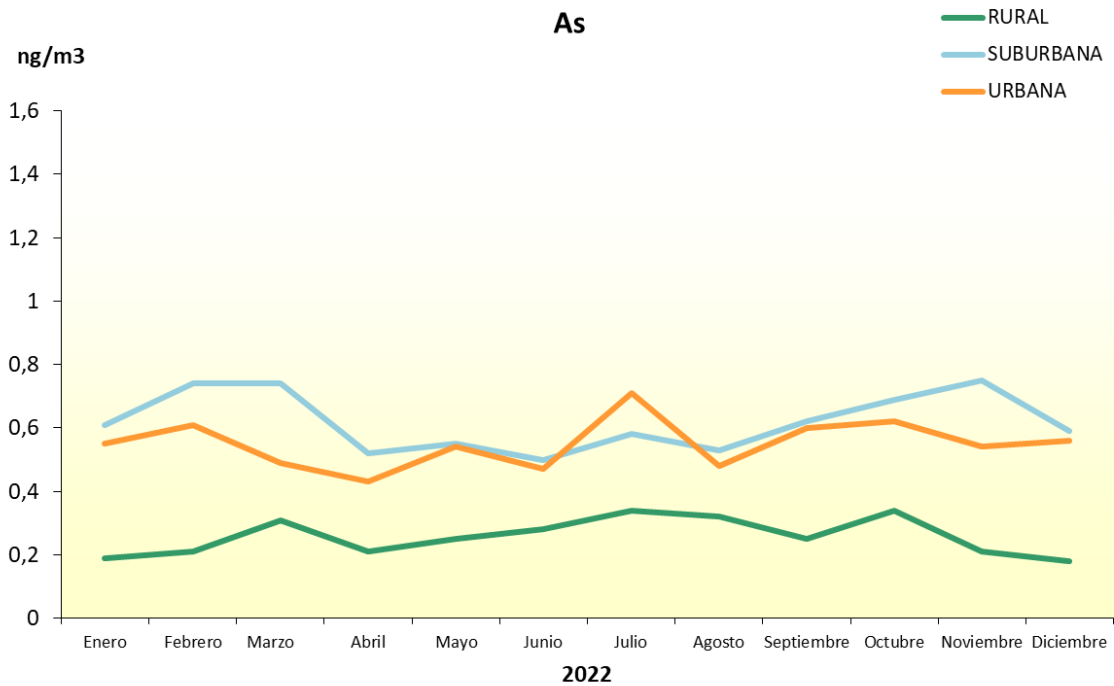


Figura 69. Evolución de las medidas mensuales de As en 2022 por tipo de área

Si lo que se considera es el tipo de estación (Figura 70) se observa cómo los niveles de las de tipo industrial se encuentran por encima de los de las demás tipologías a lo largo del año y sus valores presentan mayor fluctuación.

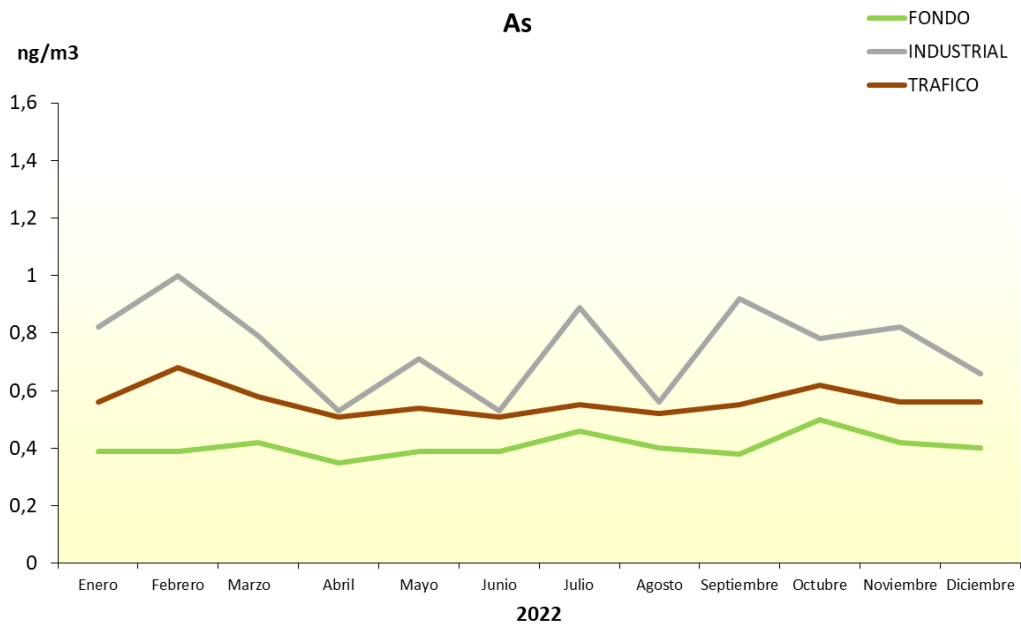


Figura 70. Evolución de las medidas mensuales de As en 2022 por tipo de estación

La Figura 71 recoge la distribución de las medias anuales del As en 2022 agrupadas por tipología de estación. Esta representación confirma que los valores registrados se encuentran por debajo del valor legislado, y en ella se percibe que de las 134 estaciones utilizadas para evaluar este contaminante en el año considerado, tan solo hay dos, ambas de tipo industrial, que superen el UEI, una de las cuales además supera el UES.

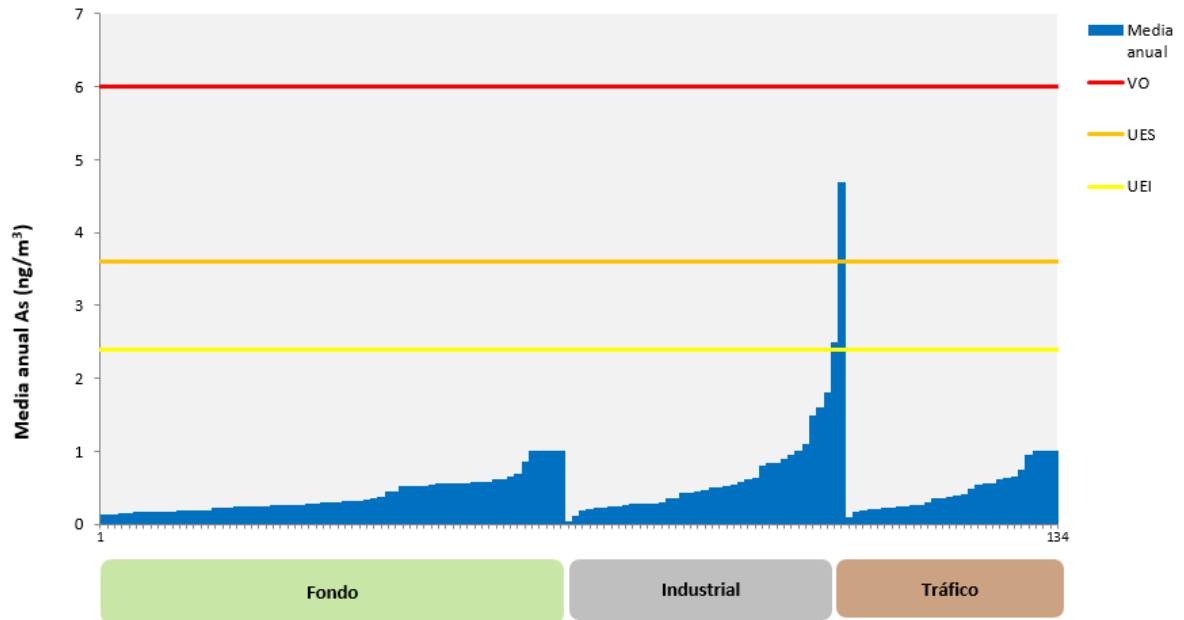


Figura 71. Distribución de las medias anuales de As (2022)

14. CADMIO

14.1 Evolución 2008-2022 del cadmio (Cd)

La Figura 72 muestra cómo el promedio de las medias anuales de cadmio a lo largo del periodo seleccionado se sitúa muy por debajo del valor legislado. Respecto al valor máximo, la gráfica indica que en los años 2010 y 2015 se superó el valor objetivo. Las líneas de las cajas correspondientes con el percentil 75 indican cómo, en la mayoría de las estaciones, los valores están muy próximos a los valores medios y lejos del valor objetivo.

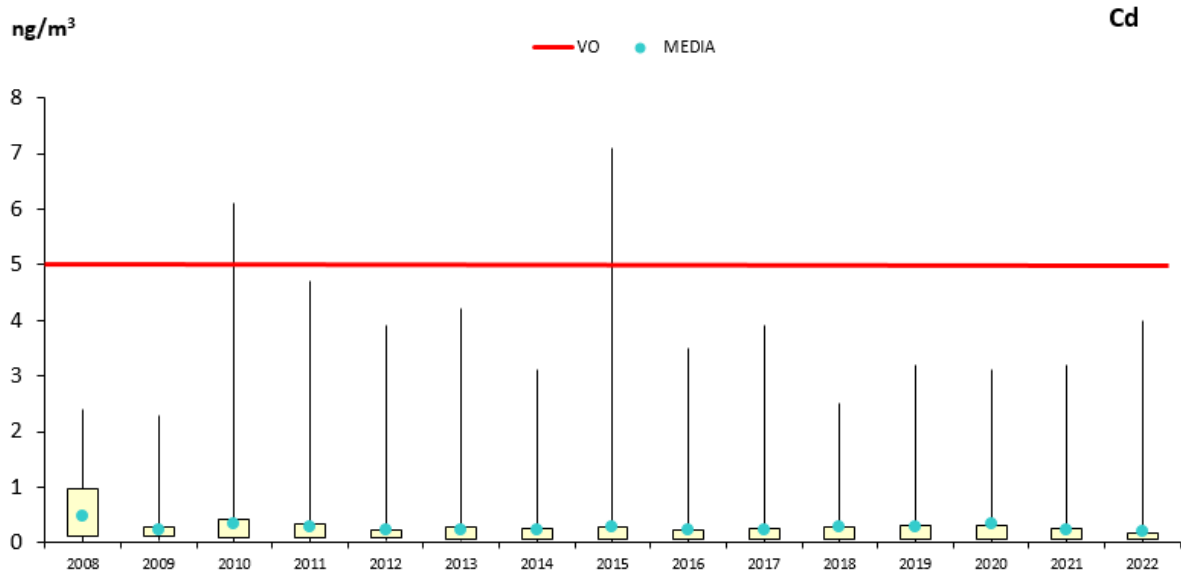


Figura 72. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de Cd 2008-2022

Atendiendo a la tipología de área (Figura 73), las zonas suburbanas registran en general los mayores niveles; tan solo en 2009 y 2019 fueron superadas por los valores de las estaciones urbanas.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

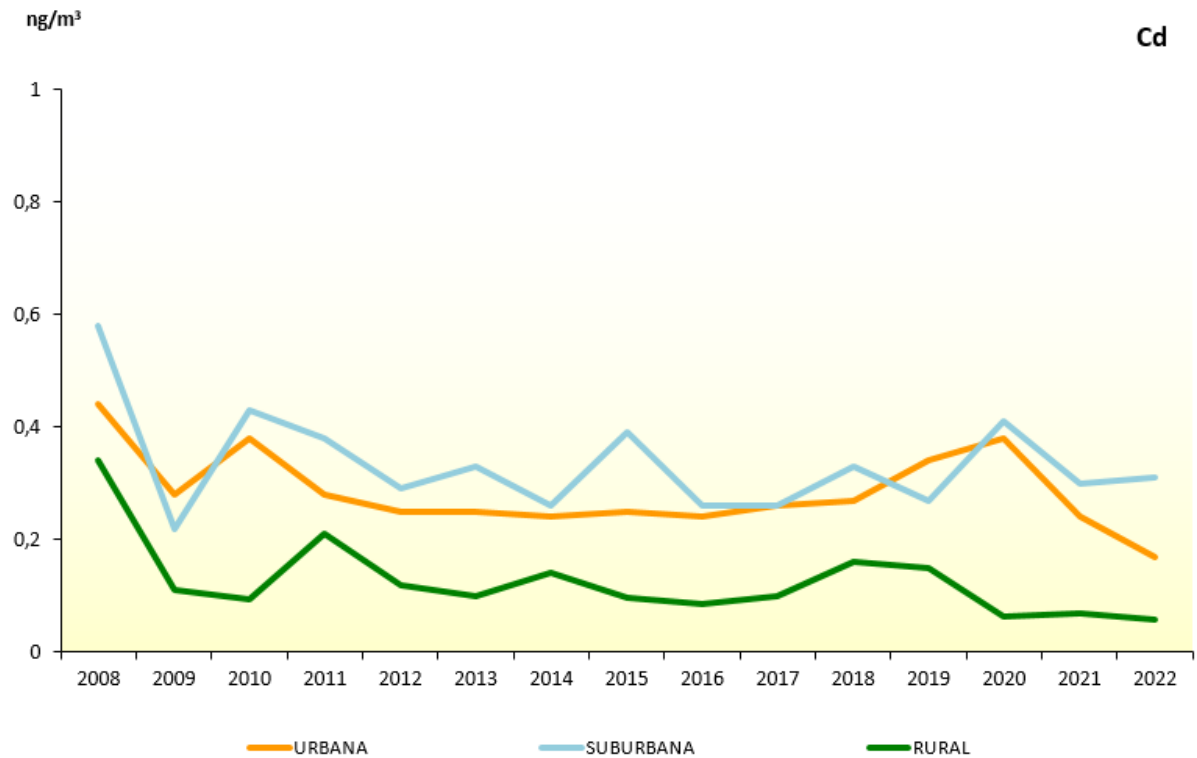


Figura 73. Evolución de las medias anuales de Cd (2008-2022) por tipo de área

La Figura 74 indica para cada tipo de estación cómo las estaciones industriales que registran por lo general los valores más altos en el periodo estudiado, excepto en el año 2017, en que fueron superados por las estaciones de tráfico por 0,02 ng/m³.

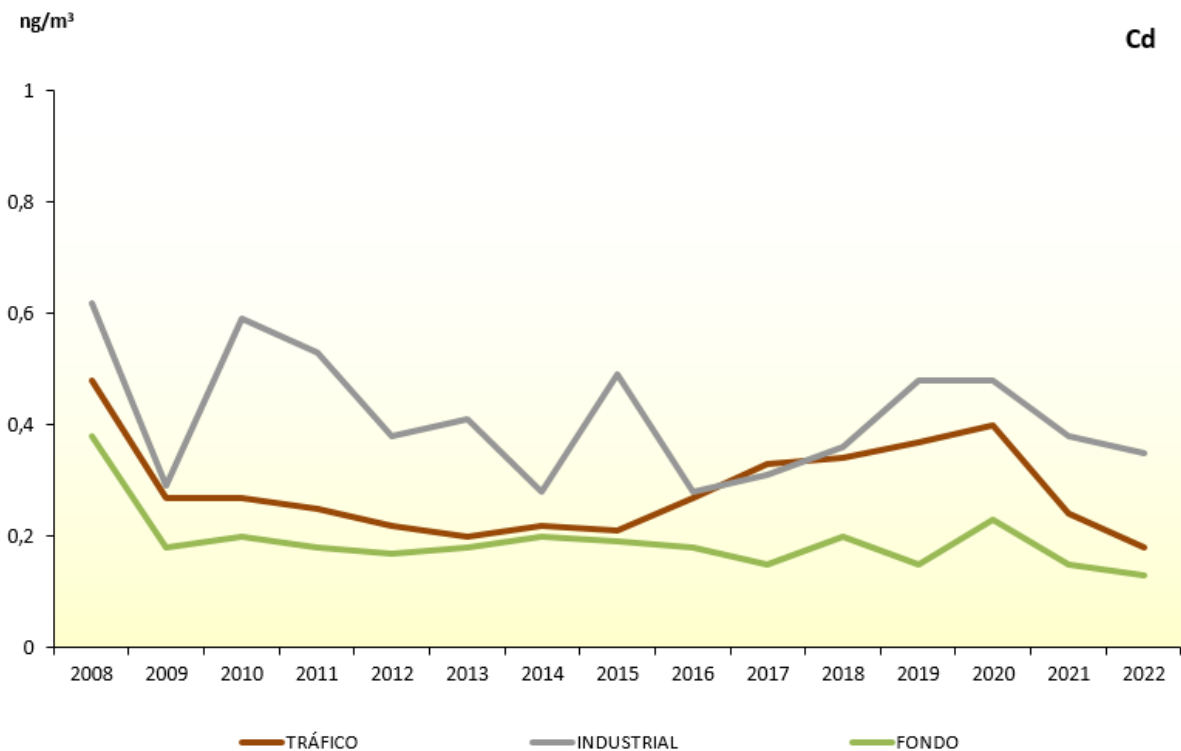


Figura 74. Evolución de las medias anuales de Cd (2008-2022) por tipo de estación

14.2 Niveles del Cd en 2022

En la Figura 75 no se observa una distribución del cadmio estacional en las áreas rurales ni urbanas, en las que el comportamiento es homogéneo para todo el año. En las zonas suburbanas se aprecia un perfil más acusado, pero las diferencias estacionales son pequeñas y poco concluyentes (en torno a 0,4 ng/m³ como máximo), al igual que para el resto de metales.

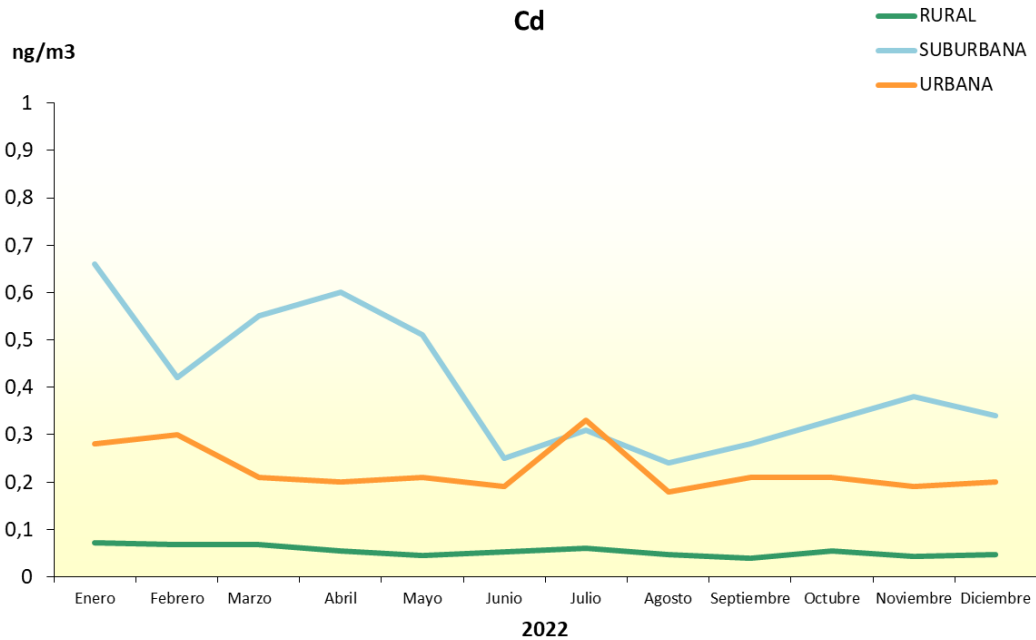


Figura 75. Evolución de las medidas mensuales de Cd en 2022 por tipo de área

Si lo que se tiene en cuenta es la fuente principal que influye en la estación (Figura 76), los registros más altos corresponden a las industriales, que muestran picos más acusados. El resto de las tipologías muestran un comportamiento regular a lo largo del año.

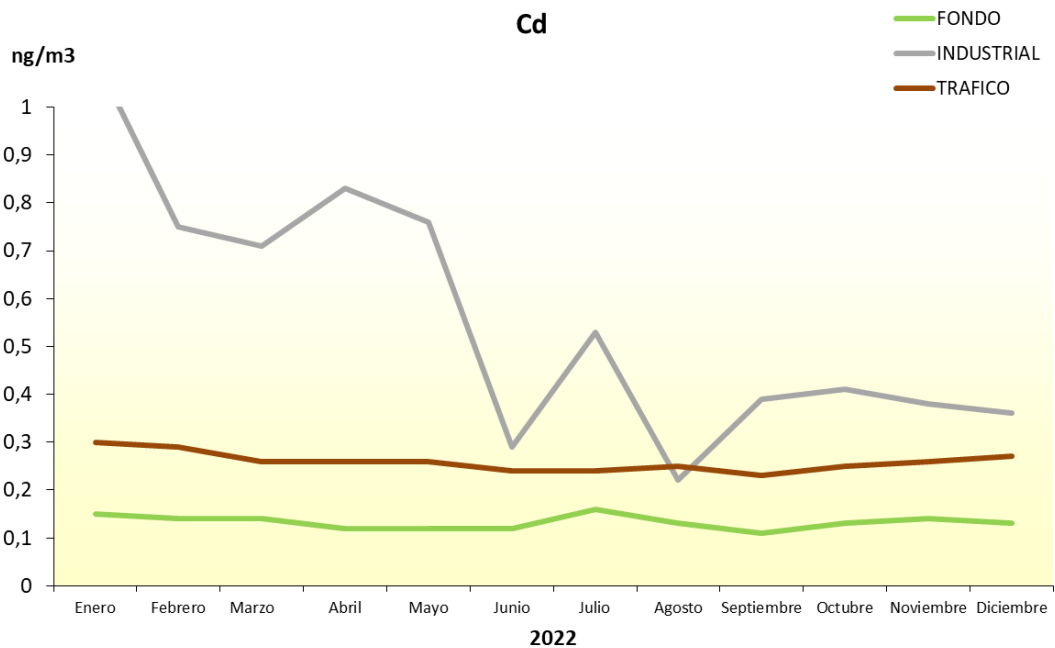


Figura 76. Evolución de las medidas mensuales de Cd en 2022 por tipo de estación

La Figura 77 resulta coherente con todo lo expresado con anterioridad para este contaminante. En ella se aprecia cómo la distribución de las medias anuales de las estaciones que participan en la evaluación del Cd en 2022 evidencia los bajos niveles registrados, dado que la práctica totalidad de estas se sitúan por debajo del UEI, y cómo los mayores valores corresponden a las estaciones de tipo industrial, tipología a la que pertenece la única estación que supera el UES este año.

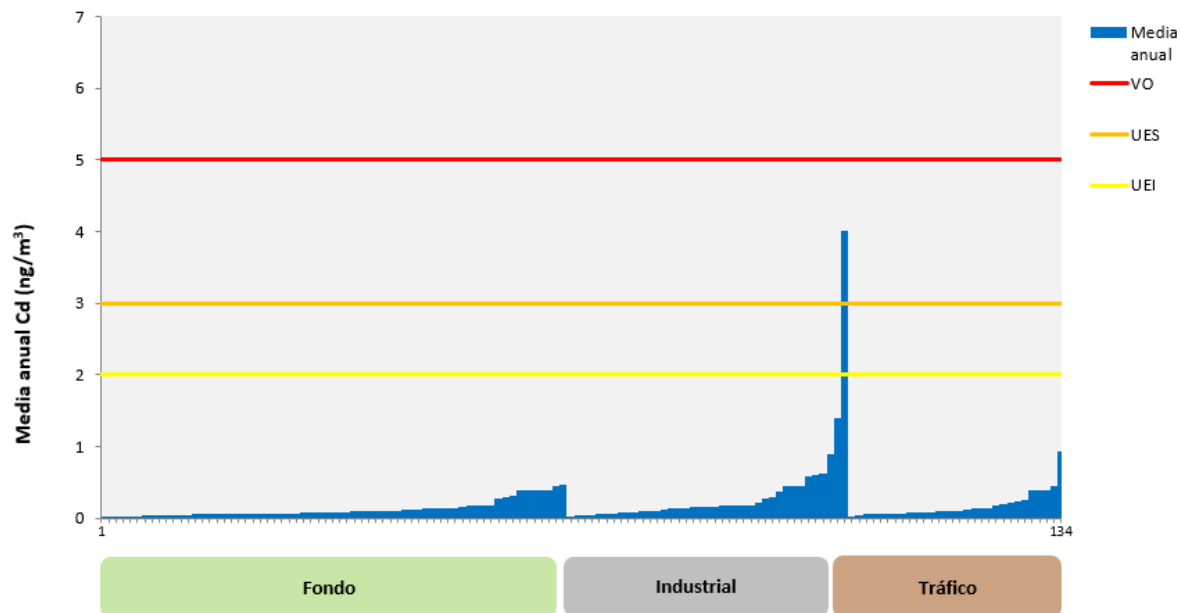


Figura 77. Distribución de las medias anuales de Cd (2022)

15. NÍQUEL

15.1 Evolución 2008-2022 del níquel (Ni)

Según se desprende de Figura 78, desde 2014 no se han producido superaciones del valor objetivo de níquel y los niveles registrados son, como en el caso de otros metales, muy inferiores respecto a los valores legislados, puesto que las medias y los valores del percentil 75 se mantienen muy alejados del valor objetivo anual.

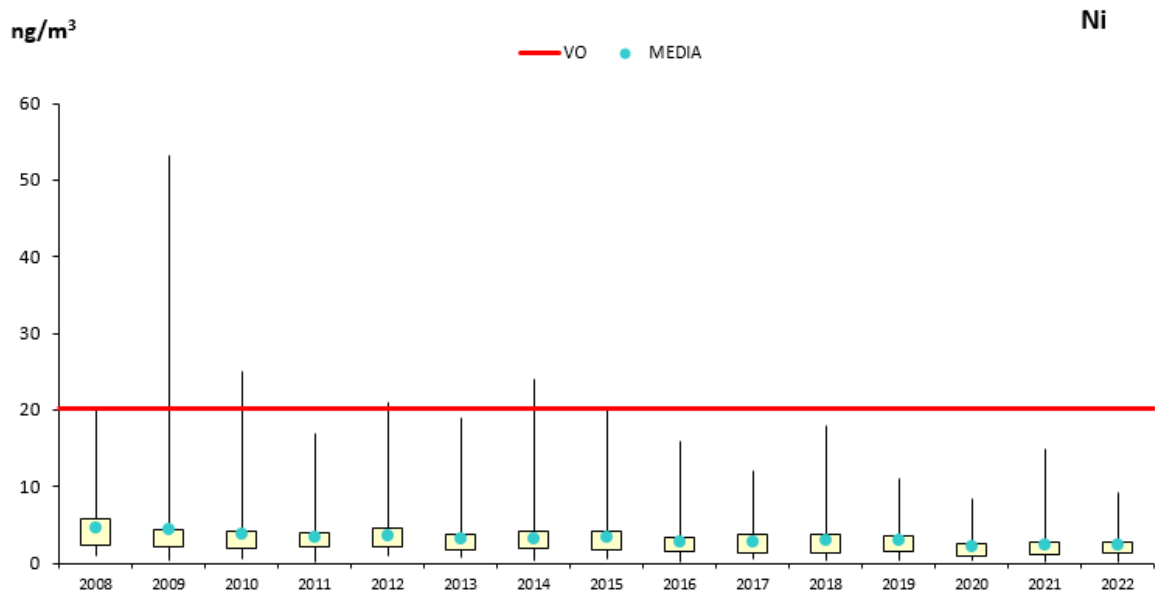


Figura 78. Diagrama de caja y bigotes de las medias anuales de Ni 2008-2022

Si se atiende a la clasificación en función del área (Figura 79), en este caso los niveles más elevados corresponden a las estaciones situadas en zonas urbanas, salvo en 2020, año en el que la media correspondiente a las estaciones suburbanas superó por apenas $0,1 \text{ ng/m}^3$ a la de las estaciones urbanas, y en 2022, cuando lo hizo por $0,2 \text{ ng/m}^3$.

Tendencias de la calidad del aire en España 2001-2022

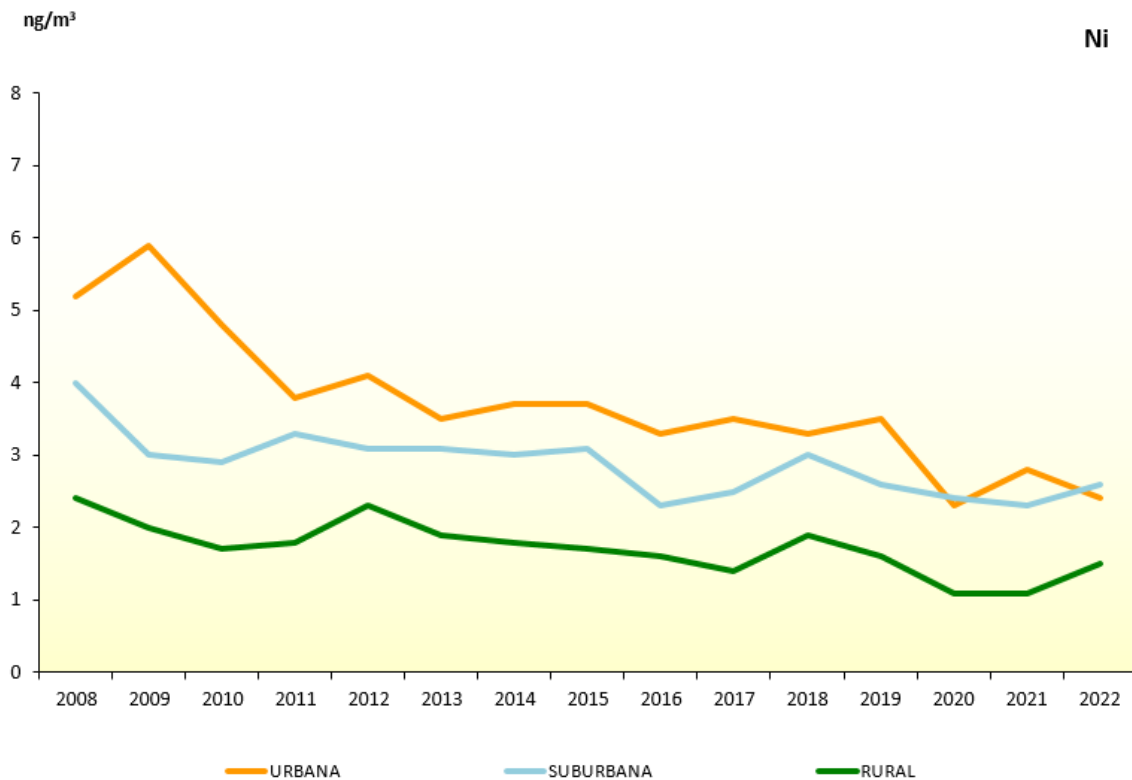


Figura 79. Evolución de las medias anuales de Ni (2008-2022) por tipo de área

La representación por tipo de estación (Figura 80) muestra, de igual forma que para el resto de los metales, cómo los niveles más altos corresponden a las estaciones de tipo industrial, de forma evidente hasta 2015. A partir de dicho año, fueron superados puntualmente (años 2016 y 2017) por los registrados en las estaciones de tráfico, por diferencias inferiores a 1 ng/m³.

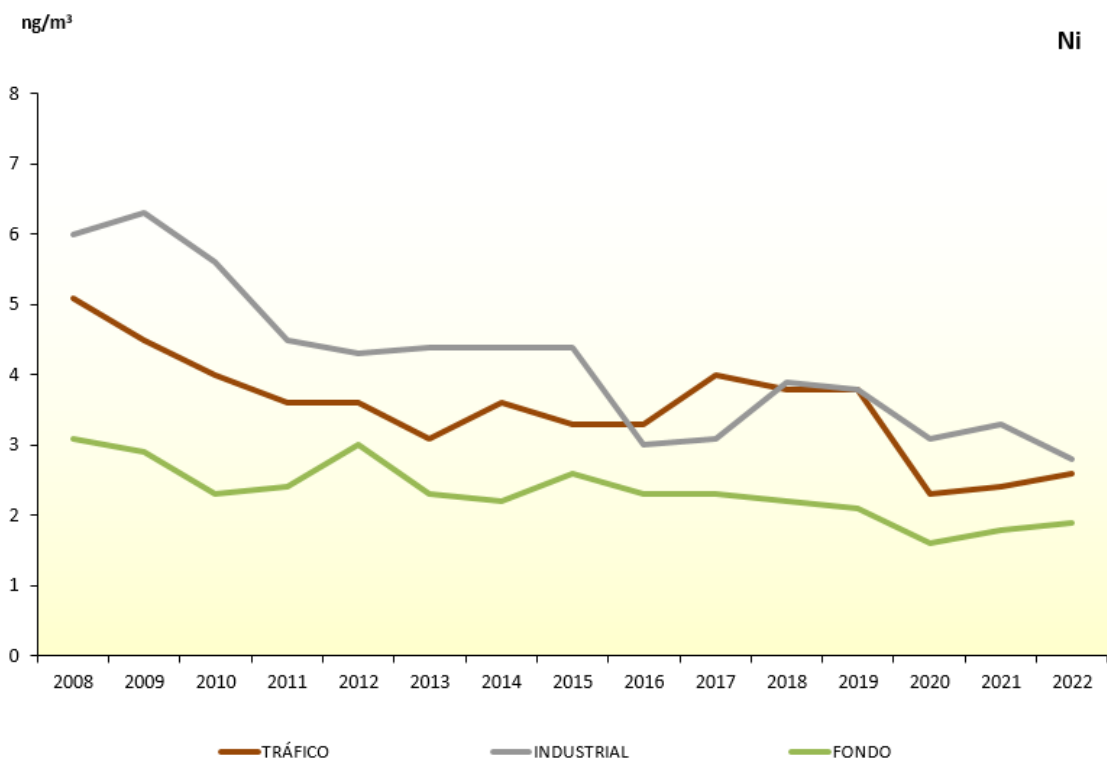


Figura 80. Evolución de las medias anuales de Ni (2008-2022) por tipo de estación

15.2 Niveles del Ni en 2022

En la Figura 81 se advierte que por lo general, las concentraciones más altas se aprecian en las áreas urbanas, con altibajos a lo largo del año. Las áreas suburbanas, tienen un perfil algo más suave, pero superan en algunos meses a las áreas urbanas. En todo caso, las diferencias estacionales son pequeñas y las variaciones poco determinantes.

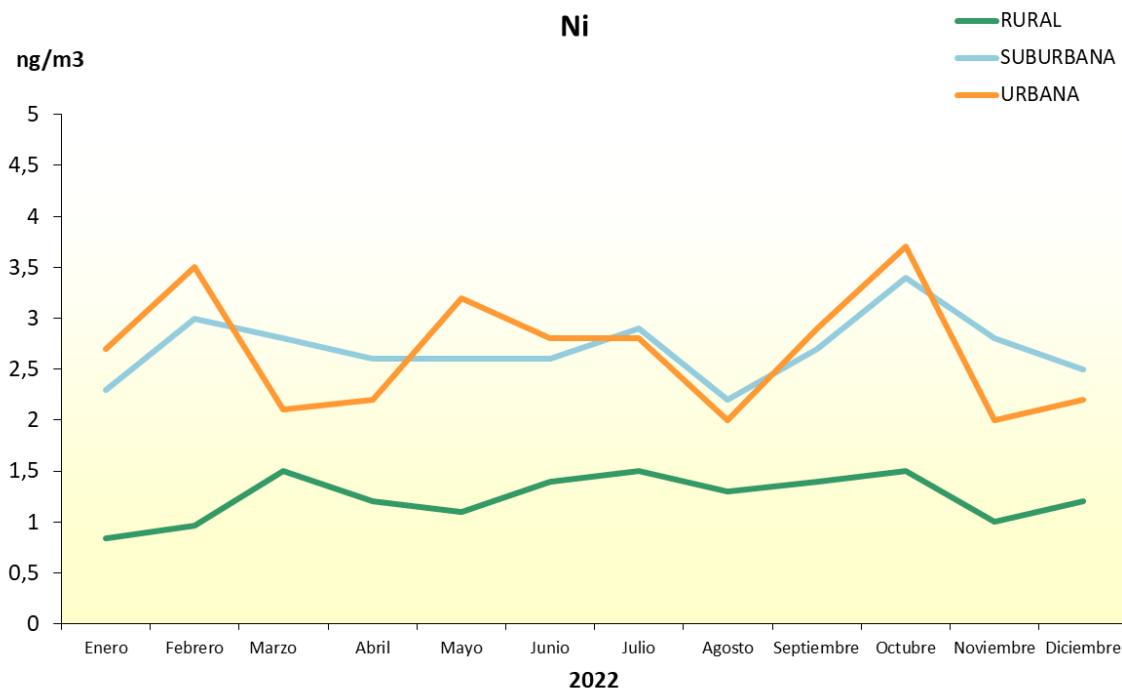


Figura 81. Evolución de las medidas mensuales de Ni en 2022 por tipo de área

Si la agrupación se realiza por tipo de estación (Figura 82), se distinguen variaciones mensuales y picos que, como mucho, alcanzan los 2 ng/m³ en estaciones industriales y de tráfico.

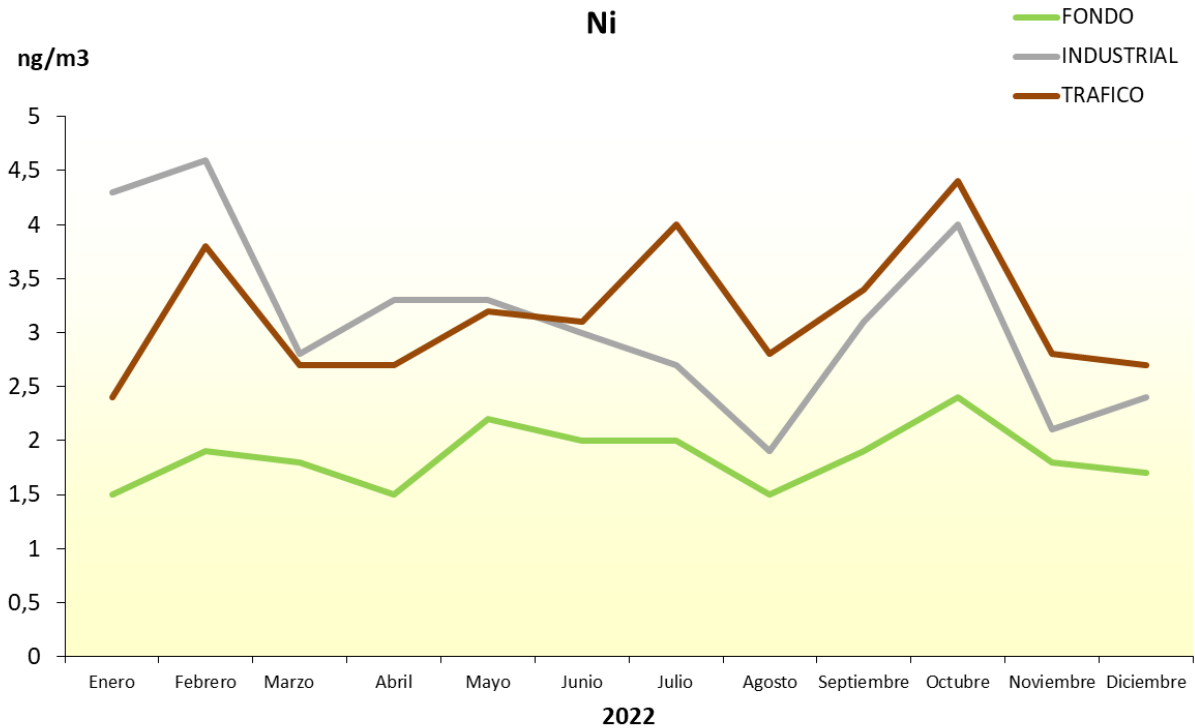


Figura 82. Evolución de las medidas mensuales de Ni en 2022 por tipo de estación

Al analizar la distribución de las medidas anuales de las estaciones que participan en la evaluación del Ni, agrupadas por tipo de estación (Figura 83), se percibe que en 2022 todas las estaciones sitúan sus valores por debajo del UEI, indicativo de los bajos niveles de este contaminante. Los registros más altos corresponden a estaciones de tipo industrial.

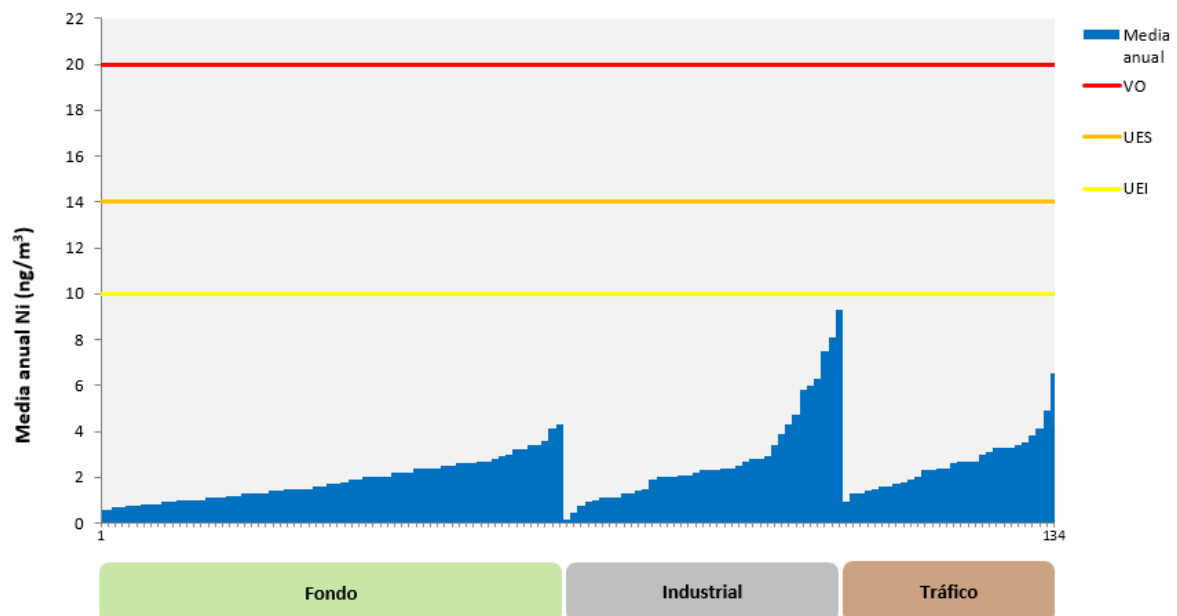


Figura 83. Distribución de las medias anuales de Ni (2022)

16. CONCLUSIONES

- **Dióxido de Azufre (SO₂):** La evolución de sus niveles entre 2001 y 2022 indica una tendencia hacia la disminución de los valores medios, siendo especialmente significativa la reducción que se produjo en 2008, a raíz de la entrada en vigor de directivas europeas que regularon el contenido en azufre de los combustibles. Este contaminante muestra una pauta estacional en las estaciones de tráfico con mínimos en el periodo vacacional del 2001 al 2008, año en el que se limitó el contenido de azufre máximo para gasolinas y gasóleo de automoción. Esta pauta continúa hasta el año 2019 aunque de forma menos acusada. Los niveles más altos se registran en las estaciones de tipo industrial.
- **Dióxido de Nitrógeno (NO₂):** La disminución de los niveles se manifiesta sobre todo en estaciones urbanas y de tráfico, más acusado por los cambios en el tipo de movilidad, la aplicación de las medidas de diversos planes de mejora de calidad del aire así como la creación de las Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). En 2022 se mantienen, o aumentan ligeramente, los niveles de los años precedentes. La evolución de las medias mensuales de valores diarios muestra una pauta estacional para todas las tipologías de estaciones, con valores más elevados en otoño-invierno que en primavera-verano, siendo esta pauta especialmente acusada en las zonas urbanas y en estaciones de tráfico.
- **Partículas inferiores a 10 micras (PM10):** Este contaminante se encuentra altamente influido en España por fuentes de origen natural, como los episodios de polvo del Sáhara y aerosoles marinos, además de por fuentes antrópicas. El año 2022 ha sido especialmente intenso en episodios de polvo del Sáhara. A pesar de la influencia de fuentes naturales, la tendencia de los niveles ha sido decreciente a lo largo del periodo considerado. Destaca, como para otros contaminantes, una reducción significativa desde 2008 que resulta especialmente notable en zonas urbanas y suburbanas y en las estaciones de tráfico, seguidas de las industriales.
- **Partículas inferiores a 2,5 micras (PM2,5):** Constituyen una fracción inferior de partículas, y por tanto también se encuentran influidas, aunque en menor medida, por fuentes naturales además de por las emisiones antrópicas; e igualmente, bajo determinadas condiciones, se puede favorecer la formación de partículas de tipo secundario. Los datos de este informe muestran que sus niveles medios han disminuido forma notable a partir de 2013. Los 10 últimos años presentan valores bastante estables con apenas 2 µg/m³ de diferencia entre ellos. Las reducciones más evidentes se aprecian en las estaciones urbanas, si bien dicha reducción también es apreciable en las suburbanas y en las de tráfico, seguidas por las industriales. En 2022 también se observa el incremento ya mencionado en las PM10.
- **Ozono (O₃):** En los elevados niveles de este contaminante se aprecia una mejoría en los años 2020 y 2021 respecto al año 2019, y en 2022 un ligero ascenso, si bien no llega a alcanzar los valores de 2019. Globalmente, a lo largo del periodo 2004-2022 se percibe un decrecimiento en los niveles de las estaciones rurales y de fondo y un incremento en los de tráfico. De ello se infiere una tendencia global a la baja en los niveles en las zonas rurales y un ascenso en las urbanas. La representación de las medias mensuales de los máximos diarios octohorarios muestra la pauta estacional característica de este contaminante secundario para todas las tipologías de estaciones y tipos de área, con valores estivales altos debido a una mayor insolación.
- **Monóxido de Carbono (CO):** Sus niveles históricamente han sido bajos y se han mantenido lejos de incumplir el objetivo de calidad legal establecido para la protección de la salud. Los perfiles de todas las estaciones siguen una tendencia a la baja, especialmente en el caso de las urbanas y de tráfico. El CO muestra una pauta estacional con valores más elevados en invierno, más

marcada en estaciones ubicadas en áreas urbanas y suburbanas y para cualquiera que sea su tipología de fuente de emisión.

- **Benceno (C₆H₆):** Sus medias anuales se mantienen muy por debajo del límite legislado desde 2003. La tendencia ha sido descendente y especialmente visible a partir del año 2009, a partir del cual las medias se estabilizan. La tendencia global muestra una reducción de los niveles en las estaciones urbanas y de tráfico, que a partir de 2014 pasan a registrar valores inferiores a los obtenidos en las estaciones suburbanas e industriales respectivamente. Desde 2020 se equiparan a los niveles en estaciones de fondo y rurales. La representación de valores medios diarios muestra una pauta estacional de este contaminante a lo largo del año, más marcada en estaciones urbanas y suburbanas y en las influenciadas por el tráfico, según la tipología de fuente de emisión, de forma que presenta valores más altos en invierno que en verano.
- **Benzo(a)pireno (B(a)P):** el promedio de las medias anuales de B(a)P a lo largo del periodo considerado se sitúa muy por debajo del valor legislado, salvo en 2013, año de la única superación para este contaminante. En la mayoría de las estaciones los niveles están lejos de incumplir el valor legal establecido. La evolución observada muestra que las concentraciones más altas, por tipo de área, en general corresponden a las de tipo suburbano; por tipología de estación, aparentemente se aprecia una leve tendencia ascendente en las estaciones industriales y de fondo. Los valores mensuales de valores medios diarios de muestran una pauta estacional de este contaminante con los valores más elevados principalmente centrados en los meses de diciembre y enero.
- **Plomo (Pb):** Desde el año 2001 queda patente el descenso producido en los niveles de este metal, vinculado a las reducciones de este metal en los carburantes, aunque de forma excepcional se encuentran picos en 2013 y 2016. Los valores medios de toda serie anual, en cualquier caso, están muy alejados del valor límite. Por tipologías, en el origen del periodo, los valores más altos se registraban en estaciones de tráfico.
- **Arsénico (As):** el promedio de las medias anuales de arsénico a lo largo del periodo considerado se sitúa muy por debajo del valor legislado. El valor máximo de la serie se registró en 2008, si bien también en 2009 se superó el valor objetivo de este contaminante. La evolución anual muestra un aparente ligero descenso de las medias anuales, siendo en general niveles bajos y, las variaciones interanuales, pequeñas.
- **Cadmio (Cd):** el promedio de las medias anuales de cadmio a lo largo del periodo considerado se sitúa muy por debajo del valor legislado y el valor objetivo tan sólo se superó en los años 2010 y 2015. Por tipología de área, las zonas suburbanas son las que registran en general los mayores niveles de este contaminante en el periodo estudiado, mientras que por tipología de estación los mayores niveles corresponden a las estaciones industriales.
- **Níquel (Ni):** Desde 2014 no se registran superaciones del valor objetivo de este contaminante y los niveles registrados son, como en el caso de otros metales, muy bajos. Si se atiende a la clasificación en función del área, los niveles más elevados corresponden por lo general a las estaciones situadas en zonas urbanas; por tipo de estación los niveles más altos atendiendo a valores medios anuales se registran en las estaciones de tipo industrial, de forma más evidente hasta 2015 y desde 2020.