

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA
DE METALES PESADOS E
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS
POLICÍCLICOS EN LA ESTACIÓN
DE MONZÓN DE LA RED DE
CALIDAD DEL AIRE DEL
GOBIERNO DE ARAGÓN**

**INFORME CAMPAÑA 2024
J. AGUIRRE S.L.**

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE METALES
PESADOS E HIDROCARBUROS AROMÁTICOS
POLICÍCLICOS EN LA ESTACIÓN DE MONZÓN DE LA
RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL GOBIERNO DE
ARAGÓN**

2024

Zaragoza, 10 de febrero de 2025

INDICE

1.	Objeto	1
2.	Presentación Campaña	1
3.	Descripción de Contaminantes	2
4.	Legislación Aplicable	3
4.1.	Valores Objetivo	3
4.2.	Valor Límite	4
4.3.	Umbrales Superior e inferior	4
4.4.	Normativa de Referencia	6
5.	Metodología de la Campaña	7
6.	Equipos	8
7.	Ubicación	9
8.	Evaluación de los datos	10
9.	Resultados	11
9.1.	Resultados Metales Pesados	11
9.2.	Resultados de Metales con Incertidumbres de Medida	16
9.3.	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	19
9.4.	Resultados de BaP con Incertidumbres de Medida	23
10.	Conclusiones	26

1. Objeto

El presente informe describe los resultados de la medición indicativa de concentraciones en aire ambiente de metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos en la estación de calidad de aire de Monzón, realizadas en el año 2024.

Los metales analizados en este estudio corresponden a: Plomo, Cadmio, Níquel y Arsénico (Pb, Cd, Ni, As). Por su parte, el hidrocarburo aromático policíclico, analizado en este estudio, corresponde a Benzo(a)pireno (BaP).

Los trabajos se desarrollan por la empresa J. Aguirre, S.L, de acuerdo con el contrato de mantenimiento de la Red de Calidad de Aire del Gobierno de Aragón, con expediente N° 1404-4422-2019/13.

2. Presentación Campaña

La selección de la ubicación se realiza teniendo en cuenta los criterios expresados en las normativas actuales y en particular, las descritas en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, el Real Decreto 39/2017 y el Real Decreto 34/2023, relativo a la mejora de la calidad del aire.

La determinación de Metales y Benzo(a)pireno se realiza en laboratorio acreditado por la Norma UNE EN ISO/IEC 17025:2015. El Laboratorio seleccionado fue Eurofins- Iproma, S.L.U, Laboratorio de análisis medioambiental, con número de acreditación 103/LE268, LE637 y LE1693

La determinación de metales por laboratorio, se realiza según Norma UNE-EN 14902:2006, método normalizado para la medida de Pb, Cd, As y Ni en la fracción PM₁₀ de la materia particulada en suspensión. Por su parte, el método de referencia para la medición del Benzo(a)pireno en el aire ambiente es el que se describe en la Norma UNE-EN 15549:2008, método normalizado para la medición de la concentración de Benzo(a)pireno en el aire ambiente.

3. Descripción de Contaminantes

El término “metales pesados” hace referencia a una propiedad física de los metales, denominándose así a aquellos elementos con una densidad entre 4 g/cm³ hasta 7 g/cm³. La peligrosidad de los metales pesados reside en que no pueden ser degradados ni química, ni biológicamente y tienden a bioacumularse y a biomagnificarse, provocando efectos tóxicos de muy diverso carácter. En el ser humano se han detectado efectos físicos (dolores crónicos, problemas sanguíneos, etc) y efectos psíquicos (ansiedad, pasividad, etc).¹

Por su parte, los hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAPs) representan un gran conjunto de compuestos que surgen como productos secundarios durante los procesos de combustión. Los HAPs se originan principalmente como consecuencia de las actividades agropecuarias (sobre todo por combustión de compuestos orgánicos, como ocurre durante la quema de rastrojos). La segunda contribución en importancia se corresponde con los procesos industriales con combustión, tanto de combustibles fósiles como no fósiles (acerías, altos hornos, valorización de residuos), con una tendencia mantenida a lo largo de los últimos años.

El Benzo(a)pireno (BaP), pertenece al grupo de los hidrocarburos aromáticos policíclicos nocivos para la salud humana por su efecto bioacumulativo y cancerígeno. Además de su elevada potencialidad para inducir tumores (sobre todo, de pulmón) también resultan irritantes para las vías aéreas y para los ojos; y son tóxicos para los organismos dependientes del medio acuático (incluidas las aves asociadas a dicho medio), por acumulación, sobre todo en invertebrados.²

¹ [Metales pesados \(miteco.gob.es\)](http://miteco.gob.es)

² [Benzo\(a\)pireno \(miteco.gob.es\)](http://miteco.gob.es)

4. Legislación Aplicable

4.1. Valores Objetivo

La Directiva 2008/50/CE ha sido traspuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. En enero de 2023 se aprobó el Real Decreto 34/2023, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, para incorporar lo dispuesto en el Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación. En él se disponen los valores objetivo para el Arsénico, Cadmio, Níquel y Benzo(a)pireno en condiciones ambientales.

A continuación, se describen los valores objetivo de arsénico, cadmio, níquel y Benzo(a)pireno, descritos en el Real Decreto 34/2023:

Tabla 1. Valores objetivo para Arsénico, Cadmio, Níquel y Benzo(a)pireno en condiciones ambientales

Contaminante	Valor Objetivo
Arsénico (As)	6 ng/m ³
Cadmio (Cd)	5 ng/m ³
Níquel (Ni)	20 ng/m ³
Benzo(a)pireno (BaP)	1 ng/m ³

Fuente: Real Decreto 34/2023

El valor objetivo es referente a la fracción PM₁₀ como promedio durante un año natural.

4.2. Valor Límite

El Real Decreto 34/2023, en el Anexo I de los Objetivos de calidad del aire para los distintos contaminantes, establece un valor límite (VL) de Plomo en condiciones ambientales para la protección de la salud.³

Tabla 2. Valor límite del Plomo en condiciones ambientales para la protección de la salud.

Plomo	Período de promedio	Valor Límite
Valor límite anual	1 año civil	0,5 µg/m ³

Fuente: Real Decreto 34/2023

4.3. Umbrales Superior e inferior

El Real Decreto 102/2011, en el Anexo II, incluyen los umbrales superior e inferior de evaluación, cuya superación se debe determinar sobre la base de las concentraciones registradas durante los cinco años anteriores si se dispone de datos. Se considera que se ha superado un umbral de evaluación cuando, en el transcurso de esos cinco años, se haya superado el valor numérico del umbral durante al menos tres años distintos.

A continuación, se describen los umbrales de evaluación para Plomo, Cadmio, Níquel, Arsénico y Benzopireno, descritos en el Real Decreto 102/2011, anexo II:

Tabla 3. Umbrales de Evaluación de Plomo

Plomo	Media Anual
Umbral superior de evaluación	70% del valor límite (0,35 µg/m ³)
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (0,25 µg/m ³)

Fuente: Real Decreto 102/2011, anexo II

³ Real Decreto 34/2023, de 24 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Tabla 4. Umbrales de Evaluación de Arsénico

Arsénico	Media Anual
Umbral superior de evaluación	60% del valor objetivo (3,6 ng/m ³)
Umbral inferior de evaluación	40% del valor objetivo (2,4 ng/m ³)

Fuente: Real Decreto 102/2011, anexo II

Tabla 5. Umbrales de Evaluación de Cadmio

Cadmio	Media Anual
Umbral superior de evaluación	60% del valor objetivo (3 ng/m ³)
Umbral inferior de evaluación	40% del valor objetivo (2 ng/m ³)

Fuente: Real Decreto 102/2011, anexo II

Tabla 6. Umbrales de Evaluación de Níquel

Níquel	Media Anual
Umbral superior de evaluación	70% del valor objetivo (14 ng/m ³)
Umbral inferior de evaluación	50% del valor objetivo (10 ng/m ³)

Fuente: Real Decreto 102/2011, anexo II

Tabla 7. Umbrales de Evaluación de Benzo(a)pireno

Benzo(a)pireno	Media Anual
Umbral superior de evaluación	60% del valor objetivo (0,6 ng/m ³)
Umbral inferior de evaluación	40% del valor objetivo (0,4 ng/m ³)

Fuente: Real Decreto 102/2011, anexo II

4.4. Normativa de Referencia

El Real Decreto 39/2017 del 27 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, especifica como métodos de referencia:

Método de referencia para la toma de muestras y análisis de Arsénico, Cadmio y Níquel en el aire ambiente.

El método de referencia para la toma de muestras de material particulado PM₁₀ se describe en la Norma UNE-EN 12341:2015 y su modificación UNE-EN 12341:2024. El método de referencia para la medición de Plomo, Arsénico, Cadmio y Níquel en el aire ambiente es el que se describe en la Norma UNE-EN 14902:2006 "Calidad del aire ambiente. Método normalizado para la medida de Pb, Cd, As y Ni en la fracción PM₁₀ de la materia particulada en suspensión".

Método de referencia para la toma de muestras y análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.

El método de referencia para la toma de muestras de material particulado PM₁₀ se describe en la Norma UNE-EN 12341:2015 y su modificación UNE-EN 12341:2024. El método de referencia para la medición del Benzo(a)pireno en el aire ambiente es el que se describe en la Norma UNE-EN 15549:2008 "Calidad del aire. Método normalizado para la medición de la concentración de Benzo(a)pireno en el aire ambiente".

5. Metodología de la Campaña

La realización de la campaña de Metales pesados (Pb, Cd, As, Ni) e Hidrocarburos aromáticos policíclicos (BaP), se realiza teniendo en cuenta los criterios establecidos en el Real Decreto 102/2011, el Real Decreto 39/2017 y el Real Decreto 34/2023.

Los datos de la campaña, descritos en el presente informe, corresponden a una medición indicativa en el año 2024, con una cobertura temporal mínima del 14%. Para ello, se diseña un calendario uniformemente distribuido a lo largo de los días de la semana para todo el año, con un total de 54 días de muestreo para metales y 57 días de muestreo para Benzo(a)pireno.

Los días de muestreo, se distribuyen de tal manera, que los datos sean representativos de las diversas condiciones estacionales.

Los filtros son suministrados por J. Aguirre, S.L. al Laboratorio de Medio Ambiente de la Diputación Provincial de Teruel, encargado por la Red de Calidad de Aire del Gobierno de Aragón, para la determinación gravimétrica de PM₁₀.

La campaña se divide en dos partes:

- muestreo en campo
- análisis de las concentraciones en laboratorio acreditado

Durante el muestreo se captan partículas en filtros de inmisión de fibra de cuarzo de 47 mm por medio de un captador de referencia, según lo descrito en la Norma UNE-EN 12341:2015 y su modificación UNE-EN 12341:2024. El tiempo de muestreo de cada filtro es de 24h.

La explotación del captador gravimétrico se realiza dentro de los trabajos de mantenimiento-explotación que J. Aguirre, S.L. realiza en la Red de Calidad del Aire del Gobierno de Aragón.

Los filtros muestreados se conservan en condiciones adecuadas hasta su traslado al laboratorio de Medio Ambiente de la Diputación Provincial de Teruel.

Una vez realizada la determinación gravimétrica de PM₁₀ por el laboratorio; J. Aguirre S.L. se encarga del traslado y entrega de los filtros muestreados al laboratorio Eurofins- Iproma, S.L.U, para la correspondiente determinación acreditada de contaminantes.

Los métodos de análisis empleados en el Laboratorio Eurofins- Iproma, S.L.U, corresponden a la Norma UNE-EN 14902:2006 que describe el método normalizado para la medida de Arsénico, Cadmio, Níquel y Plomo en aire ambiente en la fracción PM₁₀ de la materia particulada en suspensión y norma UNE-EN 15549:2008 de calidad de aire que describe el método normalizado para la medición de la concentración de Benzo(a)pireno en aire ambiente.

6. Equipos

Para la medición se ha empleado el Captador Derenda PNS-18T-DM, con cabezal de PM₁₀, código DGA-PARC/013 y número de serie: 10553.

El captador PNS 18T-DM combina un muestreador de bajo volumen y un cambiador de filtros en un único módulo de acero inoxidable. Recoge partículas finas en los filtros de muestreo según UNE-EN 12341: 2015 y su modificación UNE-EN 12341:2024.

Para este propósito, una bomba de vacío aspira aire ambiente, y el cabezal discrimina las partículas finas en el aire. El aire que contiene la fracción particulada fina deseada pasa a través del filtro, donde las partículas se depositan para su posterior pesada y/o análisis. El caudal se mide con una precisión de $\leq 2\%$.



Fotografía 1. Captador Gravimétrico Derenda PNS-18T-DM

Fuente: Propia

7. Ubicación

El presente estudio se realiza en la estación de calidad del aire del Gobierno de Aragón, ubicada en Monzón.

Ubicación: Parque Mariano Pano. Calle Castilla, 11, 22400 Monzón, Huesca

Coordenadas GMS: N:41.916138 W: 0.191101

Tipo Estación: Fondo Urbana



Fotografía 2. Ubicación Estación de Monzón

Fuente: Propia



Figura 1. Georreferenciación estación Monzón
Fuente: Propia

8. Evaluación de los datos

La evaluación de los datos se realiza teniendo en cuenta:

- Cálculo de concentraciones en aire ambiente de Pb, Cd, As y Ni, descrito en la Norma UNE- EN 14902:2006.
- Cálculo de concentración en aire ambiente de Benzo(a)pireno, descrito en la Norma UNE- EN 15549:2008.

9. Resultados

9.1. Resultados Metales Pesados

Tabla 8. Resultados Metales Pesados en la Fracción de PM₁₀

Datos Muestra				Datos en la Fracción Particulada PM ₁₀			
Identificación	Fecha	Volumen	PM ₁₀	Plomo	Cadmio	Níquel	Arsénico
		(m ³)	(µg/m ³)				
MPA/24-0067-MET	11/01/2024	55,00	9	0,23	0,006	0,10	0,028
MPA/24-0075-MET	19/01/2024	55,00	9	0,15	0,007	0,10	0,028
MPA/24-0309-MET	27/01/2024	55,00	27	0,36	0,015	0,10	0,043
MPA/24-0543-MET	04/02/2024	55,00	19	1,10	0,070	0,10	0,047
MPA/24-0547-MET	08/02/2024	55,00	30	0,19	0,006	0,10	0,037
MPA/24-0551-MET	12/02/2024	55,01	12	0,20	0,019	0,10	0,028
MPA/24-0555-MET	16/02/2024	55,00	5	0,15	0,005	0,10	0,031
MPA/24-0789-MET	24/02/2024	55,00	5	0,06	0,005	0,10	0,028
MPA/24-1076-MET	08/03/2024	55,00	5	0,06	0,005	0,10	0,028
MPA/24-1315-MET	16/03/2024	55,00	15	0,11	0,006	0,10	0,028
MPA/24-1323-MET	24/03/2024	55,00	16	0,17	0,008	0,10	0,028
MPA/24-1566-MET	01/04/2024	55,00	4	0,07	0,005	0,10	0,028
MPA/24-1569-MET	04/04/2024	55,00	11	0,08	0,005	0,10	0,028
MPA/24-1577-MET	12/04/2024	55,01	21	0,11	0,005	0,10	0,028
MPA/24-1824-MET	20/04/2024	55,01	20	0,07	0,005	0,10	0,028
MPA/24-2057-MET	28/04/2024	55,01	7	0,050	0,005	0,10	0,028
MPA/24-2060 -MET	01/05/2024	55,00	7	0,05	0,005	0,10	0,028
MPA/24-2068 -MET	09/05/2024	55,00	14	0,07	0,005	0,10	0,028

Datos Muestra				Datos en la Fracción Particulada PM ₁₀			
Identificación	Fecha	Volumen	PM ₁₀	Plomo	Cadmio	Níquel	Arsénico
		(m ³)	(µg/m ³)				
MPA/24-2291 - MET	17/05/2024	55,00	10	0,06	0,005	0,13	0,028
MPA/24-2296 - MET	22/05/2024	55,01	14	0,08	0,007	0,10	0,028
MPA/24-2528 - MET	25/05/2024	55,01	14	0,06	0,005	0,10	0,028
MPA/24-2533 - MET	30/05/2024	55,01	28	0,21	0,010	0,10	0,028
MPA/24-2536 - MET	02/06/2024	55,01	13	0,09	0,008	0,10	0,028
MPA/24-2540 - MET	06/06/2024	55,00	31	0,08	0,005	0,10	0,028
MPA/24-2782 - MET	14/06/2024	55,01	18	0,06	0,005	0,10	0,028
MPA/24-2787- MET	19/06/2024	55,00	31	0,10	0,012	0,10	0,037
MPA/24-3019- MET	22/06/2024	55,01	10	0,13	0,018	0,10	0,028
MPA/24-3024- MET	27/06/2024	55,00	23	0,07	0,012	0,10	0,034
MPA/24-3027- MET	30/06/2024	55,01	11	0,06	0,014	0,10	0,028
MPA/24-3030- MET	03/07/2024	55,01	22	0,07	0,006	0,10	0,028
MPA/24-3513- MET	27/07/2024	55,00	22	0,07	0,005	0,10	0,028
MPA/24-3752- MET	08/08/2024	55,00	23	0,07	0,005	0,10	0,041
MPA/24-3760- MET	16/08/2024	55,00	16	0,13	0,008	0,10	0,028
MPA/24-3998- MET	24/08/2024	55,01	27	0,09	0,005	0,10	0,028
MPA/24-4235- MET	01/09/2024	55,01	19	0,08	0,005	0,10	0,028
MPA/24-4239- MET	05/09/2024	55,00	11	0,050	0,005	0,10	0,028
MPA/24-4247- MET	13/09/2024	55,01	18	0,21	0,020	0,10	0,028
MPA/24-4485- MET	21/09/2024	55,01	13	0,09	0,005	0,10	0,028

Datos Muestra				Datos en la Fracción Particulada PM ₁₀			
Identificación	Fecha	Volumen	PM ₁₀	Plomo	Cadmio	Níquel	Arsénico
		(m ³)	(µg/m ³)				
MPA/24-4726-MET	03/10/2024	55,01	10	0,08	0,007	0,100	0,028
MPA-24-5008-MET	23/10/2024	55,01	13	0,03	0,005	0,1	0,030
MPA/24-5242-MET	27/10/2024	55,01	9	0,24	0,014	0,10	0,028
MPA-24-5246-MET	31/10/2024	55,01	20	0,08	0,005	0,10	0,028
MPA-24-5253-MET	07/11/2024	55,01	12	0,07	0,005	0,10	0,028
MPA-24-5391-MET	15/11/2024	55,00	27	0,11	0,005	0,10	0,060
MPA/24-5644-MET	23/11/2024	55,00	13	0,19	0,017	0,10	0,028
MPA/24-5648-MET	27/11/2024	55,01	15	0,110	0,005	0,10	0,038
MPA/24-5652-MET	01/12/2024	55,00	9	0,1	0,005	0,10	0,028
MPA/24-5656-MET	05/12/2024	55,01	19	0,05	0,005	0,10	0,028
MPA/24-5895-MET	13/12/2024	55,00	15	0,07	0,005	0,10	0,028
MPA/24-5900-MET	18/12/2024	55,01	43	0,44	0,013	0,10	0,046
MPA/24-6133-MET	21/12/2024	55,01	16	0,06	0,005	0,10	0,028
MPA/24-6135-MET	23/12/2024	55,00	11	<0,05	0,005	0,10	0,028
MPA/24-6137-MET	25/12/2024	55,01	11	0,06	0,007	0,10	0,028
MPA/24-6141-MET	29/12/2024	55,00	24	0,5	0,028	0,10	0,043

Fuente: Propia

Tabla 9. Resultados Concentraciones Metales Pesados

Identificación	Concentraciones en Aire Ambiente			
	Níquel	Cadmio	Arsénico	Plomo
	(ng/m ³)			(µg/m ³)
MPA/24-0067-MET	1,818	0,109	0,509	0,004
MPA/24-0075-MET	1,818	0,127	0,509	0,003
MPA/24-0309-MET	1,818	0,273	0,782	0,007
MPA/24-0543-MET	1,818	1,273	0,855	0,020
MPA/24-0547-MET	1,818	0,109	0,673	0,003
MPA/24-0551-MET	1,818	0,336	0,509	0,004
MPA/24-0555-MET	1,818	0,091	0,564	0,003
MPA/24-0789-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-1076-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-1315-MET	1,818	0,109	0,509	0,002
MPA/24-1323-MET	1,818	0,145	0,509	0,003
MPA/24-1566-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-1569-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-1577-MET	1,818	0,091	0,509	0,002
MPA/24-1824-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-2057-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-2060 -MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-2068 -MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-2291 -MET	2,363	0,091	0,509	0,001
MPA/24-2296 -MET	1,818	0,127	0,509	0,001
MPA/24-2528 -MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-2533 -MET	1,818	0,182	0,509	0,004
MPA/24-2536 -MET	1,818	0,145	0,509	0,002
MPA/24-2540 -MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-2782 -MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-2787-MET	1,818	0,218	0,673	0,002
MPA/24-3019-MET	1,818	0,327	0,509	0,002
MPA/24-3024-MET	1,818	0,218	0,618	0,001
MPA/24-3027-MET	1,818	0,254	0,509	0,001
MPA/24-3030-MET	1,818	0,109	0,509	0,001
MPA/24-3513-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-3752-MET	1,818	0,091	0,745	0,001
MPA/24-3760-MET	1,818	0,145	0,509	0,002
MPA/24-3998-MET	1,818	0,091	0,509	0,002
MPA/24-4235-MET	1,818	0,091	0,509	0,001

Identificación	Concentraciones en Aire Ambiente			
	Níquel	Cadmio	Arsénico	Plomo
	(ng/m ³)			(µg/m ³)
MPA/24-4239-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-4247-MET	1,818	0,364	0,509	0,004
MPA/24-4485-MET	1,818	0,091	0,509	0,002
MPA/24-4726-MET	1,818	0,127	0,509	0,001
MPA-24-5008-MET	1,818	0,091	0,545	0,001
MPA/24-5242-MET	1,818	0,254	0,509	0,004
MPA-24-5246-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA-24-5253-MET	1,818	0,109	0,509	0,001
MPA-24-5391-MET	1,818	0,091	1,091	0,002
MPA/24-5644-MET	1,818	0,309	0,509	0,003
MPA/24-5648-MET	1,818	0,091	0,691	0,002
MPA/24-5652-MET	1,818	0,091	0,509	0,002
MPA/24-5656-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-5895-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-5900-MET	1,818	0,236	0,836	0,008
MPA/24-6133-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-6135-MET	1,818	0,091	0,509	0,001
MPA/24-6137-MET	1,818	0,127	0,509	0,001
MPA/24-6141-MET	1,818	0,509	0,782	0,009

Fuente: Propia

Tabla 10. Resultados Promedio Anual de Metales Pesados

Parámetro	Promedio Anual
Plomo (µg/m ³)	0,002
Cadmio (ng/m ³)	0,164
Níquel (ng/m ³)	1,828
Arsénico (ng/m ³)	0,560

Fuente: Propia

9.2. Resultados de Metales con Incertidumbres de Medida

Tabla 11. Resultado concentraciones de Metales con Incertidumbres de medida

Código Filtro	Fecha	Níquel	Incert Ni	Cadmio	Incert Cd	Arsénico	Incert As	Plomo	Incert Pb
		(ng/m ³)		(ng/m ³)		(ng/m ³)		(µg/m ³)	
MPA/24-0067-MET	11/01/2024	1,818	0,364	0,109	0,022	0,509	0,102	0,004	0,0008
MPA/24-0075-MET	19/01/2024	1,818	0,364	0,127	0,025	0,509	0,102	0,003	0,0005
MPA/24-0309-MET	27/01/2024	1,818	0,364	0,273	0,055	0,782	0,156	0,007	0,0013
MPA/24-0543-MET	04/02/2024	1,818	0,364	1,273	0,255	0,855	0,171	0,020	0,0040
MPA/24-0547-MET	08/02/2024	1,818	0,364	0,109	0,022	0,673	0,135	0,003	0,0007
MPA/24-0551-MET	12/02/2024	1,818	0,364	0,336	0,067	0,509	0,102	0,004	0,0007
MPA/24-0555-MET	16/02/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,564	0,113	0,003	0,0005
MPA/24-0789-MET	24/02/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-1076-MET	08/03/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-1315-MET	16/03/2024	1,818	0,364	0,109	0,022	0,509	0,102	0,002	0,0004
MPA/24-1323-MET	24/03/2024	1,818	0,364	0,145	0,029	0,509	0,102	0,003	0,0006
MPA/24-1566-MET	01/04/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-1569-MET	04/04/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-1577-MET	12/04/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,002	0,0004
MPA/24-1824-MET	20/04/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-2057-MET	28/04/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-2060 -MET	01/05/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-2068 -MET	09/05/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-2291 -MET	17/05/2024	2,363	0,473	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-2296 -MET	22/05/2024	1,818	0,364	0,127	0,025	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-2528 -MET	25/05/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002

Código Filtro	Fecha	Níquel	Incert Ni	Cadmio	Incert Cd	Arsénico	Incert As	Plomo	Incert Pb
		(ng/m ³)		(ng/m ³)		(ng/m ³)		(µg/m ³)	
MPA/24-2533 -MET	30/05/2024	1,818	0,364	0,182	0,036	0,509	0,102	0,004	0,0008
MPA/24-2536 -MET	02/06/2024	1,818	0,364	0,145	0,029	0,509	0,102	0,002	0,0003
MPA/24-2540 -MET	06/06/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-2782 -MET	14/06/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-2787-MET	19/06/2024	1,818	0,364	0,218	0,044	0,673	0,135	0,002	0,0004
MPA/24-3019-MET	22/06/2024	1,818	0,364	0,327	0,065	0,509	0,102	0,002	0,0005
MPA/24-3024-MET	27/06/2024	1,818	0,364	0,218	0,044	0,618	0,124	0,001	0,0003
MPA/24-3027-MET	30/06/2024	1,818	0,364	0,254	0,051	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-3030-MET	03/07/2024	1,818	0,364	0,109	0,022	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-3513-MET	27/07/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-3752-MET	08/08/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,745	0,149	0,001	0,0003
MPA/24-3760-MET	16/08/2024	1,818	0,364	0,145	0,029	0,509	0,102	0,002	0,0005
MPA/24-3998-MET	24/08/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,002	0,0003
MPA/24-4235-MET	01/09/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-4239-MET	05/09/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-4247-MET	13/09/2024	1,818	0,364	0,364	0,073	0,509	0,102	0,004	0,0008
MPA/24-4485-MET	21/09/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,002	0,0003
MPA/24-4726-MET	03/10/2024	1,818	0,364	0,127	0,025	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA-24-5008-MET	23/10/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,545	0,109	0,001	0,0001
MPA/24-5242-MET	27/10/2024	1,818	0,364	0,254	0,051	0,509	0,102	0,004	0,0009
MPA-24-5246-MET	31/10/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA-24-5253-MET	07/11/2024	1,818	0,364	0,109	0,022	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA-24-5391-MET	15/11/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	1,091	0,218	0,002	0,0004

Código Filtro	Fecha	Níquel	Incert Ni	Cadmio	Incert Cd	Arsénico	Incert As	Plomo	Incert Pb
		(ng/m ³)		(ng/m ³)		(ng/m ³)		(µg/m ³)	
MPA/24-5644-MET	23/11/2024	1,818	0,364	0,309	0,062	0,509	0,102	0,003	0,0007
MPA/24-5648-MET	27/11/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,691	0,138	0,002	0,0004
MPA/24-5652-MET	01/12/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,002	0,0004
MPA/24-5656-MET	05/12/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-5895-MET	13/12/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0003
MPA/24-5900-MET	18/12/2024	1,818	0,364	0,236	0,047	0,836	0,167	0,008	0,0016
MPA/24-6133-MET	21/12/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-6135-MET	23/12/2024	1,818	0,364	0,091	0,018	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-6137-MET	25/12/2024	1,818	0,364	0,127	0,025	0,509	0,102	0,001	0,0002
MPA/24-6141-MET	29/12/2024	1,818	0,364	0,509	0,102	0,782	0,156	0,009	0,0018

Fuente: Propia

9.3. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

Tabla 12. Resultados Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (BaP) en Fracción PM10

Identificación	Fecha	Volumen (m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	BaP µg/Filtro
MPA/23-6221-BAP	01/01/2024	55,01	11	<0,02
MPA/24-0068-BAP	12/01/2024	55,00	19	0,0537
MPA/24-0302-BAP	20/01/2024	55,00	10	<0,02
MPA/24-0310-BAP	28/01/2024	55,01	22	<0,02
MPA/24-0544-BAP	05/02/2024	55,00	12	<0,02
MPA/24-0548-BAP	09/02/2024	55,00	7	<0,02
MPA/24-0552-BAP	13/02/2024	55,01	10	<0,02
MPA/24-0782-BAP	17/02/2024	55,01	9	<0,02
MPA/24-0790-BAP	25/02/2024	55,00	4	<0,02
MPA/24-1077-BAP	09/03/2024	55,00	4	<0,02
MPA/24-1316-BAP	17/03/2024	55,00	13	<0,02
MPA/24-1324-BAP	25/03/2024	55,01	7	<0,02
MPA/24-1567-BAP	02/04/2024	55,00	6	<0,02
MPA/24-1570-BAP	05/04/2024	55,00	16	<0,02
MPA/24-1817-BAP	13/04/2024	55,00	23	<0,02
MPA/24-1825-BAP	21/04/2024	55,00	34	<0,02
MPA/24-2058-BAP	29/04/2024	55,01	4	<0,02
MPA/24-2061-BAP	02/05/2024	55,01	10	<0,02
MPA/24-2069-BAP	10/05/2024	55,00	16	<0,02
MPA/24-2292-BAP	18/05/2024	55,00	8	<0,02
MPA/24-2297-BAP	23/05/2024	55,01	11	<0,02
MPA/24-2529-BAP	26/05/2024	55,00	17	<0,02
MPA/24-2534-BAP	31/05/2024	55,00	19	<0,02
MPA/24-2537-BAP	03/06/2024	55,01	18	<0,02
MPA/24-2541-BAP	07/06/2024	55,00	31	<0,02
MPA/24-2783-BAP	15/06/2024	55,00	21	<0,02
MPA/24-2788-BAP	20/06/2024	55,01	17	<0,02
MPA/24-3020-BAP	23/06/2024	55,00	11	<0,02
MPA/24-3025-BAP	28/06/2024	55,00	28	<0,02
MPA/24-3028-BAP	01/07/2024	55,00	16	<0,02
MPA/24-3031-BAP	04/07/2024	55,01	22	<0,02
MPA/24-3506-BAP	20/07/2024	55,00	35	<0,02
MPA/24-3514-BAP	28/07/2024	55,00	25	<0,02
MPA/24-3753-BAP	09/08/2024	55,00	23	<0,02
MPA/24-3991-BAP	17/08/2024	55,00	13	<0,02

Identificación	Fecha	Volumen (m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	BaP µg/Filtro
MPA/24-3999-BAP	25/08/2024	55,01	14	<0,02
MPA/24-4236-BAP	02/09/2024	55,01	24	<0,02
MPA/24-4236-BAP	06/09/2024	55,00	14	<0,02
MPA/24-4478-BAP	14/09/2024	55,01	18	<0,02
MPA/24-4486-BAP	22/09/2024	55,00	15	<0,02
MPA/24-4727-BAP	04/10/2024	55,00	10	<0,02
MPA/24-4997-BAP	12/10/2024	55,01	11	<0,02
MPA/24-5005-BAP	20/10/2024	55	11	<0,02
MPA/24-5009-BAP	24/10/2024	55,005	15	<0,02
MPA/24-5243-BAP	28/10/2024	55,004	13	<0,02
MPA/24-5247-BAP	01/11/2024	55,003	15	<0,02
MPA/24-5254-BAP	08/11/2024	55,004	18	<0,02
MPA/24-5392-BAP	16/11/2024	55,004	21	<0,02
MPA/24-5645-BAP	24/11/2024	55,00	10	<0,02
MPA/24-5649-BAP	28/11/2024	55,00	12	<0,02
MPA/24-5653-BAP	01/12/2024	55,00	14	<0,02
MPA/24-5657-BAP	06/12/2024	55,01	14	<0,02
MPA/24-5896-BAP	14/12/2024	55,00	10	<0,02
MPA/24-5901-BAP	19/12/2024	55,00	40	<0,02
MPA/24-6134-BAP	22/12/2024	55,00	12	<0,02
MPA/24-6136-BAP	24/12/2024	55,00	16	<0,02
MPA/24-6138-BAP	26/12/2024	55,01	14	<0,02

Fuente: Propia

Tabla 13. Resultados Concentración BaP

Identificación	Concentración en Aire Ambiente BaP (ng/m ³)
MPA/23-6221-BAP	0,364
MPA/24-0068-BAP	0,976
MPA/24-0302-BAP	0,364
MPA/24-0310-BAP	0,364
MPA/24-0544-BAP	0,364
MPA/24-0548-BAP	0,364
MPA/24-0552-BAP	0,364
MPA/24-0782-BAP	0,364
MPA/24-0790-BAP	0,364
MPA/24-1077-BAP	0,364
MPA/24-1316-BAP	0,364
MPA/24-1324-BAP	0,364
MPA/24-1567-BAP	0,364
MPA/24-1570-BAP	0,364
MPA/24-1817-BAP	0,364
MPA/24-1825-BAP	0,364
MPA/24-2058-BAP	0,364
MPA/24-2061-BAP	0,364
MPA/24-2069-BAP	0,364
MPA/24-2292-BAP	0,364
MPA/24-2297-BAP	0,364
MPA/24-2529-BAP	0,364
MPA/24-2534-BAP	0,364
MPA/24-2537-BAP	0,364
MPA/24-2541-BAP	0,364
MPA/24-2783-BAP	0,364
MPA/24-2788-BAP	0,364
MPA/24-3020-BAP	0,364
MPA/24-3025-BAP	0,364
MPA/24-3028-BAP	0,364
MPA/24-3031-BAP	0,364
MPA/24-3506-BAP	0,364
MPA/24-3514-BAP	0,364
MPA/24-3753-BAP	0,364
MPA/24-3991-BAP	0,364
MPA/24-3999-BAP	0,364
MPA/24-4236-BAP	0,364
MPA/24-4236-BAP	0,364
MPA/24-4478-BAP	0,364

Identificación	Concentración en Aire Ambiente BaP (ng/m ³)
MPA/24-4486-BAP	0,364
MPA/24-4727-BAP	0,364
MPA/24-4997-BAP	0,364
MPA/24-5005-BAP	0,364
MPA/24-5009-BAP	0,364
MPA/24-5243-BAP	0,364
MPA/24-5247-BAP	0,364
MPA/24-5254-BAP	0,364
MPA/24-5392-BAP	0,364
MPA/24-5645-BAP	0,364
MPA/24-5649-BAP	0,364
MPA/24-5653-BAP	0,364
MPA/24-5657-BAP	0,364
MPA/24-5896-BAP	0,364
MPA/24-5901-BAP	0,364
MPA/24-6134-BAP	0,364
MPA/24-6136-BAP	0,364
MPA/24-6138-BAP	0,364

Fuente: Propia

Tabla 14. Resultados Promedio Anual BaP

Parámetro	Promedio Anual
Benzo(a)pireno (ng/m ³)	0,374

Fuente: Propia

9.4. Resultados de BaP con Incertidumbres de Medida

Tabla 15. Resultado concentraciones de BaP con Incertidumbres de medida

Código Filtro	Resultados BaP	Incert BaP
	(ng/m ³)	
MPA/23-6221-BAP	0,364	0,182
MPA/24-0068-BAP	0,976	0,182
MPA/24-0302-BAP	0,364	0,182
MPA/24-0310-BAP	0,364	0,182
MPA/24-0544-BAP	0,364	0,182
MPA/24-0548-BAP	0,364	0,182
MPA/24-0552-BAP	0,364	0,182
MPA/24-0782-BAP	0,364	0,182
MPA/24-0790-BAP	0,364	0,182
MPA/24-1077-BAP	0,364	0,182
MPA/24-1316-BAP	0,364	0,182
MPA/24-1324-BAP	0,364	0,182
MPA/24-1567-BAP	0,364	0,182
MPA/24-1570-BAP	0,364	0,182
MPA/24-1817-BAP	0,364	0,182
MPA/24-1825-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2058-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2061-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2069-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2292-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2297-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2529-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2534-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2537-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2541-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2783-BAP	0,364	0,182
MPA/24-2788-BAP	0,364	0,182
MPA/24-3020-BAP	0,364	0,182
MPA/24-3025-BAP	0,364	0,182
MPA/24-3028-BAP	0,364	0,182
MPA/24-3031-BAP	0,364	0,182

Código Filtro	Resultados BaP	Incert BaP
	(ng/m ³)	
MPA/24-3506-BAP	0,364	0,182
MPA/24-3514-BAP	0,364	0,182
MPA/24-3753-BAP	0,364	0,182
MPA/24-3991-BAP	0,364	0,182
MPA/24-3999-BAP	0,364	0,182
MPA/24-4236-BAP	0,364	0,182
MPA/24-4236-BAP	0,364	0,182
MPA/24-4478-BAP	0,364	0,182
MPA/24-4486-BAP	0,364	0,182
MPA/24-4727-BAP	0,364	0,182
MPA/24-4997-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5005-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5009-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5243-BAP	0,976	0,182
MPA/24-5247-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5254-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5392-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5645-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5649-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5653-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5657-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5896-BAP	0,364	0,182
MPA/24-5901-BAP	0,364	0,182
MPA/24-6134-BAP	0,364	0,182
MPA/24-6136-BAP	0,364	0,182
MPA/24-6138-BAP	0,364	0,182

Fuente: Propia

Tabla 16. Comparativa de Resultados con Valores Objetivo y Valor límite establecidos en el Real Decreto 34/2023

Comparativa valores objetivo		
Parámetro	Valores Objetivo	Resultados Promedio Anual
Cadmio (ng/m ³)	5	0,16
Níquel (ng/m ³)	20	1,828
Arsénico (ng/m ³)	6	0,560
Benzo(a)pireno (ng/m ³)	1	0,374
Comparativa valor límite		
Parámetro	Valor Límite	Resultado Promedio Anual
Plomo (µg/m ³)	0,5	0,002

Fuente: Propia en base al Real Decreto 34/2023

10. Conclusiones

Como resultado de la campaña de medida de metales pesados en la Cabina de Calidad de Aire de Monzón, se registraron los siguientes valores promedio anual: Plomo 0,002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Cadmio 0,164 ng/m^3 ; Arsénico 0,560 ng/m^3 y Níquel 1,828 ng/m^3 . Las concentraciones promedio para Cd, As y Ni son inferiores a los valores objetivo y la concentración de Pb, es menor al valor límite establecido por la legislación.

De acuerdo a los resultados de la campaña de hidrocarburos aromáticos policíclicos, se registraron concentraciones de Benzo(a)pireno de 0,374 ng/m^3 en la cabina de Calidad de Aire de Monzón, obteniéndose un valor inferior al valor objetivo, establecido por la legislación.

La campaña del año 2024, se ha diseñado en períodos estacionales para obtener una mayor cobertura temporal, tal como indica el Real Decreto 102/2011, Real Decreto 39/2017 y Real Decreto 34/2023, haciendo un muestreo uniforme a lo largo de los días de la semana y del año.

La campaña ha sido satisfactoria al contar con 54 datos válidos de Metales y 57 datos válidos de BaP, obteniéndose el 14% de cobertura mínima de datos en mediciones indicativas, distribuidas uniformemente a lo largo de todo el año.