



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN DE FONDO EN ESPAÑA

RED EMEP/VAG/CAMP



Estación EMEP de Niembro (Asturias)

Año 2022

Este informe ha sido elaborado por la Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Vigilancia de la contaminación de fondo en España. Red EMEP/VAG/CAMP. Año 2022

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones

2023

Lengua/s: Español

NIPO: 665-22-025-0

Gratuita / Periódica / En línea / pdf

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) como [gestor de la Red EMEP/VAG/CAMP](#) de España.



Fuente de las fotos:

Foto de portada: J. Sustacha.

Fotos de la figura 1: AEMET (varias fuentes)

Fecha elaboración del informe:

VERSIÓN	FECHA	COMENTARIO
1	2/10/2023	
2	2/11/2023	Modificación de valores medios anuales de metales pesados en PM10 y en precipitación tras rectificaciones realizadas por la red gestora. Tablas 9 y 10. Figuras 14 y 15
3	24/09/2024	Anulación de los valores medios anuales de plomo, níquel, zinc y cobre en precipitación en la estación de Niembro tras rectificaciones realizadas por la red gestora. Tabla 10. Figura 15 – Páginas 19 y 20



ÍNDICE

VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE FONDO REGIONAL. RED EMEP/VAG/CAMP.	1
1. Descripción	1
2. Estaciones de la Red EMEP/VAG/CAMP	2
3. Programa de mediciones	3
4. Datos por contaminante.....	7
4.1. Contaminantes gaseosos (datos automáticos)	7
4.2. Aerosoles y gases + aerosoles	10
4.3. Especiación de partículas (PM10 y PM2,5)	13
4.4. Carbono en partículas	14
4.5. Análisis de la precipitación.....	16
4.6. Metales pesados	18
4.7. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	21
4.8. Amoníaco (NH ₃)	24
4.9. Compuestos orgánicos volátiles (COV) y compuestos carbonílicos (CC)	25
5. Trabajos citados.....	27
6. Índice de tablas y figuras	28



VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE FONDO REGIONAL. RED EMEP/VAG/CAMP.

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 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). Entre sus obligaciones se incluye el desarrollo de los diversos programas de mediciones, ya que pretende satisfacer los compromisos de medición de contaminantes contraídos por España con los programas EMEP, VAG y CAMP y cumplir las obligaciones marcadas por la legislación medioambiental aplicable.

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, WMO en inglés), organismo de las Naciones Unidas creado tras la firma del Convenio Meteorológico Mundial.

El “Programa Integral de Control Atmosférico” (**Programa CAMP**), es fruto del Convenio Oslo-París para la Protección del Medio Ambiente Marino del Nordeste del Atlántico de 1992 y 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.

A pesar de que el propósito principal de estas estaciones es el citado anteriormente, los datos medidos en estas estaciones sirven para dar cumplimiento también a la legislación de calidad del aire tanto **europea** (**Directiva 2008/50/CE** relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa y la **Directiva 2004/107/CE** relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente), como **nacional**, (**Real Decreto 102/2011** relativo a la mejora de la calidad del aire).

En este real decreto se indica que en las estaciones de la Red EMEP/VAG/CAMP se realizarán una serie de mediciones indicativas de ciertos contaminantes (especiación de PM_{2,5}, metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos, ozono y sustancias precursoras y amoniaco). Los datos medidos en estas estaciones se pueden utilizar como complemento a las mediciones realizadas por las redes autonómicas y locales de calidad del aire de cara a evaluar la calidad del aire en su territorio, así como para la verificación de los pronósticos de los modelos de predicción de calidad del aire. 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 masas de aire africano.

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: el Centro Nacional de Sanidad Ambiental del Instituto de Salud Carlos III.

2. Estaciones de la Red EMEP/VAG/CAMP

La red EMEP/VAG/CAMP española cuenta actualmente con 13 estaciones:

Tabla 1. Estaciones de la Red EMEP/VAG/CAMP

Código Nacional	Código 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 1. Mapa de las estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP

3. Programa de mediciones

Dentro de la red EMEP/VAG/CAMP se desarrolla un programa de mediciones que viene establecido por la Estrategia EMEP¹; y también por las decisiones de los Órganos Directores de los otros dos Programas (VAG² y CAMP³).

No todas las estaciones pertenecientes a la red EMEP/VAG/CAMP miden los mismos parámetros, si bien muchos de los contaminantes que se registran en esta red son comunes al resto de las redes de calidad del aire en España.

Además, se realizan mediciones de otros contaminantes especificados en el Real Decreto 102/2011 para los que aún no se ha establecido en la legislación valores legislados ni existe información sobre su comportamiento ni sobre sus posibles efectos adversos sobre la salud o la vegetación.

¹ Estrategia EMEP:

https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2019/AIR/EMEP_WGE_Joint_Session/ECE_EB.AIR_G.E.1_2019_21-1911093E.pdf

² <https://public.wmo.int/en/programmes/global-atmosphere-watch-programme>

³ Programa de mediciones de CAMP <https://www.ospar.org/work-areas/hasec/hazardous-substances/camp>



Los datos medidos en la red EMEP/VAG/CAMP engloban:

- Datos de equipos automáticos – Datos horarios
 - **Dióxido de azufre** (SO₂) por fluorescencia UV, **óxidos de nitrógeno** (NO, NO₂, NOx) por quimiluminiscencia, **ozono** (O₃) por absorción UV y **meteorología** – En todas las estaciones.
 - **Partículas PM10** (con un equipo automático TEOM) – En Campisábalos, Zarra, Peñausende y O Saviñao. En el año 2022 no se tienen datos en la estación de O Saviñao por una avería en el equipo.
 - **Mercurio gaseoso total** por espectrometría de absorción atómica de vapor frío – En Niembro. En 2022 sólo se han medido los 3 primeros meses del año por una avería en el equipo.
- Datos de equipos manuales – Datos diarios, semanales o mensuales
 - **Partículas PM10 y PM2,5** (por gravimetría) – Datos diarios. PM10 en todas las estaciones. PM2,5 excepto en Noia y Doñana.
 - **Sulfato** (SO₄²⁻) y **nitrato** (NO₃⁻) en PM10, por cromatografía iónica – Datos diarios. En todas las estaciones.
 - En fase gas y aerosol PM10: **Suma de ácido nítrico y nitrato** (HNO₃+NO₃⁻) y **suma de amoniaco y amonio** (NH₃+NH₄⁺) por cromatografía iónica – Datos diarios. En todas las estaciones.
 - **Especiación de partículas:**
 - PM10 – Cloruro (Cl⁻), sodio (Na⁺), magnesio (Mg²⁺), calcio (Ca²⁺), potasio (K⁺), amonio (NH₄⁺). Datos diarios. En San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Campisábalos y Els Torms.
 - PM2,5. Sulfato (SO₄²⁻) y nitrato (NO₃⁻), cloruro (Cl⁻), sodio (Na⁺), magnesio (Mg²⁺), calcio (Ca²⁺), potasio (K⁺), amonio (NH₄⁺), carbono elemental (CE) y carbono orgánico (CO) en PM2,5. Datos diarios. En San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Zarra y Els Torms.

Las técnicas analíticas para la especiación de partículas son:

 - ✚ Cromatografía iónica (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, NH₄⁺ en PM10 y PM2,5)
 - ✚ Espectroscopía de plasma de acoplamiento inductivo (Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, en PM10 y PM2,5)
 - ✚ Térmico óptico para CE/CO en PM2,5- **Análisis de la lluvia:**
 - Diario: pH, sulfato (SO₄²⁻), nitrato (NO₃⁻), cloruro (Cl⁻), sodio (Na⁺), magnesio (Mg²⁺), calcio (Ca²⁺), potasio (K⁺), amonio (NH₄⁺) y conductividad. En todas las estaciones excepto Cabo de Creus.

Las técnicas analíticas para el análisis de la precipitación son:

 - ✚ Cromatografía iónica (SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, NH₄⁺)
 - ✚ Espectroscopía plasma de acoplamiento inductivo (Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺)
 - ✚ Potenciometría (pH)
 - ✚ Conductivimetría (Conductividad)- Semanal: **Metales pesados en precipitación**. En Campisábalos y Niembro. Plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni), cobre (Cu),



cromo (Cr), zinc (Zn). Mercurio (Hg) solo en Niembro. Se utiliza la técnica de ICP Masas.

- **Compuestos orgánicos volátiles (COV).** Datos diarios: Sólo se determinan en San Pablo de los Montes. La técnica analítica es cromatografía de gases. Las especies que se miden son:

Etano, eteno, acetileno, propano, propeno, i-Butano, n-Butano, 1-Buteno, cis-2 Buteno, trans-2 Buteno, butadieno, i-Pentano, n-Pentano, 1-Penteno, trans-2 Penteno, n-Hexano, n-Heptano, n-Octano, benceno, tolueno, isopreno.

- **Compuestos carbonílicos (CC).** Datos diarios: La técnica analítica es cromatografía líquida de alta resolución. Sólo se determinan en San Pablo de los Montes. Las especies que se miden son:

Formaldehído, 2-Butanona, acetaldehído, acetona+acroleína, benzaldehído, crotonaldehído, hexanal, pentanal, propanal, 4-metil-benzaldehído, metacroleína + butanal

- **Amoníaco.** En San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Campisábalos y Els Torms. Datos semanales, excepto en Víznar que se hace muestreo quincenal. En el laboratorio se utiliza espectrofotometría UV_VIS como técnica analítica.

- **Metales pesados.** Los metales se pueden determinarse en varios medios. En todos los casos se utiliza la técnica de ICP Masas en el análisis de laboratorio:

- PM10. Datos diarios. Plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni), cobre (Cu) (solo en Campisábalos y Els Torms), cromo (Cr), zinc (Zn). En San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Campisábalos y Els Torms.
- En precipitación (ver descripción del Análisis de lluvia semanal más arriba).
- En depósito total. Datos mensuales. Plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni), cobre (Cu), cromo (Cr), zinc (Zn) y mercurio (Hg). En San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Zarra y Els Torms.

- **Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).** Se determinan tanto en PM10 como en depósito total. En ambos casos son datos mensuales (en el caso de HAP en PM10 son muestras mensuales compuestas de 10 muestras diarias cada mes), se realiza en las mismas estaciones (San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Zarra y Els Torms) y se analizan las mismas especies con la misma técnica analítica: cromatografía de gases-espectrometría de masas.

Acenaftileno fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo_a_antraceno, criseno, benzo_a_pireno, indeno_123_cd_pireno, dibenzo_ah_antraceno, benzo_ghi_perileno, benzo_k_fluoranteno, perileno, benzo b fluoranteno, benzo j fluoranteno (solo en PM10) y benzo j+k fluoranteno (sólo en depósito total).

En la Figura 2 se muestra qué se mide por estación y contaminante.



		ES01	ES05	ES06	ES07	ES08	ES09	ES10	ES11	ES12	ES13	ES14	ES16	ES17
		San Pablo de los Montes	Noia	Mahón	Víznar	Niembro	Campisábalos	Cabo de Creus	Barcarrota	Zarra	Peñausende	Els Torms	O Saviñao	Doñana
Periodicidad	Compuestos	Toledo	A Coruña	Baleares	Granada	Asturias	Guadalajara	Girona	Badajoz	Valencia	Zamora	Lleida	Lugo	Huelva
HORARIOS	SO ₂ , NO, NO ₂ , NOx, O ₃													
	Meteorología													
	Mercurio gaseoso total													
	PM10													
DIARIOS	PM10													
	PM2,5													
	HNO ₃ +NO ₃ , NH ₃ +NH ₄													
	SO ₄ , NO ₃ en PM10													
	Cl, Na, Mg, Ca, K, NH ₄ en PM10													
	SO ₄ , NO ₃ , Cl, Na, Mg, Ca, K, NH ₄ en PM2,5													
	Carbono elemental y orgánico en PM2,5													
	Iones en precipitación													
	Compuestos orgánicos volátiles													
	Compuestos carbonílicos													
Metales en PM10														
SEMANALES	Amoníaco													
	Metales en precipitación													
MENSUALES	Metales en depósito total													
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos en PM10													
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos en depósito total													

Figura 2. Programa de mediciones por estación



4. Datos por contaminante

4.1. Contaminantes gaseosos (datos automáticos)

En este apartado se muestran cuáles han sido los resultados de las mediciones de los contaminantes gaseosos principales para el año 2022.

Se puede observar que los valores registrados para **SO₂**, **NO₂** y **NO_x** 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.

Tabla 2. Contaminantes gaseosos. Año 2022

ESTACIÓN	CONTAMINANTES						
	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)	O ₃			AOT 40 (µg/m ³ ·h) promedio de 5 años ⁴
	Media anual	Media anual	Media anual	Nº superaciones			
> 120 (µg/m ³) promedio de 3 años Valor octohorario				>180 (µg/m ³) Valor horario	>240 (µg/m ³) Valor horario		
San Pablo de los Montes	0,58	1,1	1,5	20	0	0	19.587
Noia	0,96	2,7	3,1	0	0	0	820
Mahón	0,40	3,0	3,5	22	0	0	17.794
Víznar	1,00	2,8	3,7	11	0	0	24.176
Niembro	0,36	2,1	2,9	16	0	0	6.562
Campisábalos	1,10	2,1	2,4	16	0	0	18.153
Cabo de Creus	0,86	3,0	3,7	10	0	0	11.407
Barcarrota	0,35	1,8	2,1	10	0	0	11.061
Zarra	0,50	1,1	1,5	19	0	0	24.758
Peñausende	0,44	1,5	1,7	13	2	0	13.408
Els Torms	0,65	2,6	2,9	12	0	0	20.495
O Saviñao	0,61	2,6	3	2	0	0	3.998
Doñana	0,38	2,8	3,5	3	0	0	10.710

En la Figura 3 se puede observar cómo los mayores niveles de SO₂, se dan en Campisábalos y Víznar mientras que los mayores valores de NO₂ y NO_x se dan en las estaciones de Mahón y Cabo de Creus.

⁴ AOT40. Suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m³ (=40 partes por mil millones) y 80 µg/m³ 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))

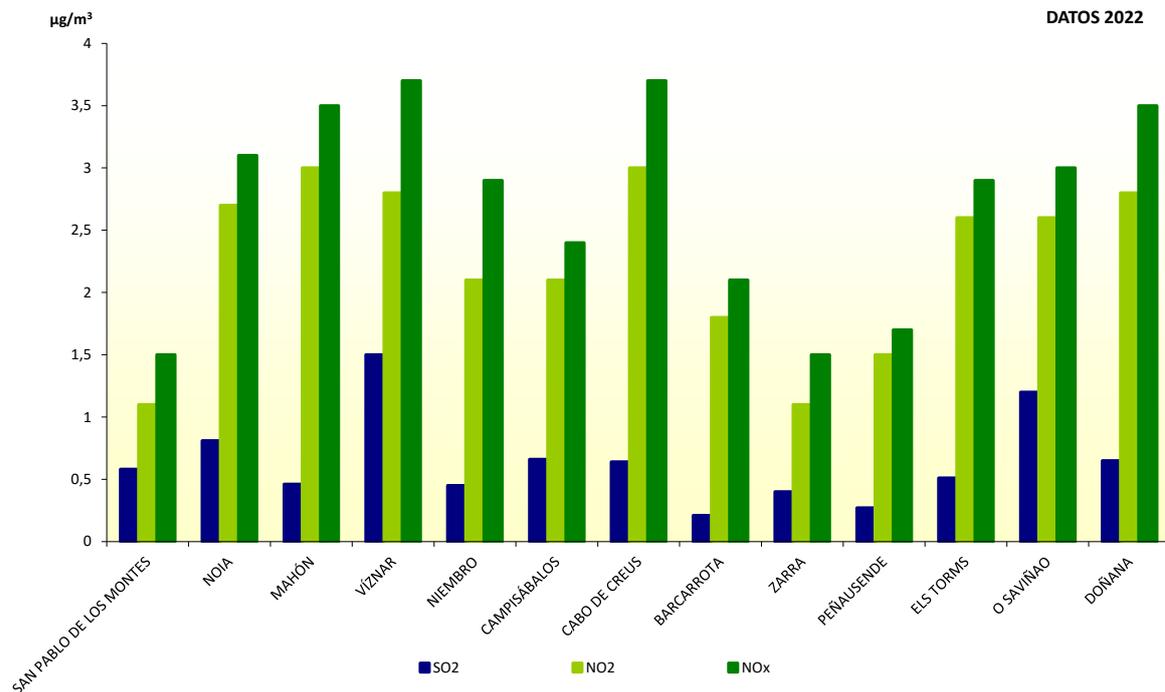


Figura 3. Datos de SO₂, NO₂ y NO_x en el año 2022

El **O₃ troposférico** es un contaminante secundario que se crea a partir de reacciones químicas complejas en la que intervienen como precursores otros gases contaminantes, como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles, entre otros compuestos y por la acción de la radiación solar. 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 de este contaminante tal y como se observa en la Figura 4.

En lo referente a los valores objetivo de protección de la salud, se puede ver en la siguiente figura que para la media de los años 2020-2022, en Mahón y San Pablo de los Montes se dieron un alto número de días (22 y 20 días respectivamente) con el máximo de las medias móviles octohorarias superior a 120 µg/m³, seguido de las estaciones de Zarra.

Respecto a los umbrales horarios, en 2022 se registraron superaciones del umbral de información ni del umbral de alerta en la estación de Peñausende.

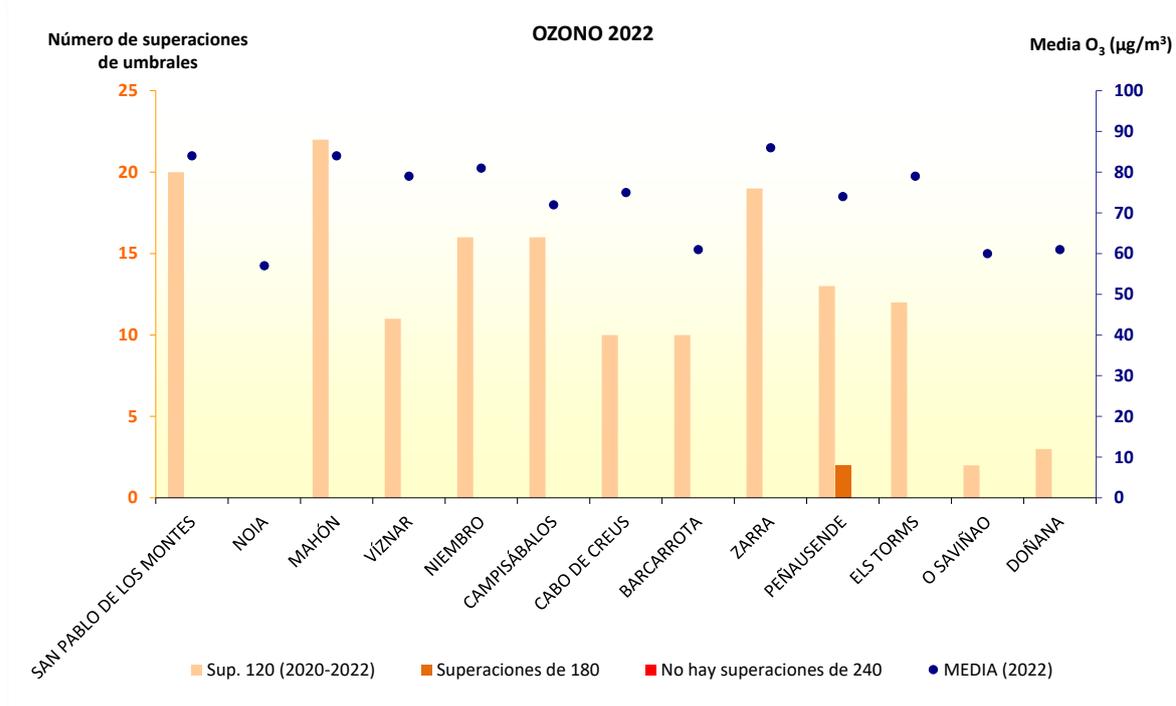


Figura 4. Media anual de O₃ en 2022, número de superaciones del máximo diario móvil octohorario (120 µg/m³) en el periodo 2020-2022

Si, en cambio, tenemos en cuenta la protección de la vegetación, dado que el ozono es un contaminante que afecta en zonas rurales, se puede observar que se supera el valor objetivo para la protección de la vegetación, que es 18.000 µg/m³·h, en las estaciones de San Pablo de los Montes, Víznar, Campisábalos, Zarra y Els Torms.

En la Figura 5 se representa el valor del AOT40 (media de 5 años) del periodo 2018-2022.

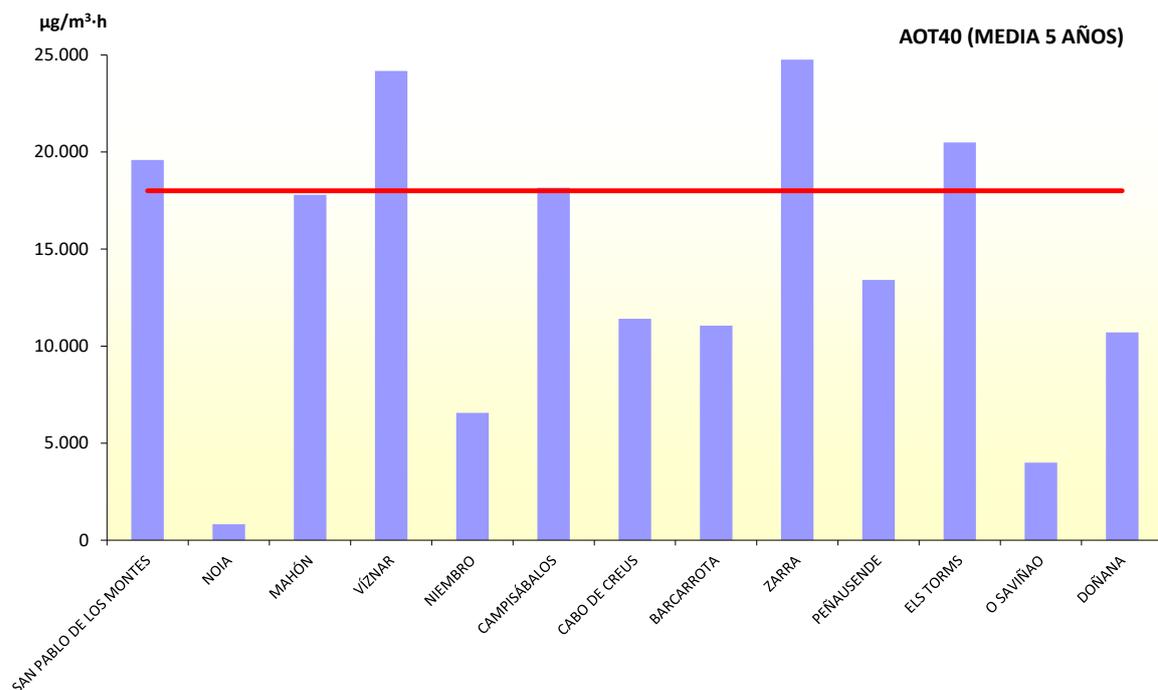


Figura 5. AOT40 (media de 5 años) en todas las estaciones de la red 2018-2022

Analizando el valor AOT40 obtenido en cada año, se puede apreciar que la mayoría de las estaciones superan el valor de 6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, que es el objetivo a largo plazo para protección de la vegetación. En la Figura 6 se representa el AOT40 anual en las estaciones de la red en el período 2013-2022.

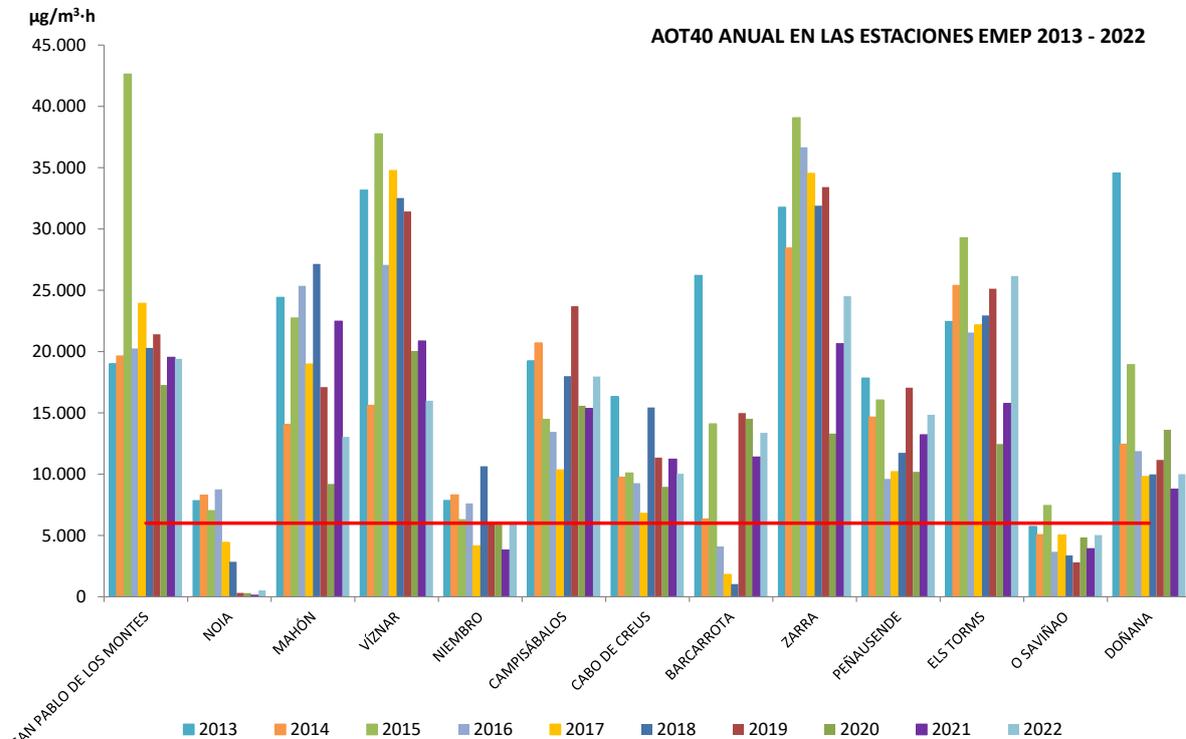


Figura 6. AOT40 anual en todas las estaciones de la red (2013 – 2022)

4.2. Aerosoles y gases + aerosoles

Los aerosoles son pequeñas partículas suspendidas en el aire. El tamaño de las partículas varía desde partículas gruesas hasta partículas ultrafinas (por debajo de una micra). Las estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP miden partículas PM10 y PM2,5 (por debajo de 10 micras y 2,5 micras respectivamente) y se analiza el sulfato y el nitrato como parte de la composición de las mismas (en algunas estaciones el análisis de la especiación de las partículas es más completo, para cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 102/2011, ver apartado 4.3).

La técnica analítica de referencia para las partículas es la gravimetría y es la que se utiliza en las estaciones de la red. Adicionalmente, en cuatro estaciones se miden las partículas PM10 a través de un equipo automático para obtener mediciones horarias (Campisábalos, Zarra, Peñausende y O Saviñao, aunque durante el año 2022 esta última estación no ha medido por tener el equipo averiado). Respecto a PM2,5, todas salvo Noia y Doñana también disponen de medición gravimétrica.

Las mediciones de partículas en estaciones de fondo rural remotas de la red EMEP/VAG/CAMP son muy importantes para la calidad del aire ya que suponen la medición de los niveles de fondo y a partir de los datos de estas estaciones (y otras estaciones de fondo) se pueden calcular los descuentos que pueden hacer el resto de puntos de muestreo por intrusiones de masas de aire



africano de acuerdo al Anexo XIV del Real Decreto 102/2011 y la metodología elaborada a tal respecto⁵.

Además, en todas las estaciones se mide como un todo en una muestra de gas y aerosol en conjunto, la suma de ácido nítrico y nitrato y de amonio y amoniaco.

En la Tabla 3 se muestran los valores medios anuales del año 2022 para datos de aerosoles y gases y aerosoles en PM10.

Tabla 3. Aerosoles y gases y aerosoles. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	Aerosoles					Gases + Aerosoles	
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 TEOM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₄ ²⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₃ ⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HNO ₃ + NO ₃ ⁻ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ + NH ₄ ⁺ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
San Pablo de los Montes	17	-	9	0,31	0,15	0,32	1,20
Noia	9	-	-	0,27	0,15	0,28	0,55
Mahón	19	-	6	0,86	0,56	0,49	1,30
Víznar	29	-	11	0,36	0,22	0,42	1,20
Niembro	21	-	11	0,51	0,24	0,45	1,20
Campisábalos	14	17	5	0,25	0,09	0,28	0,69
Cabo de Creus	16	-	8	0,51	0,37	0,57	1,10
Barcarrota	18	-	12	0,35	0,21	0,32	0,94
Zarra	14	15	8	0,38	0,24	0,40	0,99
Peñausende	13	15	6	0,24	0,15	0,30	1,00
Els Torms	15	-	8	0,38	0,20	0,43	3,20
O Saviñao	12	--	8	0,33	0,17	0,24	0,55
Doñana	19	-	-	0,55	0,42	0,65	0,81

En la Figura 7 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 tres puntos de la red donde se dan las mediciones en paralelo en el año 2022.

⁵ Procedimiento para la identificación de episodios naturales de PM10 y PM2,5:

https://www.miteco.gob.es/images/es/metodologiaparaepisodiosnaturales-revabril2013_tcm30-186522.pdf

Directrices elaboradas por la Comisión Europea para la demostración y sustracción de las superaciones atribuibles a fuentes naturales: https://www.miteco.gob.es/images/es/Directrices%20Comisi%C3%B3n-SEC%202008%20final-en_tcm30-186523.pdf

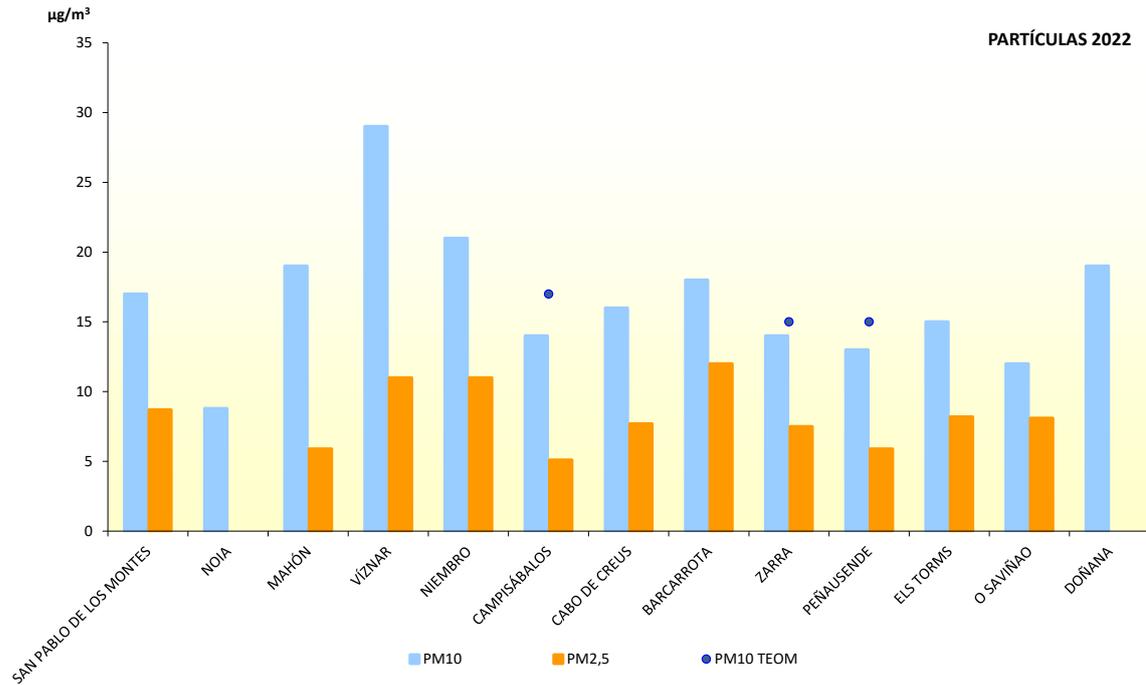


Figura 7. Datos medios anuales de partículas en 2022

A continuación, en la Figura 8 se puede ver representados los datos de SO_4^{2-} y NO_3^- y de la suma de $\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$ y de $\text{NH}_4^++\text{NH}_3$ en el año 2022.

Destacan sobre todos los datos el de $\text{NH}_4^++\text{NH}_3$ en la estación de Els Torms que pueden estar relacionados con la influencia de zonas ganaderas en la región.

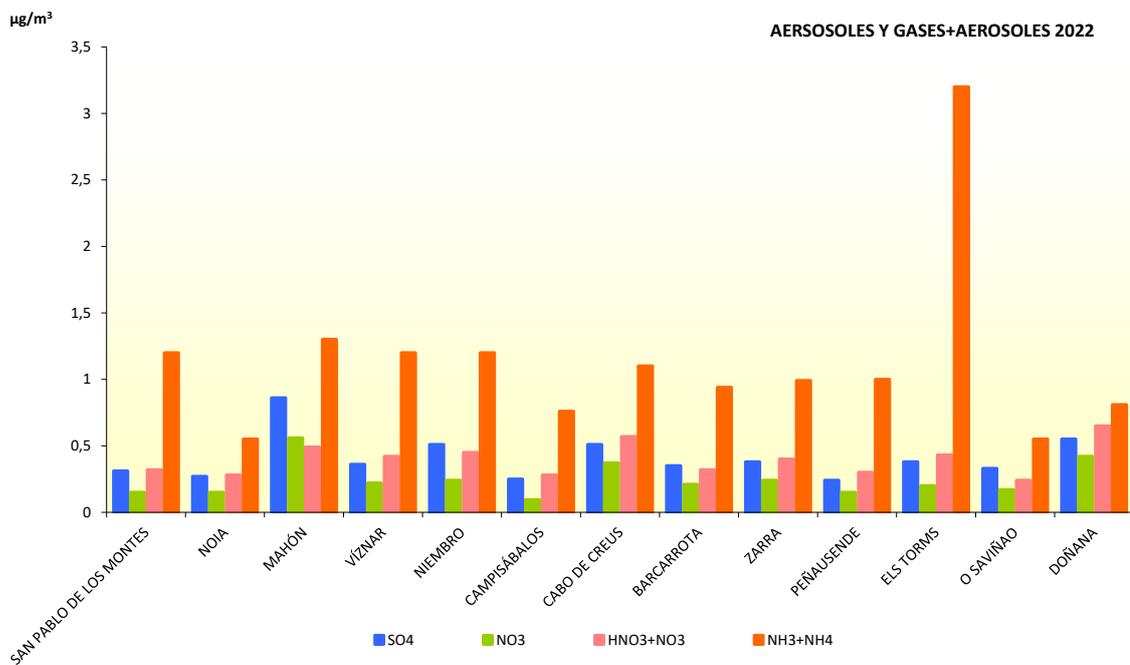


Figura 8. Datos medios anuales de aerosoles y gases + aerosoles en 2022

4.3. Especiación de partículas (PM10 y PM2,5)

En las 13 estaciones de la red se miden niveles de SO_4^{2-} y NO_3^- en PM10. Además, hay cinco estaciones en las que se miden otros compuestos, aniones y cationes.

Los resultados obtenidos en 2022 se presentan en la Tabla 4. En ellos se puede observar que la estación de Niembro, ubicada muy próxima a la costa atlántica, tiene influencia del aerosol marino por los altos valores de cloruro y sodio, componentes principales del agua marina.

Tabla 4. Especiación de partículas PM10. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	Especiación de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
	$\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	Cl^-	Na^+	Mg^{2+}	Ca^+	K^+	$\text{NH}_4^+\text{-N}$
San Pablo de los Montes	0,31	0,15	0,2	0,28	0,04	0,34	0,10	0,19
Víznar	0,36	0,22	0,19	0,32	0,05	0,54	0,14	0,28
Niembro	0,51	0,24	2,10	1,60	0,19	0,40	0,14	0,21
Campisábalos	0,25	0,09	0,15	0,18	0,03	0,34	0,04	0,21
Els Torms	0,38	0,2	0,2	0,33	0,05	0,38	0,10	0,28

En la Figura 9, se presentan los valores de los distintos parámetros a partir del análisis del filtro de PM10.

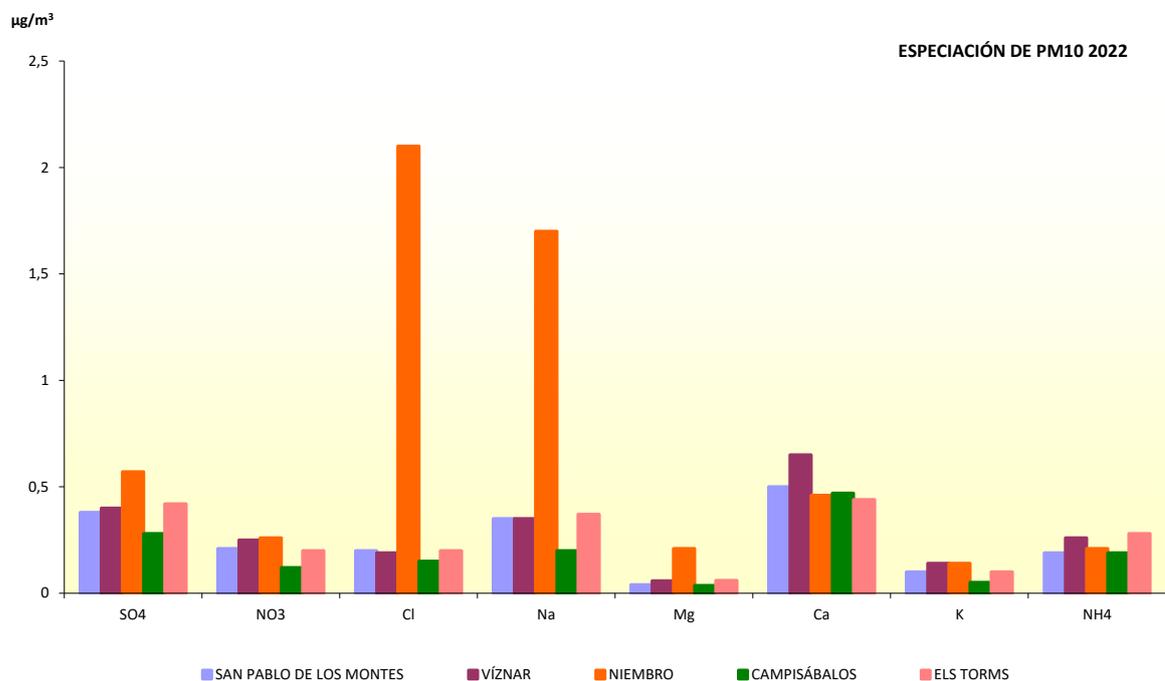


Figura 9. Datos medios anuales de especiación de PM10 en 2022

Respecto a la especiación de PM2,5 (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^+ , K^+ , NH_4^+ en las partículas PM2,5), se realiza el análisis en cinco de las estaciones de la red. En la estación de Campisábalos, estos parámetros se han medido desde el año 2005 hasta junio de 2020, cuya medición de la

especiación de PM_{2,5} fue trasladada a la estación de Zarra desde julio de 2020. En las estaciones de San Pablo, Víznar, Niembro y Els Torms estas mediciones comenzaron a realizarse en 2012.

En la Tabla 5 se muestran los datos de especiación de PM_{2,5} en 2022.

Tabla 5. Especiación de partículas PM_{2,5}. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	Especiación de PM _{2,5} (µg/m ³)							
	SO ₄ ²⁻ -S	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺ -N
San Pablo de los Montes	0,26	0,06	0,07	0,04	0,02	0,19	0,08	0,15
Víznar	0,22	0,11	0,08	0,06	0,02	0,25	0,12	0,13
Niembro	0,36	0,06	0,25	0,25	0,04	0,31	0,07	0,17
Zarra	0,35	0,05	0,06	0,05	0,02	0,10	0,07	0,25
Els Torms	0,41	0,09	0,08	0,10	0,02	0,15	0,09	0,26

En la Figura 10 se muestran los valores de los distintos parámetros en la fracción de PM_{2,5}. En ella se evidencian las características descritas para Els Torms, con una mayor carga de contaminación antropogénica por sulfatos y amonio, aunque siempre dentro de los valores característicos de una red de fondo. Además, en Niembro se refleja la influencia del aerosol marino en los niveles de PM_{2,5}, si bien no tan marcado como sobre el PM₁₀.

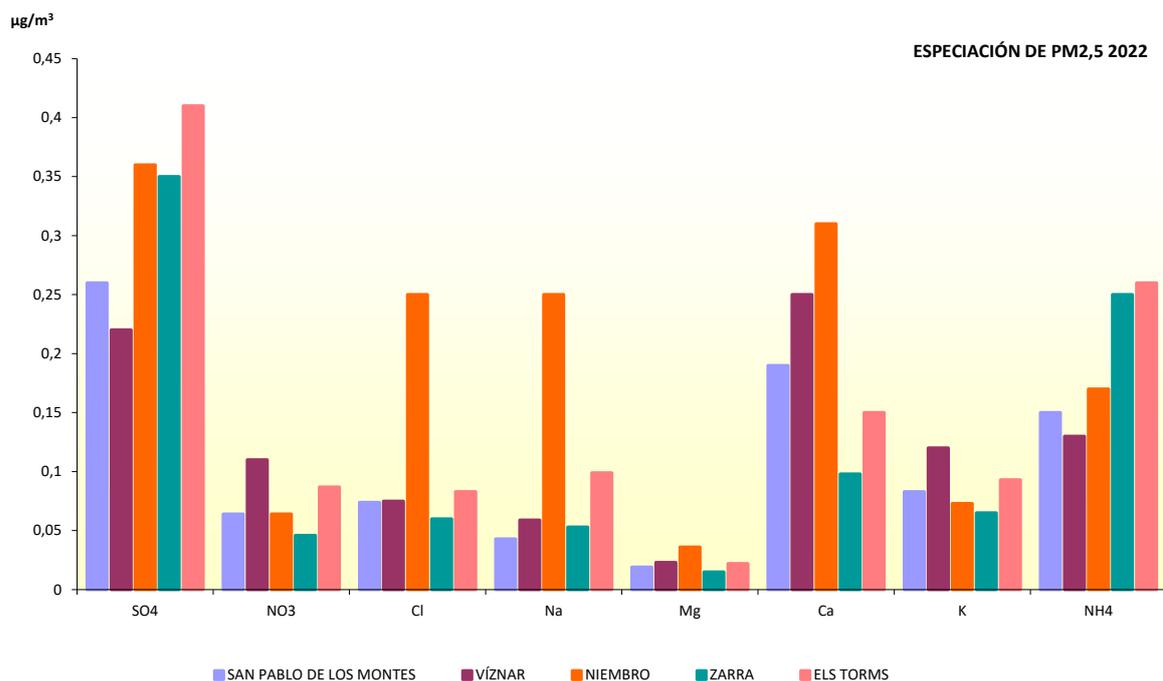


Figura 10. Datos medios anuales de especiación de PM_{2,5} en 2022

4.4. Carbono en partículas

En la red EMEP/VAG/CAMP se miden los niveles de carbono elemental (CE) y orgánico (CO) en la fracción de partículas PM_{2,5} en las estaciones de San Pablo de los Montes, Víznar, Zarra y Els Torms y desde el año 2020, en la estación de Niembro.



Los valores de estos compuestos, y sobre todo su ratio, pueden dar idea del origen de la contaminación.

En la Tabla 6 se muestran los datos de CE y CO en PM_{2,5} en 2022, así como la media anual del ratio diario entre ambos valores (CO/CE).

Tabla 6. Valores de carbono elemental, carbono orgánico y media anual del ratio diario entre ambos. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	Carbono elemental ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Carbono orgánico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ratio CO/CE
San Pablo de los Montes	0,11	2	20,1
Viznar	0,18	2,5	14,09
Niembro	0,11	1,9	24,45
Zarra	0,12	1,8	16,73
Els Torms	0,12	2	18,19

Los elevados ratios CO/CE (cercano o superiores a 10) son característicos de estaciones de fondo (*Becerril-Valle, y otros, 2017*), donde el aerosol biogénico juega un papel importante y podrían ser indicativos de una mayor presencia de quema de biomasa, cuyo uso es típico en la zona como calefacción residencial o doméstica.

La Figura 11 muestra el resultado del análisis del contenido en CO y CE en PM_{2,5} en las estaciones de la red donde se llevan a cabo estas mediciones.

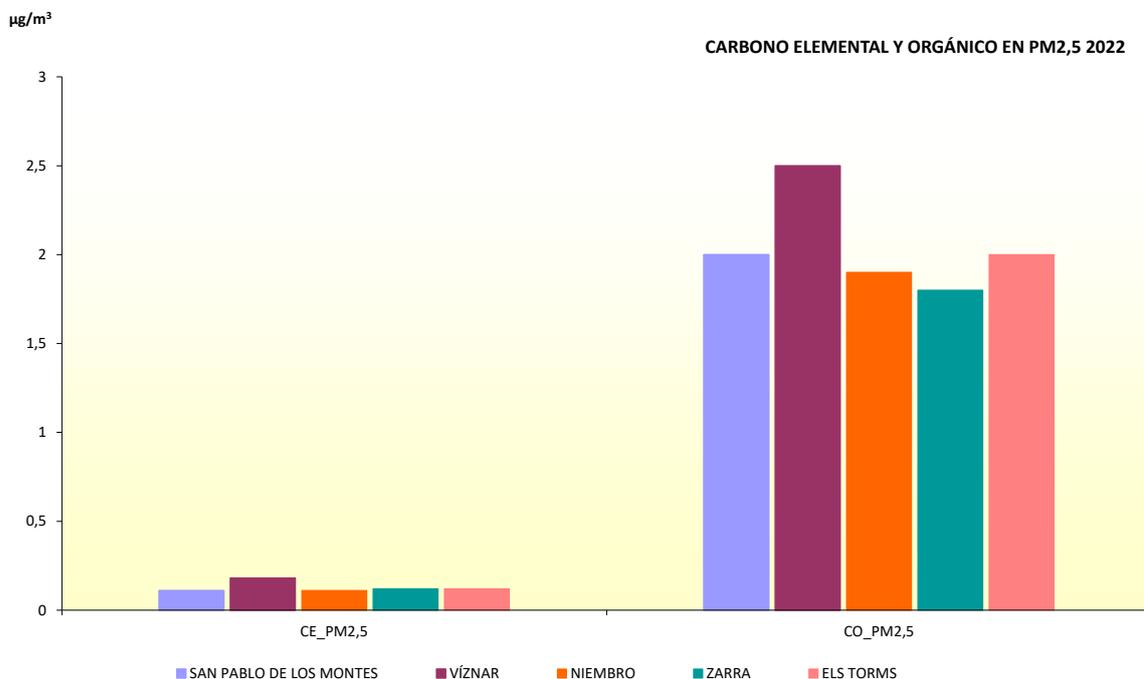


Figura 11. Datos medios anuales de carbono en PM₁₀ y PM_{2,5} en 2022

4.5. Análisis de la precipitación

En todas las estaciones de la red, excepto en Cabo de Creus, se analiza la lluvia diaria, este análisis incluye pH y conductividad así como las concentraciones de aniones y cationes. Además, hay dos estaciones (Niembro y Campisábalos) donde se determinan las concentraciones de metales sobre una muestra de lluvia acumulada a lo largo de una semana.

La siguiente tabla muestra los valores medios anuales de pH y conductividad diario en el año 2022, ponderados con el volumen de agua de lluvia caído cada día.

Tabla 7. Datos de pH y conductividad diario. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	pH	Conductividad (μ S/cm)
San Pablo de los Montes	6,09	12,02
Noia	5,58	20,19
Mahón	6,40	76,26
Víznar	6,64	27,80
Niembro	5,90	57,85
Campisábalos	6,34	10,61
Barcarrota	5,96	10,77
Zarra	6,54	22,03
Peñausende	6,03	6,62
Els Torms	6,65	22,73
O Saviñao	5,91	10,31
Doñana	6,23	20,86

En la Figura 22 se puede observar que el pH en todas las estaciones está entre 5,58 de Noia y 6,65 en Els Torms. Además, en la estación de Mahón y Niembro se registran unos valores muy altos de conductividad, probablemente influidos por el agua de mar dada la ubicación de estas estaciones.

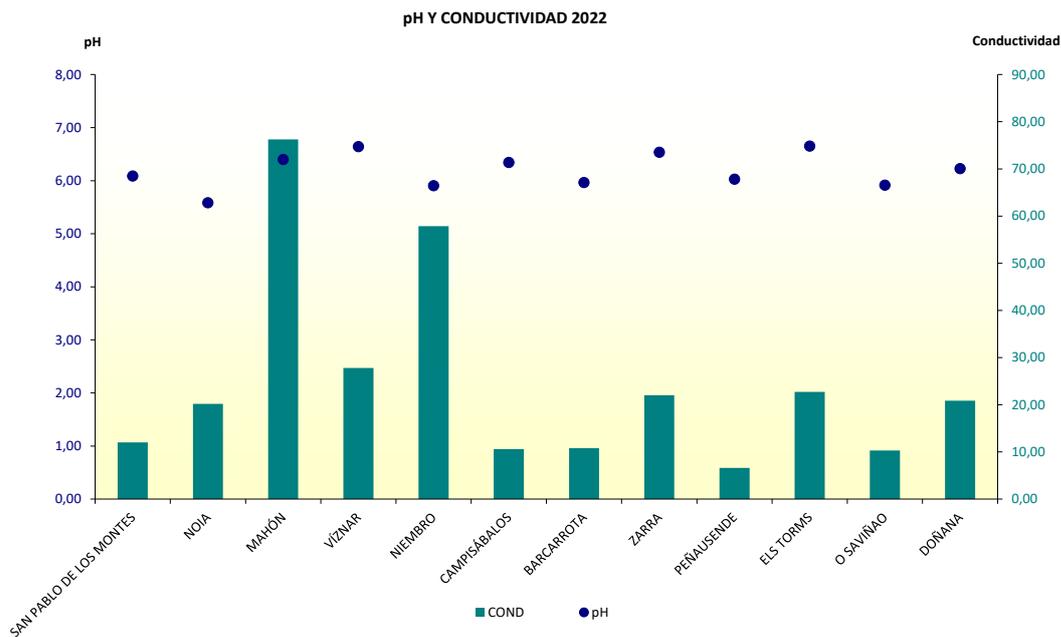


Figura 12. Media anual (ponderada con la precipitación) de pH y de conductividad en el año 2022

En la Tabla 8 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.

Para el cálculo del depósito húmedo diario, 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 (m²) obteniendo el depósito diario de cada parámetro (mg/m²-día). Posteriormente se realiza el cálculo anual dividiendo el sumatorio de todos los depósitos diarios (de los días que ha habido lluvia) entre el volumen total de lluvia en el año.

Tabla 8. Depósito húmedo diario, iones en precipitación diaria. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	K ⁺
	(mg/l)							
San Pablo de los Montes	0,17	0,16	0,28	0,28	0,08	1,53	1,30	0,08
Noia	0,29	0,14	0,22	2,09	0,26	0,31	3,64	0,17
Mahón	1,31	0,26	0,25	9,94	1,34	2,00	15,40	0,47
Viznar	1,13	0,24	0,31	0,42	0,28	3,75	0,75	0,25
Niembro	0,41	1,31	0,24	2,54	0,34	1,21	4,29	0,17
Campisábalos	0,17	0,20	0,35	0,25	0,07	1,07	0,26	0,09
Barcarrota	0,16	0,13	0,25	0,61	0,11	0,91	0,93	0,15
Zarra	0,52	0,33	0,43	0,57	0,16	2,10	0,83	0,13
Peñausende	0,12	0,13	0,41	0,25	0,05	0,40	0,28	0,07
Els Torms	0,44	0,37	0,64	0,46	0,16	2,41	0,66	0,14
O Saviñoao	0,34	0,10	0,30	0,48	0,08	0,29	0,71	0,13
Doñana	0,38	0,09	0,17	1,46	0,23	1,66	2,57	0,12

La Figura 13 muestra, por estación, los valores del resto de parámetros analizados en el agua de precipitación diario en el año 2022 como 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, Mahón, Niembro y Noia, los datos de Na y Cl son notablemente más elevados debido a que las muestras de precipitación reciben la influencia del aerosol marino.

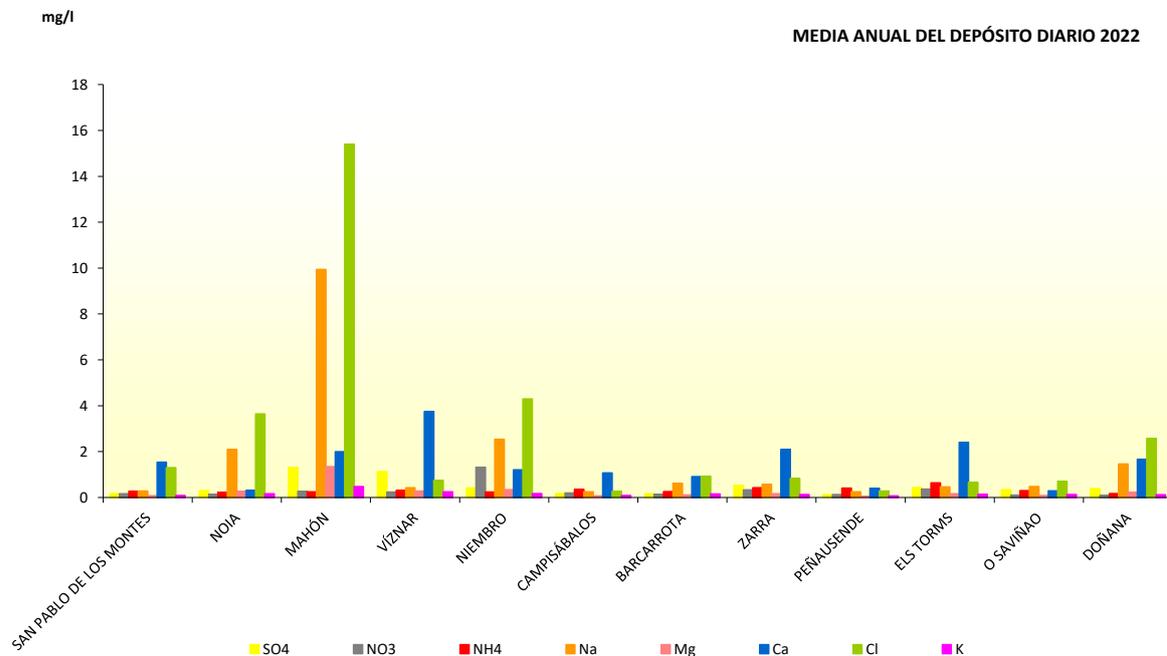


Figura 13. Datos de media anual del depósito diario en 2022

4.6. Metales pesados

En la red EMEP/VAG/CAMP se miden los metales tanto en PM10, como en precipitación y en depósito total. Además, se mide mercurio gaseoso total en continuo en la estación de Niembro.

Los **metales en PM10** se miden en las estaciones de San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Campisábalos y Els Torms. Se realiza un muestreo distribuido a lo largo de todo el año para eliminar la variable estacional entre los datos. Los muestreos se realizan con el fin de cumplir lo que se indica en el Real Decreto 102/2011 sobre mediciones indicativas, se realiza en un total de 5 estaciones.

Tabla 9. Metales pesados en PM10. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	Pb	Cd	As	Ni	Cu	Cr	Zn
	(ng/m ³)						
San Pablo de los Montes	1,4	0,03	0,26	1,1	-	1,1	7,1
Víznar	1,7	0,04	0,31	1,3	-	1,5	8,8
Niembro	2,8	0,06	0,18	0,82	-	0,58	12,9
Campisábalos	1,1	0,03	0,19	0,73	4,7	0,67	6,7
Els Torms	0,88	0,03	0,17	0,78	4,8	2,8	12,7

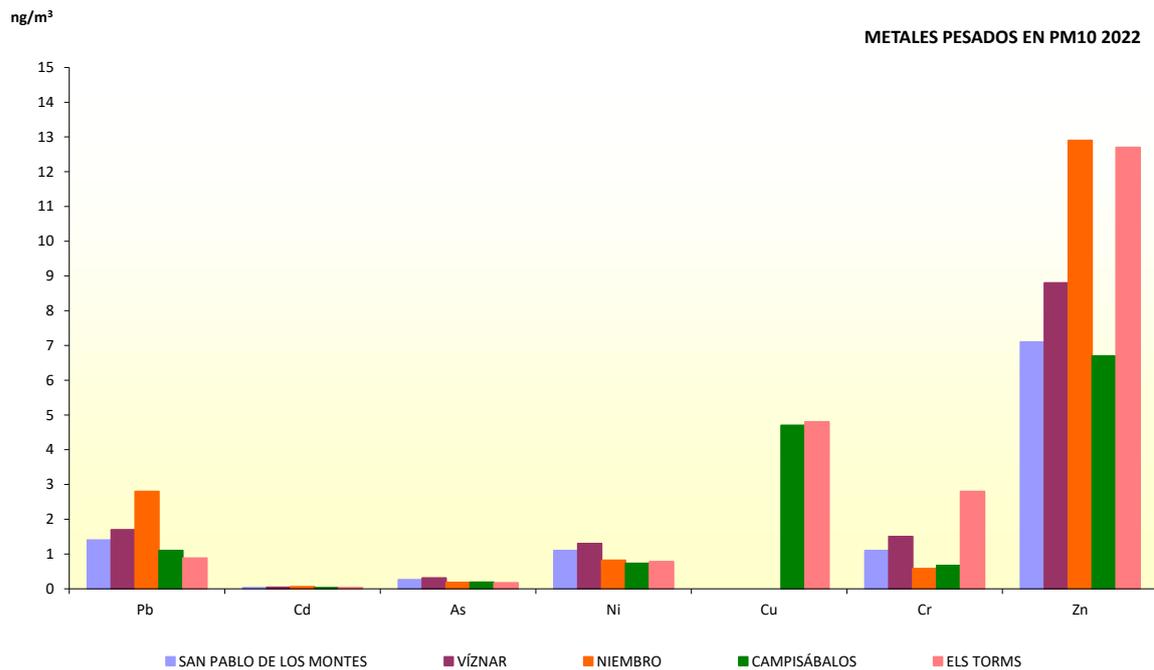


Figura 14. Metales pesados en PM10 en la red EMEP/VAG/CAMP en el año 2022

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, proyecto donde el mercurio es de obligada medición en las estaciones).

En la Tabla 10 y en la Figura 15 se muestran los valores medios anuales del depósito húmedo. Estos datos 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.

Para calcular el depósito húmedo semanal, los datos de concentración de cada metal (concentración semanal), que se miden en µg/l (el mercurio en ng/l), se multiplican por el volumen de precipitación recogida y se divide por el área del captador (m²) obteniendo el depósito semanal de cada parámetro (µg/m²-semana o ng/m²-semana en el caso del mercurio). Posteriormente se realiza el cálculo anual dividiendo el sumatorio de todos los depósitos semanales entre el volumen de lluvia anual.

Los datos de plomo, níquel, zinc y cobre de la estación en precipitación de la estación de Niembro en el año 2022 se han visto influenciados por una pieza metálica del equipo que interfería en las medidas, por lo que se ha procedido a su anulación.

Tabla 10. Metales pesados en depósito húmedo semanal. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	Pb	Cd	As	Ni	Cr	Cu	Zn	Hg (ng/l)
	(µg/l)							
Niembro	-	0,13	0,11	-	0,97	-	-	11,17
Campisábalos	2,55	0,23	0,08	0,74	0,58	8,09	35,20	-

DEPÓSITO MEDIO SEMANAL DE METALES PESADOS 2022

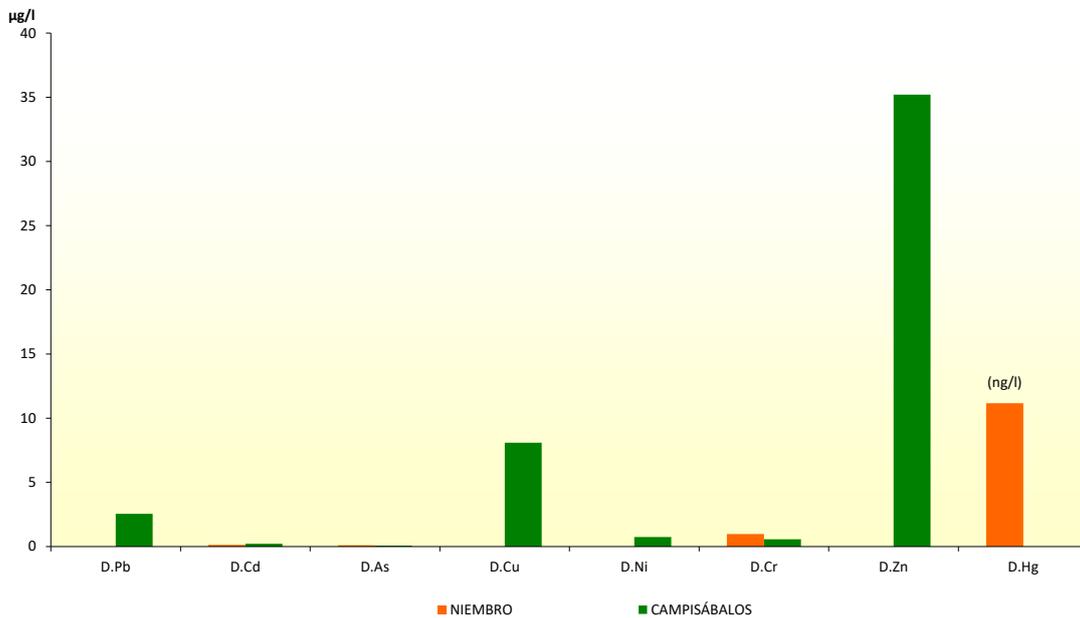


Figura 15. Depósito húmedo semanal de metales pesados durante 2022

Además según establece el Real Decreto 102/2011 se realizan campañas de **metales en depósito total** en cinco estaciones de la red, en captaciones de un mes de duración en las estaciones de San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Zarra y Els Torms, durante 4 meses no consecutivos, para eliminar la influencia de la estacionalidad.

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. El muestreo se ha realizado en meses repartidos en el año para procurar eliminar la componente estacional y que los datos se distribuyan homogéneamente a lo largo del año.

En la Tabla 11 se muestran los datos de depósito total de metales y se observa que son bastante diferentes entre unos metales y otros y entre las estaciones.

Tabla 11. Depósito total de metales pesados. Año 2022

CONTAMINANTES ESTACIÓN	Pb	Cd	Cr	As	Ni	Cu	Zn	Hg (ng/m ² -día)
	(µg/m ² -día)							
San Pablo de los Montes	0,46	0,023	0,19	0,19	0,83	6,4	64	4,85
Víznar	0,52	0,018	0,54	0,14	0,8	3,7	6,3	6,04
Niembro	0,28	0,09	0,41	13	0,98	3,3	39	7,32
Zarra	0,65	0,026	0,56	0,2	0,87	18	15	21,43
Els Torms	0,4	0,014	0,34	0,26	0,64	6	4,4	6,79

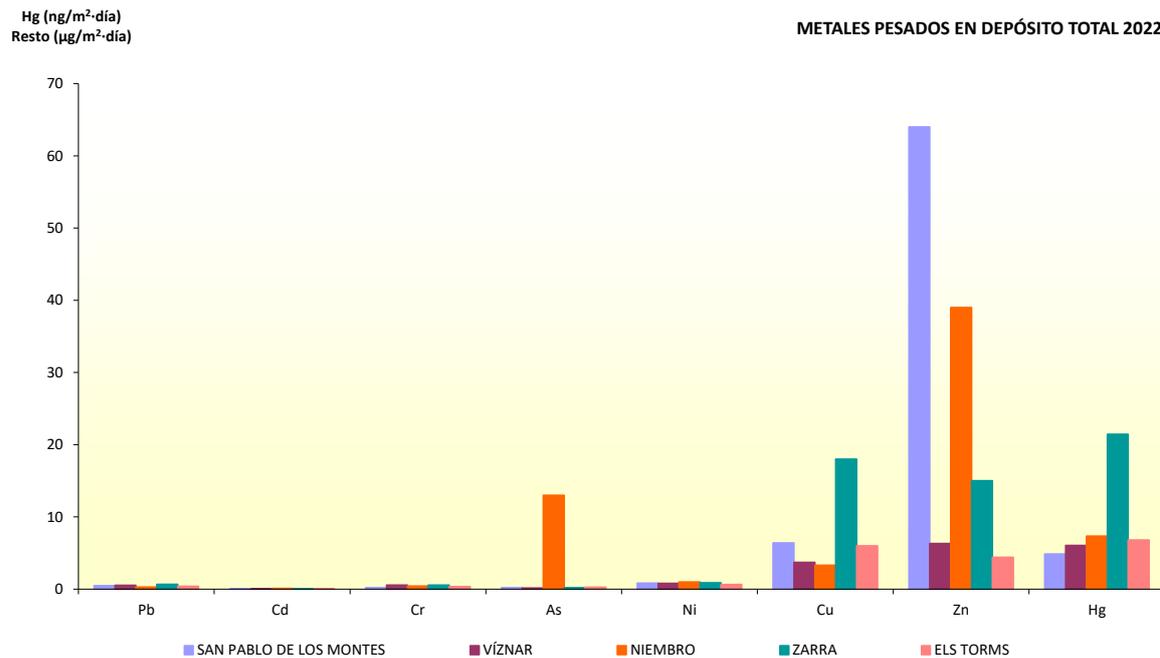


Figura 16. Datos de metales pesados en depósito total en 2022

Respecto al **mercurio gaseoso total**, sólo se realizan mediciones en continuo en la estación de Niembro ya que es un contaminante importante para el programa CAMP. En el año 2022 sólo se tienen datos de los 3 primeros meses y el valor medio ha sido 0,22 ng/m³.

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.

Los **hidrocarburos aromáticos policíclicos** se miden a partir de los filtros de **PM10** a través de muestras compuestas tomando 10 muestras diarias no consecutivas y agregando esas mediciones para realizar el análisis conjuntamente en San Pablo de los Montes, Víznar, Niembro, Zarra y Els Torms.

Para medir el **depósito total de HAP** se utiliza el mismo método de muestreo que el visto en el apartado sobre metales pesados en el apartado 4.6.

Los datos de hidrocarburos aromáticos policíclicos en PM10 (ng/m³) en 2022 son los que se muestran en la Tabla 12 y la Figura 17:



Tabla 12. Hidrocarburos aromáticos policíclicos en PM10. Año 2022

CONTAMINANTES	ESTACIÓN				
	San Pablo de los Montes	Víznar	Niembro	Zarra	Els Torms
Acenaftileno	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fluoreno	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Fenantreno	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Antraceno	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Fluoranteno	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07
Pireno	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07
Benzo-a-Antraceno	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Criseno	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05
Benzo-b-Fluoranteno	0,06	0,08	0,06	0,06	0,08
Benzo-j-Fluoranteno	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04
Benzo-k-Fluoranteno	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
Benzo(a)Pireno	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
Benzo-g,h,i-Perileno	0,05	0,07	0,05	0,05	0,06
Indeno-(1,2,3-cd)Pireno	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
Dibenzo-a,h-Antraceno	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Perileno	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

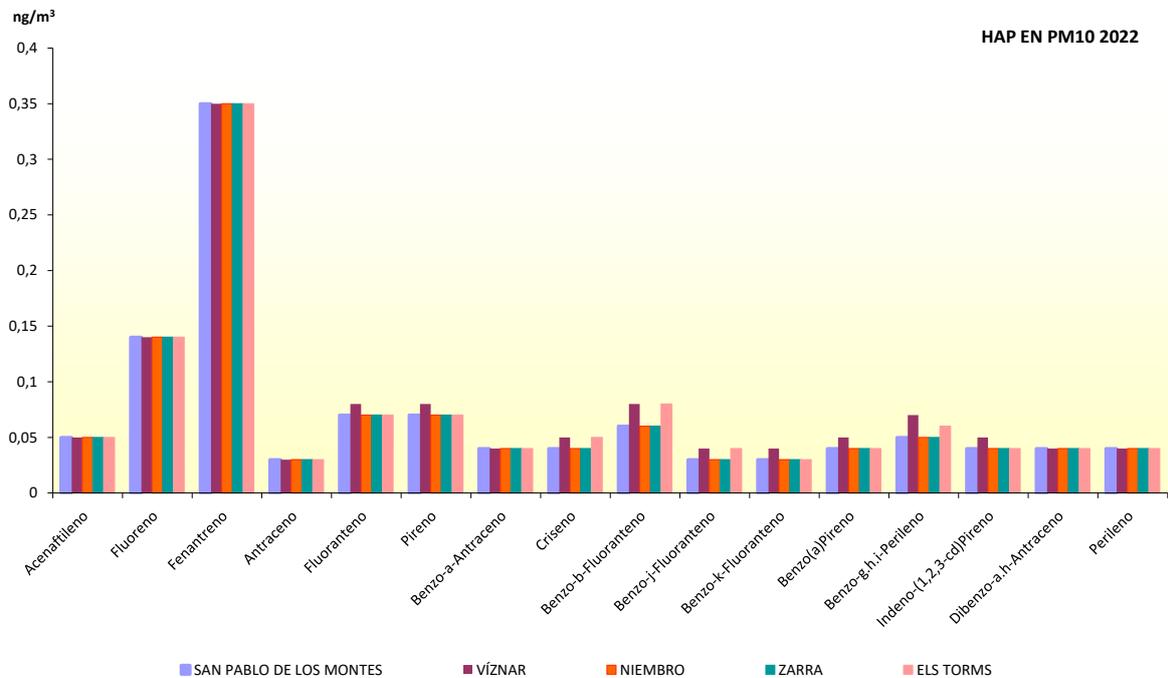


Figura 17. Datos de HAP en PM10 en el año 2022



Los datos de **depósito total de hidrocarburos aromáticos policíclicos** ($\text{ng}/\text{m}^2\text{-día}$) en 2022 se muestran en la Tabla 13 y en la Figura 19.

Tabla 13. Depósito total de hidrocarburos aromáticos policíclicos. Año 2022

ESTACIÓN CONTAMINANTES	ESTACIÓN				
	San Pablo de los Montes	Víznar	Niembro	Zarra	Els Torms
Acenaftileno	0,63	0,88	0,79	0,63	0,63
Fluoreno	1,89	1,89	2,39	1,89	1,89
Fenantreno	4,64	9,13	7,62	13,33	7,78
Antraceno	0,68	1,03	1,17	1,14	0,72
Fluoranteno	0,84	3,14	2,24	1,53	1,15
Pireno	0,90	2,86	1,61	1,34	0,90
Benzo-a-Antraceno	0,44	0,44	0,82	0,44	0,44
Criseno	0,46	0,46	1,20	0,67	0,46
Benzo-b-Fluoranteno	0,79	2,10	1,35	1,05	0,79
Benzo-j-fluoranteno	0,65	1,45	1,21	0,41	0,98
Benzo-k-Fluoranteno	0,60	1,52	1,55	0,95	0,69
Benzo-(k+j)Fluoranteno	0,81	4,07	0,81	0,81	0,81
Benzo-a-Pireno	0,47	0,77	1,22	0,47	0,47
Benzo-g.h.i-Perileno	0,57	2,24	1,36	0,85	0,57
Indeno-1.2.3-c.d-Pireno	0,44	1,82	1,31	0,68	0,44
Dibenzo-a.h-Antraceno	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Perileno	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44

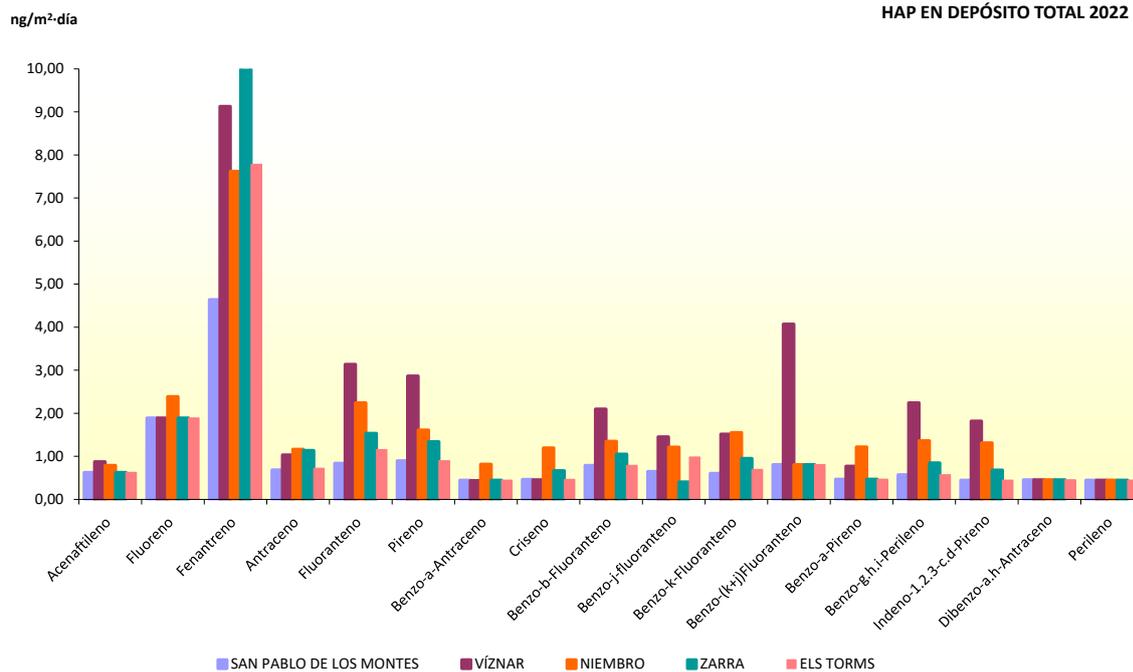


Figura 18. Datos de HAP en depósito total en el año 2022

Tanto en el caso de los hidrocarburos aromáticos policíclicos en PM10 como en depósito total, se aprecia que los datos son muy bajos, en ocasiones se registra un 0, es decir, que no existe ese contaminante en esa estación.

4.8. Amoníaco (NH₃)

Se miden los niveles de NH₃ (gas) mediante tubos pasivos en muestras semanales (con la excepción de la estación de Víznar que se realizan los muestreos de forma quincenal) en cinco puntos de la red para dar una cobertura espacial completa en toda la península.

Tabla 14. Datos semanales de NH₃. Año 2022

ESTACIÓN \ PERIODO	San Pablo de los Montes	Víznar	Niembro	Campisábalos	Els Torms
	(µg/m ³)				
ANUAL	1,87	1,24	1,04	0,91	4,10

Como para otros contaminantes nitrogenados que se han visto anteriormente, se detecta un valor de NH₃ para la estación de Els Torms superior que para el resto de estaciones y que se puede asociar a la actividad ganadera de la región, sin que pueda considerarse como una fuente de contaminación considerable que alterare su consideración como estación de fondo.

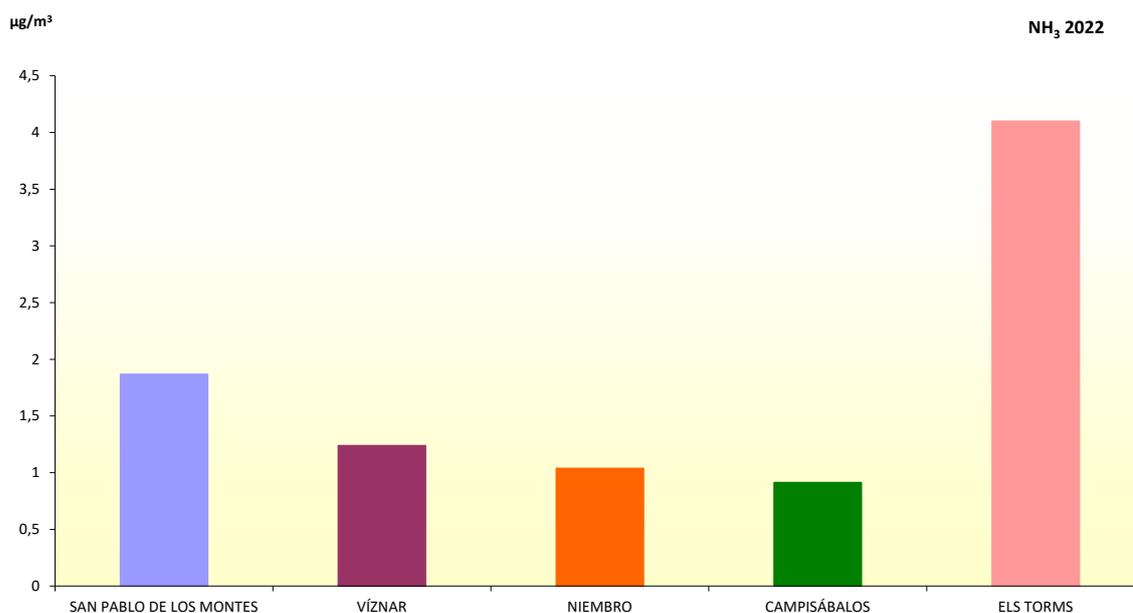


Figura 19. Datos de amoniaco en el año 2022

4.9. Compuestos orgánicos volátiles (COV) y compuestos carbonílicos (CC)

Los compuestos orgánicos volátiles y compuestos carbonílicos sólo se miden en San Pablo de los Montes.

Los compuestos orgánicos volátiles son compuestos carbonados cuyo origen puede ser tanto antropogénico como biogénico (emitido por la vegetación). Resultan de especial importancia al ser altamente reactivos y al interactuar con los óxidos de nitrógeno emitidos en ciudades y transportados a zonas rurales en la formación de oxidantes fotoquímicos (principalmente ozono troposférico) favorecidas por la presencia de luz solar. Esto es especialmente importante en las zonas donde se ubican las estaciones de la Red EMEP/VAG/CAMP.

Debido a la diversidad de especies vegetales en las zonas de las estaciones EMEP, resulta compleja la caracterización, la composición y la cantidad de COV y compuestos oxigenados (aldehídos y cetonas) de origen biogénico.

A continuación se muestran los datos de compuestos orgánicos volátiles y de compuestos carbonílicos en 2022 en forma de tablas y gráficas.

Las especies de COV que presentan mayores concentraciones son el i-butano, tolueno y el propano.

En el caso de los compuestos carbonílicos, la mayor concentración corresponde a acetona+acroleína. Estas dos especies se dan conjuntamente porque no hay forma de distinguirlas en el análisis de laboratorio.



Tabla 15. Datos de compuestos orgánicos volátiles. Año 2022

ESTACIÓN CONTAMINANTES	SAN PABLO DE LOS MONTES (nmol/mol)
Etano	1,10
Eteno	0,11
Acetileno	0,09
Propano	10
Propeno	5,70
i-Butano	25
n-Butano	6
1-Buteno	0,10
Cis-2 Buteno	0,19
Trans-2 Buteno	0,06
Butadieno	1
i-Pentano	1,50
n-Pentano	0,88
1-Penteno	0,29
Trans-2 Penteno	0,08
n-Hexano	1,60
n-Heptano	4,30
n-Octano	0,91
Benceno	1,20
Tolueno	10
Isopreno	1,80

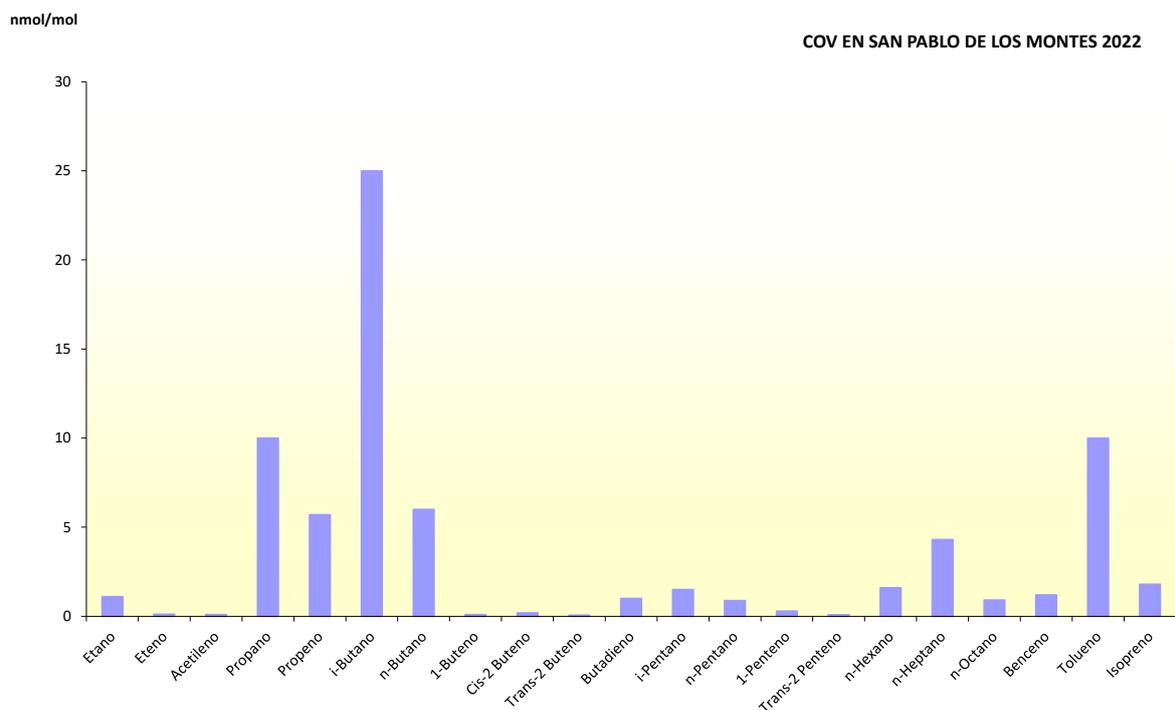


Figura 20. Datos de compuestos orgánicos volátiles en el año 2022

Tabla 16. Datos de compuestos carbonílicos. Año 2022

ESTACIÓN	SAN PABLO DE LOS MONTES (ng/l)
CONTAMINANTES	
Formaldehído	1,4
2-Butanona	0,42
Acetaldehído	0,77
Acetona+Acroleína	12
Benzaldehído	0,43
Crotonaldehído	0,11
Hexanal	0,28
Pentanal	0,42
Propanal	0,24
4-metil-benzaldehído	0,16
Metacroleína + Butanal	0,57

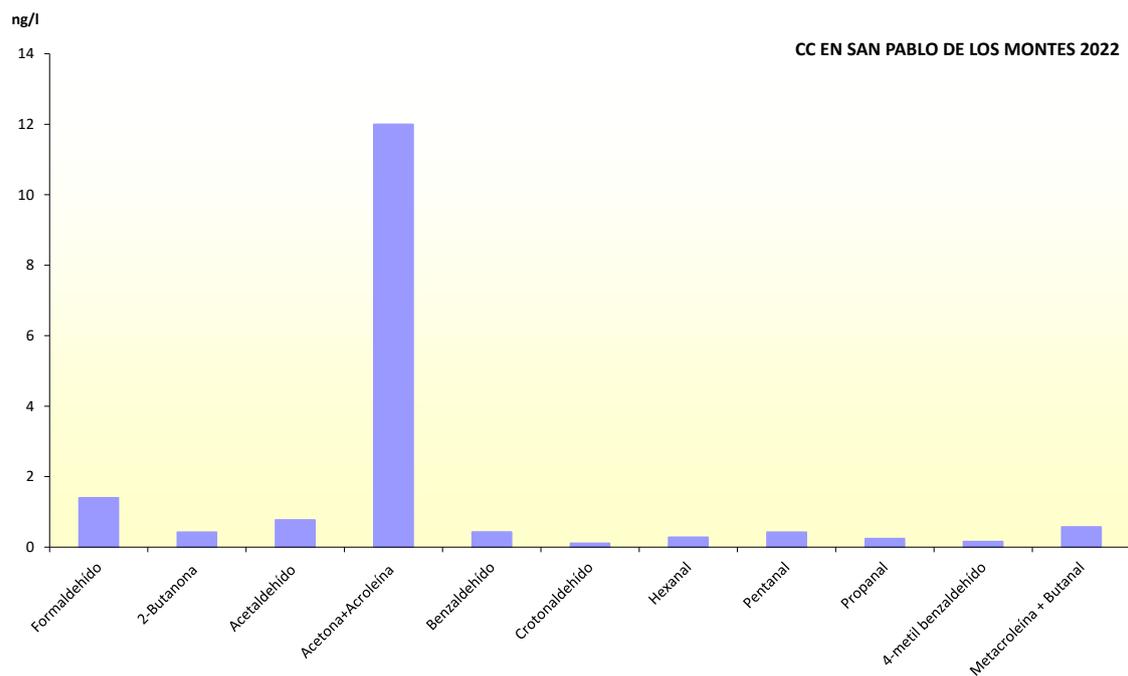


Figura 21. Datos de compuestos carbonílicos en el año 2022

5. Trabajos citados

Becerril-Valle, M., Coz, E., Prévôt, A., Mocnik, G., Pandis, S., Sánchez de la Campa, A., . . . Artiñano, B. (2017). Characterization of atmospheric black carbon and co-pollutants in. *Atmospheric Environment*, 36-53.



6. Índice de tablas y figuras

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de la Red EMEP/VAG/CAMP	2
Tabla 2. Contaminantes gaseosos. Año 2022	7
Tabla 3. Aerosoles y gases y aerosoles. Año 2022	11
Tabla 4. Especiación de partículas PM10. Año 2022	13
Tabla 5. Especiación de partículas PM2,5. Año 2022	14
Tabla 6. Valores de carbono elemental, carbono orgánico y media anual del ratio diario entre ambos. Año 2022	15
Tabla 7. Datos de pH y conductividad diario. Año 2022	16
Tabla 8. Depósito húmedo diario, iones en precipitación diaria. Año 2022	17
Tabla 9. Metales pesados en PM10. Año 2022	18
Tabla 10. Metales pesados en depósito húmedo semanal. Año 2022	19
Tabla 11. Depósito total de metales pesados. Año 2022	20
Tabla 12. Hidrocarburos aromáticos policíclicos en PM10. Año 2022	22
Tabla 13. Depósito total de hidrocarburos aromáticos policíclicos. Año 2022	23
Tabla 14. Datos semanales de NH3. Año 2022	24
Tabla 15. Datos de compuestos orgánicos volátiles. Año 2022	26
Tabla 16. Datos de compuestos carbonílicos. Año 2022	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de las estaciones de la red EMEP/VAG/CAMP	3
Figura 2. Programa de mediciones por estación	6
Figura 3. Datos de SO ₂ , NO ₂ y NO _x en el año 2022	8
Figura 4. Media anual de O ₃ en 2022, número de superaciones del máximo diario móvil octohorario (120 µg/m ³) en el periodo 2020-2022	9
Figura 5. AOT40 (media de 5 años) en todas las estaciones de la red 2018-2022	9
Figura 6. AOT40 anual en todas las estaciones de la red (2013 – 2022)	10
Figura 7. Datos medios anuales de partículas en 2022	12
Figura 8. Datos medios anuales de aerosoles y gases + aerosoles en 2022	12
Figura 9. Datos medios anuales de especiación de PM10 en 2022	13
Figura 10. Datos medios anuales de especiación de PM2,5 en 2022	14
Figura 11. Datos medios anuales de carbono en PM10 y PM2,5 en 2022	15
Figura 12. Media anual (ponderada con la precipitación) de pH y de conductividad en el año 2022	17
Figura 13. Datos de media anual del depósito diario en 2022	18
Figura 14. Metales pesados en PM10 en la red EMEP/VAG/CAMP en el año 2022	19
Figura 15. Depósito húmedo semanal de metales pesados durante 2022	20
Figura 16. Datos de metales pesados en depósito total en 2022	21
Figura 17. Datos de HAP en PM10 en el año 2022	22
Figura 18. Datos de HAP en depósito total en el año 2022	24
Figura 19. Datos de amoníaco en el año 2022	25
Figura 20. Datos de compuestos orgánicos volátiles en el año 2022	26
Figura 21. Datos de compuestos carbonílicos en el año 2022	27