

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA
DE AMONIACO (NH_3) EN LA
ESTACIÓN DE BUJARALÓZ DE LA
RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL
GOBIERNO DE ARAGÓN**

**INFORME CAMPAÑA 2025
J. AGUIRRE S.L.**

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE AMONÍACO
(NH₃) EN LA ESTACIÓN DE BUJARALÓZ DE LA RED
DE CALIDAD DEL AIRE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN
2025**

Zaragoza, 16 de febrero de 2026

INDICE

1. Objeto	1
2. Presentación Campaña	1
3. Descripción Contaminante	2
4. Metodología de la Campaña	3
5. Equipos	4
6. Fundamento del Sistema de captación pasivo.....	7
6.1. Descripción de cartucho RAD 168	8
7. Ubicación	9
8. Datos Meteorológicos	11
8.1. Temperatura.....	12
8.2. Precipitación.....	13
8.3. Rosa de los vientos	14
9. Toma de muestras	16
10. Evaluación de los datos.....	17
11. Tasa de muestreo	17
12. Resultados.....	18
13. Conclusiones	21

1. Objeto

El presente informe recoge los resultados correspondientes a la campaña de mediciones indicativas de amoníaco (NH_3) en aire ambiente realizada en la estación de Bujaraloz, integrada en la Red de Calidad del Aire del Gobierno de Aragón, mediante captadores pasivos durante el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2025.

Los trabajos han sido desarrollados por la empresa J. Aguirre, S.L., en el marco del contrato de mantenimiento de la Red de Calidad del Aire del Gobierno de Aragón.

2. Presentación Campaña

La selección de la ubicación se realiza teniendo en cuenta los criterios establecidos en la normativa vigente, y en particular los descritos en el Real Decreto 102/2011, el Real Decreto 39/2017 y el Real Decreto 34/2023, de 24 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, relativo a la mejora de la calidad del aire.

La determinación de amoníaco se efectúa en un laboratorio acreditado según la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2015. El laboratorio seleccionado fue Eurofins-Ipoma, S.L.U., laboratorio de análisis medioambiental, con números de acreditación 103/LE268, LE637 y LE1693.

La determinación de amoníaco se realiza mediante captadores pasivos, aplicando el método interno EA/043-a, basado en espectrofotometría UV-V.

3. Descripción Contaminante

El amoníaco (NH_3) es un compuesto químico formado por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H). Se presenta como un gas incoloro con un olor muy penetrante, altamente soluble en agua y fácilmente evaporable en estado líquido. Se caracteriza por ser una base fuerte, corrosiva, y por reaccionar violentamente con ácidos, oxidantes fuertes y halógenos.

Una fuente significativa de emisión de amoníaco proviene de la degradación de residuos animales, basuras y del uso de fertilizantes nitrogenados, lo que puede provocar un incremento de nitratos en las aguas superficiales.

A nivel industrial, los focos más relevantes de contaminación se encuentran en procesos de fabricación y tratamiento de textiles, plásticos, explosivos, pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, refrigerantes y otros productos.

La exposición a altas concentraciones de amoníaco en el aire puede causar quemaduras graves en la piel, ojos, garganta y pulmones, y en casos extremos provocar ceguera, edema pulmonar e incluso la muerte. A bajas concentraciones, puede generar tos e irritación de nariz y garganta. Su ingesta provoca quemaduras graves en boca, garganta y estómago, y el contacto con amoníaco líquido puede causar congelación de la piel debido a su rápida evaporación.

El amoníaco es fácilmente biodegradable, y las plantas lo absorben con facilidad, convirtiéndolo en un nutriente esencial para su desarrollo. No obstante, concentraciones elevadas en aguas superficiales pueden causar daños graves a los seres vivos, ya que interfieren en el transporte de oxígeno por la hemoglobina.

4. Metodología de la Campaña

Los datos de la campaña indicativa presentados corresponden a ocho mediciones distribuidas de manera uniforme durante el período de enero a noviembre de 2025.

Tabla 1. Metodología de la campaña

Identificación	Fecha inicio	Fecha final	Período estacional
01-AMO-25	08/01/2025	20/01/2025	Invierno
02-AMO-25	05/02/2025	17/02/2025	Invierno
04-AMO-25	14/05/2025	26/05/2025	Primavera
05-AMO-25	11/06/2025	23/06/2025	Primavera
06-AMO-25	09/07/2025	21/07/2025	Verano
07-AMO-25	06/08/2025	18/08/2025	Verano
08-AMO-25	15/10/2025	27/10/2025	Otoño
09-AMO-25	13/11/2025	25/11/2025	Otoño

Fuente: Propia

Como información complementaria al estudio, se han utilizado los datos meteorológicos de la estación de Bujaraloz, ubicada en el propio punto de muestreo, y perteneciente a la Red de Calidad del Aire del Gobierno de Aragón.

5. Equipos

Para la medición, se ha empleado la captación pasiva mediante tubos adsorbentes Radiello.

Los componentes del sistema de muestreo son:

- Cuerpo difusor azul
- Placa de apoyo
- Adaptador vertical
- Cartucho de quimioadsorción código RAD168
- Soporte triangular
- Carcasa protectora



Figura 1. Sistema de muestreo Pasivos Radiello

Fuente: Manual Radiello

El cuerpo difusor, restringe el tipo de moléculas que se difunden a través de él y minimiza la sensibilidad del sistema frente a la velocidad del viento y las turbulencias.

La carcasa, está diseñada para proteger los filtros de las inclemencias del clima, como la lluvia, el viento, etc.

El cartucho adsorbente se fija sobre un soporte triangular de policarbonato, tal y como puede observarse en la siguiente fotografía donde se muestra su instalación en el punto de muestreo:



Fotografía 1. Instalación de Pasivos Radiello

Fuente: Propia



Fotografía 2. Pasivos Radiello

Fuente: Propia

6. Fundamento del Sistema de captación pasivo

Los captadores pasivos se basan en los fenómenos de difusión y permeación, mediante los cuales las moléculas de un gas, en constante movimiento, son capaces de penetrar y difundirse espontáneamente a través de la masa de otro gas hasta distribuirse uniformemente, así como de atravesar una membrana sólida que presente una determinada capacidad de permeación.

La captación de gases mediante estos sistemas se rige por la Ley de Fick, que relaciona el flujo del gas desde una región de alta concentración (extremo abierto del tubo) con el tiempo de exposición y el área del captador expuesta al contaminante.

Esta ley se basa en que las moléculas de un gas se difunden en todas las direcciones con igual probabilidad, de modo que la difusión intenta eliminar la carencia de moléculas generada por un gradiente de concentración mediante el movimiento de moléculas hacia dicha zona.

La ecuación a emplear proviene de la Ley de Fick y es:

$$C = \frac{Q}{S * t}$$

Donde:

C: Concentración del contaminante en moles por centímetro cúbico (mol/cm³)

Q: Cantidad de moles difundidos (mol)

S: Coeficiente de captación (cm³/min)

T: Tiempo de difusión (min)

6.1. Descripción de cartucho RAD 168

El cartucho RAD168 está fabricado en polietileno microporoso e impregnado con ácido fosfórico. El amoníaco se adsorbe en forma de ion amonio (NH_4^+), mientras que las sales de amonio presentes en el aire como material particulado no atraviesan la membrana difusora del Radiello.

El ion amonio se cuantifica mediante espectrometría visible en forma de indofenol. A pH básico tamponado, el ion amonio reacciona con fenol e hipoclorito de sodio, en presencia de pentacianonitrosilferrato como catalizador, para formar indofenol. El producto de reacción adquiere un color azul intenso, cuya absorbancia se mide a 635 nm.



Figura 2. Principio de determinación de amoníaco en Pasivos Radiello

Fuente: Manual Radiello

7. Ubicación

El presente estudio se realiza en en la estación de calidad del aire del Gobierno de Aragón, ubicada en el municipio de Bujaraloz, provincia de Zaragoza.

La medición se efectúa en una estación de tipo Fondo – Rural, situada en un paraje junto al campo de fútbol y las piscinas.

Las coordenadas geográficas son:

- Latitud: N 41° 30' 17,83"
- Longitud: W 0° 9' 11,77"

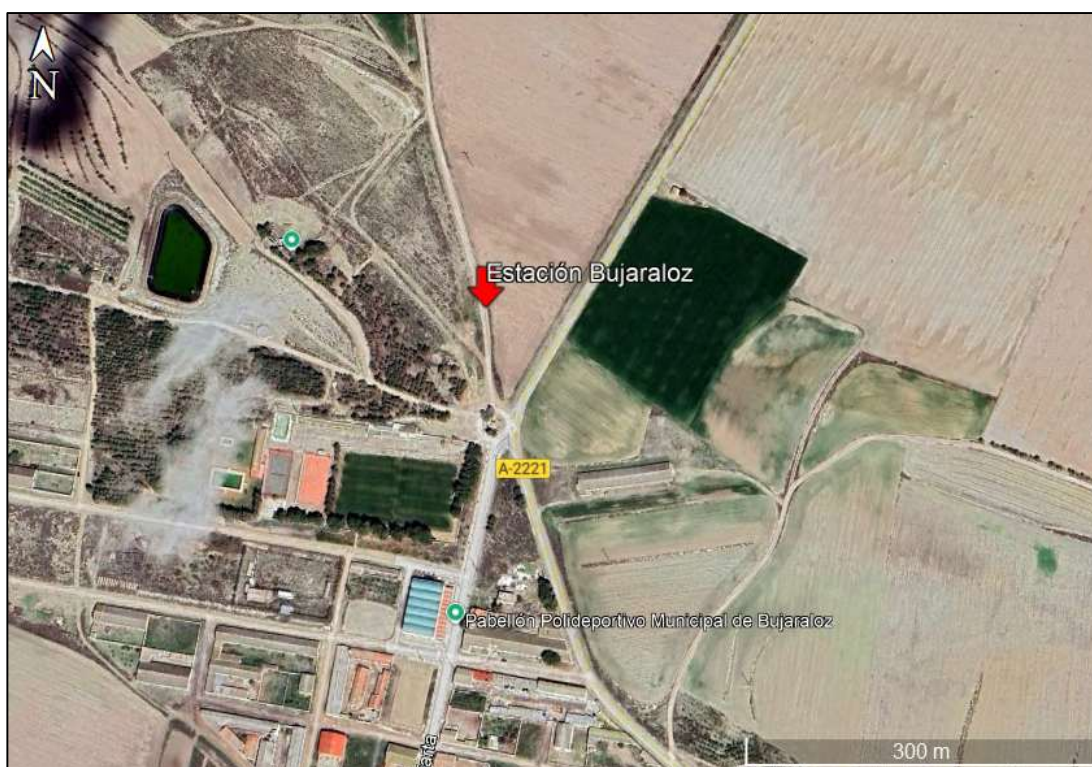


Figura 3. Georeferenciación estación de Bujaraloz

Fuente: Propia.



Fotografía 3. Ubicación Estación de Bujaraloz

Fuente: Propia

8. Datos Meteorológicos

Las condiciones meteorológicas influyen de manera determinante en las concentraciones de amoníaco (NH_3) en la atmósfera.

La temperatura afecta tanto la volatilización del amoníaco como su equilibrio entre fase gaseosa y partículas: temperaturas elevadas favorecen la liberación de NH_3 desde suelos, actividades agrícolas y superficies húmedas, mientras que temperaturas más bajas promueven su conversión a sales de amonio particulado.

La precipitación actúa como un mecanismo de eliminación, ya que el amoníaco es altamente soluble en agua. La lluvia contribuye a su lavado y deposición húmeda, reduciendo temporalmente sus concentraciones en el aire.

La velocidad y dirección del viento condicionan el transporte y dispersión del NH_3 . Vientos más intensos tienden a diluir las concentraciones locales, mientras que la dirección del viento permite identificar la influencia de fuentes específicas, como actividades agrícolas, ganaderas o zonas industriales.

En conjunto, estas variables meteorológicas son esenciales para interpretar adecuadamente el comportamiento atmosférico del amoníaco y evaluar la influencia real de las fuentes emisoras durante el período de muestreo.

A continuación, se presentan las condiciones meteorológicas registradas en la estación de Bujaraloz durante la campaña de muestreo:

8.1. Temperatura

Durante el período estacional de invierno, se registró una temperatura media de 8,1 °C. En primavera, la temperatura media durante las mediciones fue de 23,3 °C, mientras que en verano se alcanzó una media de 28,1 °C. Finalmente, en otoño, la temperatura media registrada fue de 13,8 °C.

La temperatura media diaria más alta durante el período de muestreo fue de 32,3 °C, registrada el 11/08/2025 en la muestra 07-AMO-25 correspondiente al verano. Por su parte, la temperatura media diaria más baja se registró el 13/01/2025 en la muestra 01-AMO-25, con un valor de 1,7 °C, durante la época de invierno.

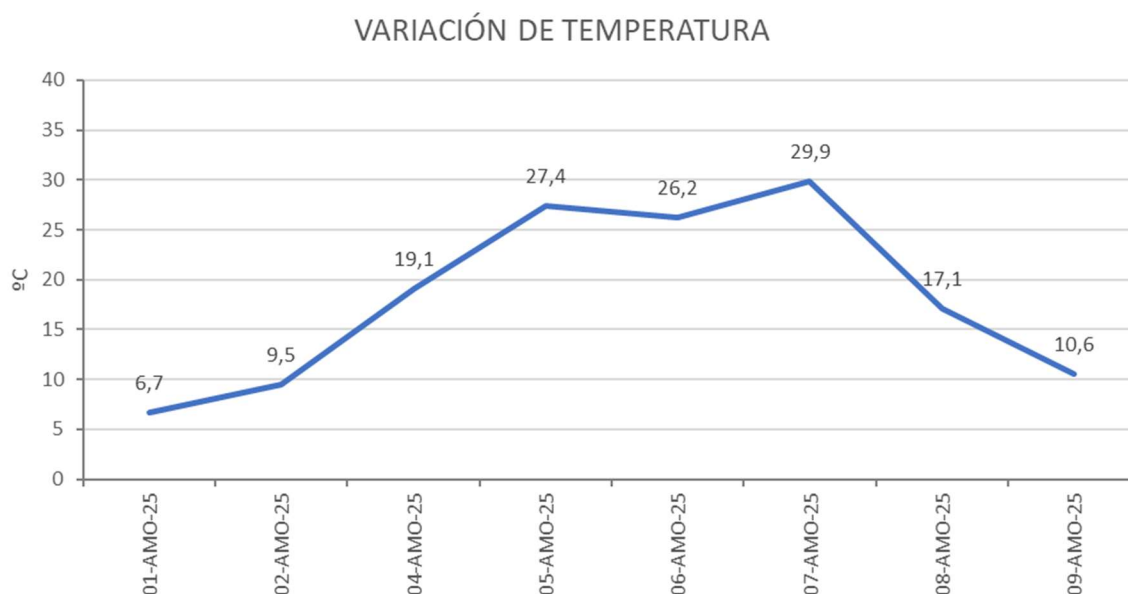


Figura 4. Variación de temperatura a lo largo del periodo de muestreo

Fuente: Propia

*Para los cálculos de temperaturas medias solo se utilizaron datos correspondientes a los días de toma de muestras.

8.2. Precipitación

El total de precipitación registrado durante el período de muestreo fue de 0,2 mm, distribuyéndose de la siguiente manera: 0,1 mm el día 12/07/2025 durante la época de verano, y 0,1 mm el día 25/10/2025 durante la época de otoño.

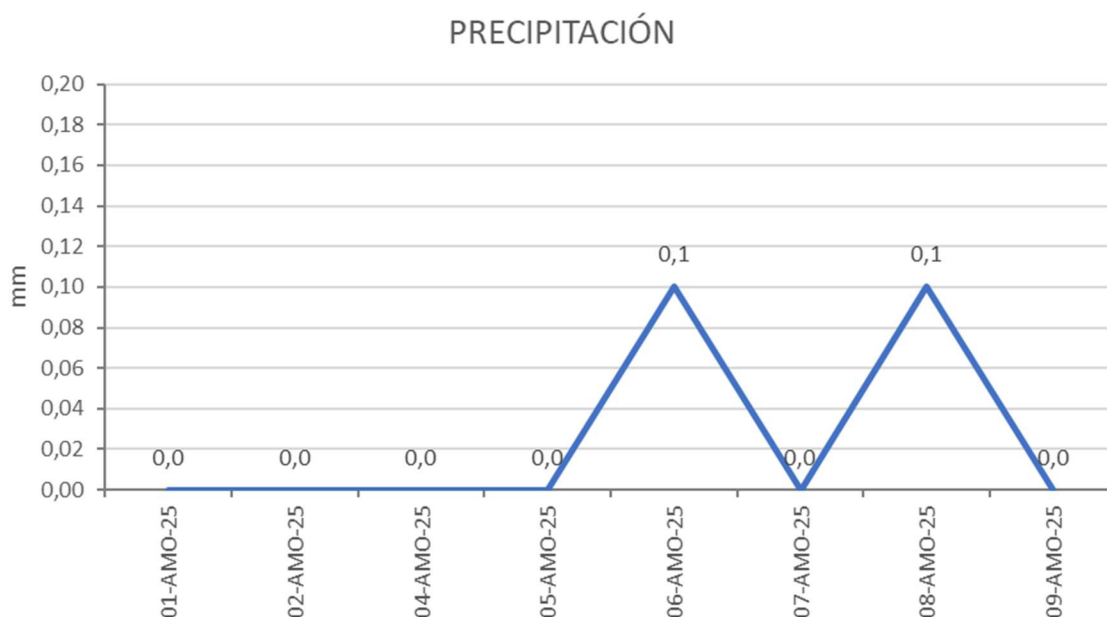


Figura 5. Precipitaciones producidas a lo largo del periodo de muestreo

Fuente: Propia

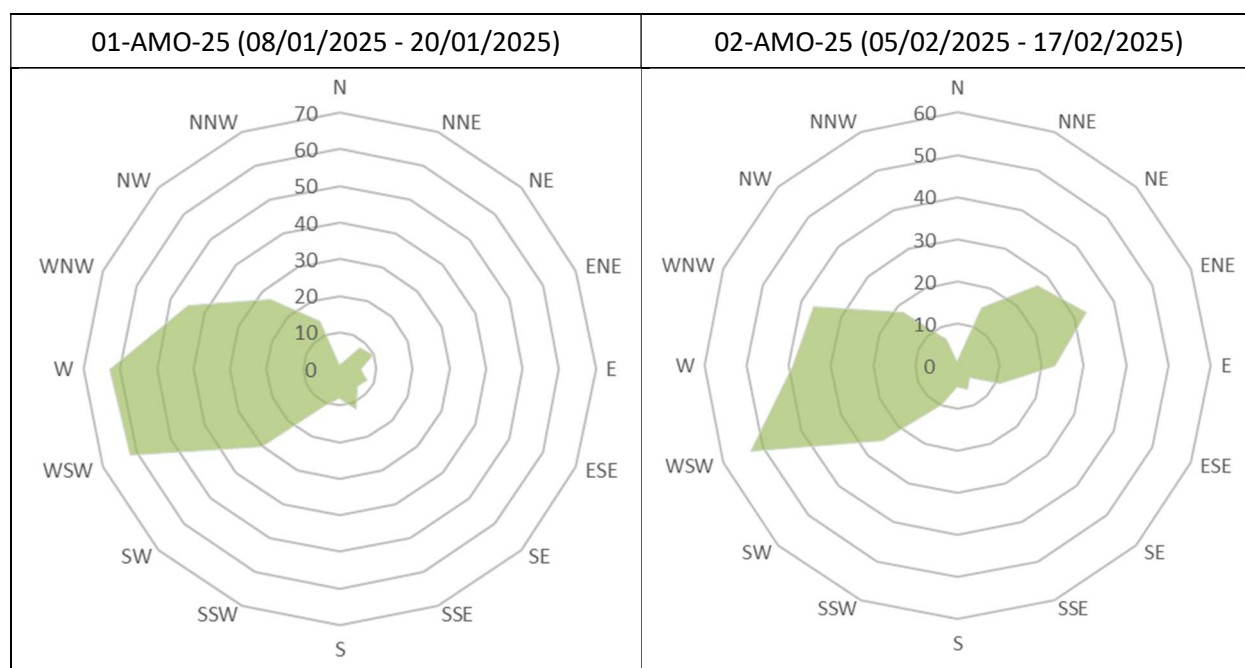
8.3. Rosa de los vientos

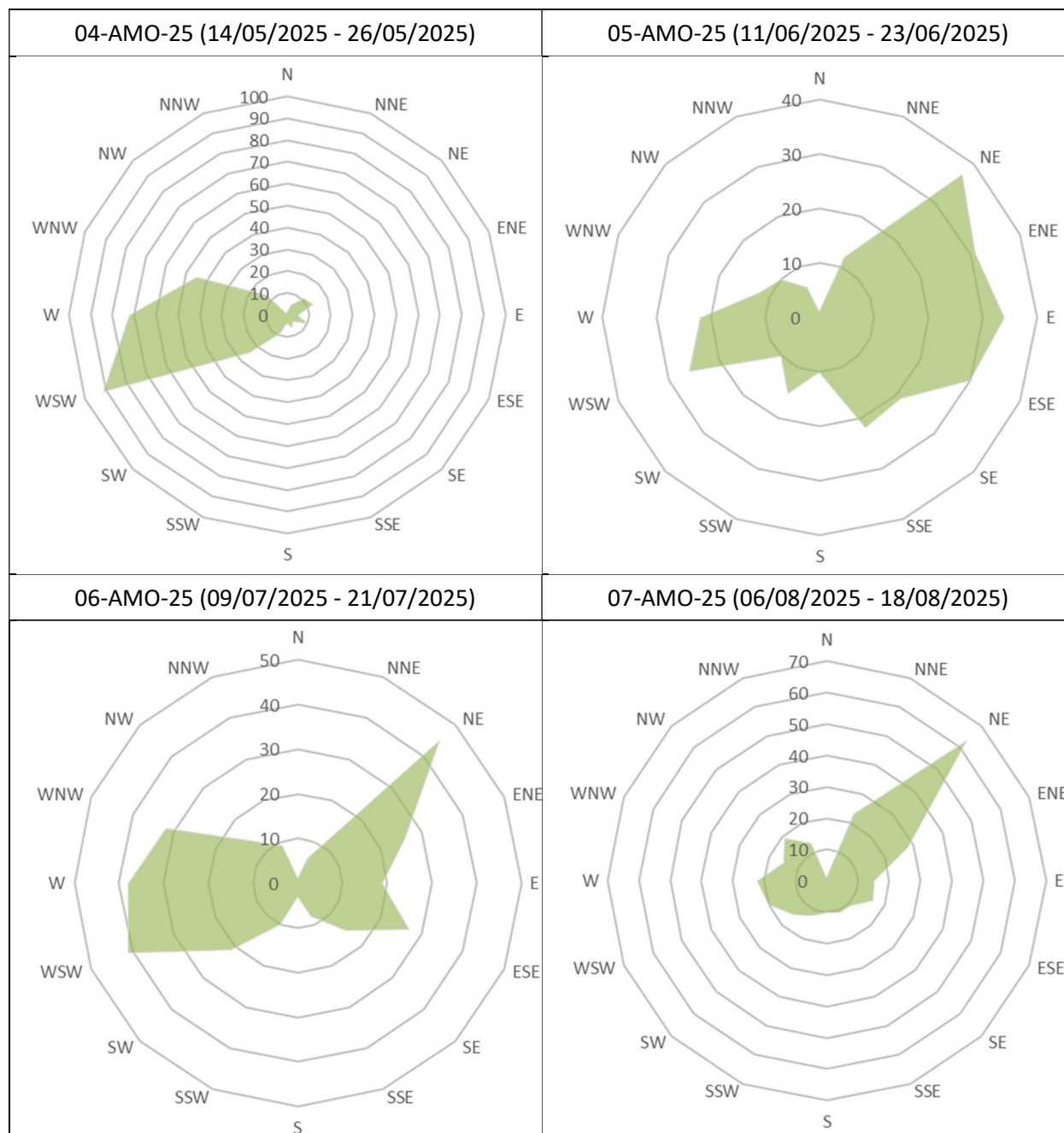
En las figuras siguientes se presentan las gráficas correspondientes a las direcciones del viento registradas en cada uno de los ocho periodos de medición de la campaña.

Los resultados indican que, durante la campaña de medidas indicativas en Bujaraloz, las direcciones predominantes del viento fueron las siguientes:

- Oeste-suroeste (WSW), con 394 registros.
- Oeste (W), con un total de 366 registros.
- Oeste-noroeste (WNW), con 312 registros.

Estas frecuencias reflejan un claro predominio de flujos de componente oeste-suroeste a lo largo de la campaña.





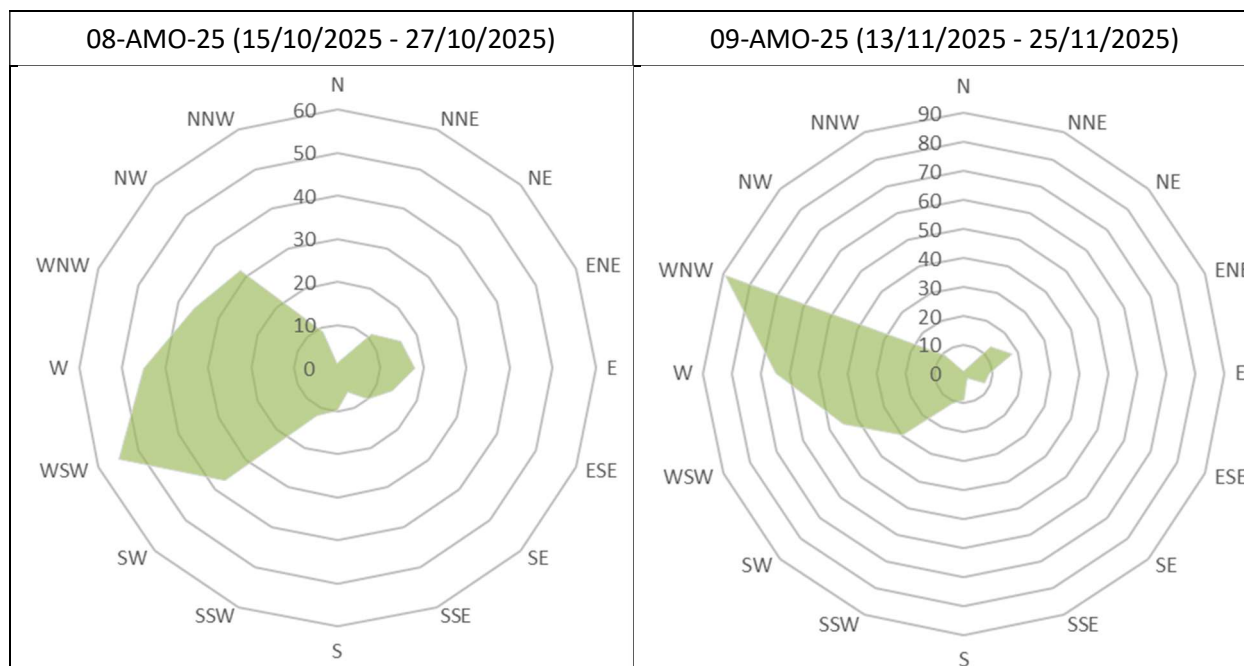


Figura 6. Rosa de los vientos campaña medición

Fuente: CECOMA

9. Toma de muestras

Los captadores pasivos se instalaron en la estación de calidad de aire en el municipio de Bujaraloz, Provincia de Zaragoza, Aragón.

Se colocaron protegidos de la lluvia y según los casos, protegidos de la radiación solar. Se comprobó la no presencia de emisiones directas del contaminante en las proximidades al punto de muestreo.

Se etiquetó el captador pasivo de tal forma que permitió registrar de forma trazable, los siguientes datos: lugar de muestreo, contaminante a captar, día y hora de inicio, así como las condiciones climáticas durante la instalación.

Una vez transcurrido el tiempo de exposición deseado, se entregaron a Laboratorio Eurofins-Iproma para análisis y determinación de la cantidad contaminante captado.

10. Evaluación de los datos

La evaluación de los datos se realiza teniendo en cuenta la descripción del fundamento del sistema de captación pasivo descrita en el manual del captador Radiello.

Conociendo el coeficiente de captación del captador pasivo, la cantidad de gas en moles que ha difundido a través del captador y el tiempo que ha estado expuesto el captador, se conoce la concentración ambiental promedio del contaminante, en el aire durante el periodo muestreado.

La concentración media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se calcula según la ecuación:

$$C = 0,944 \frac{m}{235 * t} 1000000$$

Donde:

C: concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$

m: masa del analito en μg

t: tiempo de exposición en minutos

Q_k : frecuencia de muestreo a la temperatura K

11. Tasa de muestreo

El efecto de la temperatura en la frecuencia de muestreo es insignificante ($<0,1\% / ^\circ \text{C}$) en el rango de 275 - 312 K (2 - 39 $^\circ \text{C}$).

La tasa de muestreo es invariante con humedad en el rango de 10 - 90% y con velocidad del viento entre 0,1 y 10 m/s.

12. Resultados

Teniendo en cuenta los boletines de referencia del laboratorio, se realizaron los cálculos descritos en el capítulo 10, referente a evaluación de datos.

Tabla 2. Resultados de laboratorio

Campaña	Identificación	Masa	Lte. Cuantif	Incertidumbre +/-
		(µg)		
1	01-AMO-25	36	1	4
2	02-AMO-25	46	1	5
3	04-AMO-25	31	1	3
4	05-AMO-25	73	1	7
5	06-AMO-25	47	1	5
6	07-AMO-25	59	1	6
7	08-AMO-25	38	1	4
8	09-AMO-25	22	1	2

Fuente: Propia

Tabla 3. Resultados campaña de mediciones indicativas amoniaco NH₃

Campaña	Identificación	Concentración Amoníaco	Incertidumbre	Período Estacional
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
1	01-AMO-25	8,37	1,08	Invierno
2	02-AMO-25	10,69	1,35	Invierno
3	04-AMO-25	7,21	0,84	Primavera
4	05-AMO-25	16,97	1,97	Primavera
5	06-AMO-25	10,93	1,36	Verano
6	07-AMO-25	13,72	1,66	Verano
7	08-AMO-25	8,83	1,09	Otoño
8	09-AMO-25	5,11	0,57	Otoño

Fuente: Propia

Tabla 4. Media anual amoniaco NH₃

Media anual	Concentración NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2025	10,23

Fuente: Propia

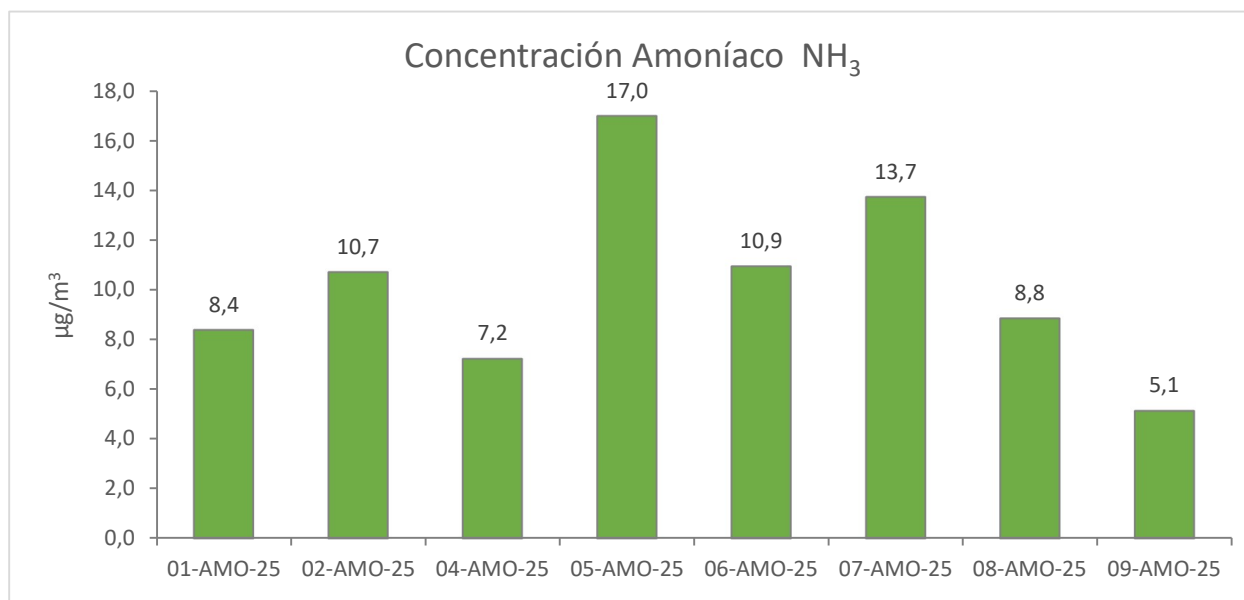


Figura 7. Resultados de Concentración de NH₃

Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados, en la estación de Bujaraloz se registraron medias estacionales de concentración de amoníaco (NH_3) de:

- Invierno: 9,53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Primavera: 12,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Verano: 12,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Otoño: 6,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A partir de estos valores se calculó una media anual de 10,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La legislación vigente sobre calidad del aire en España (RD 102/2011, RD 39/2017 y RD 34/2023) no establece valores límite, objetivos ni guías para los niveles de amoníaco (NH_3) en aire ambiente.

No obstante, la Directiva (UE) 2024/2881 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2024, que actualiza la anterior Directiva 2008/50/CE, tiene como objetivo reforzar la protección de la salud humana y del medio ambiente, alineando los estándares con las directrices de la OMS y estableciendo nuevos umbrales de evaluación y obligaciones de monitorización para diversos contaminantes, incluyendo el amoníaco. Aunque esta directiva no introduce valores límite específicos para NH_3 , sí impulsa la realización de mediciones más representativas y la actualización de la gestión de la calidad del aire.

13. Conclusiones

La campaña de medición de amoníaco (NH_3) se desarrolló de manera satisfactoria, obteniéndose el 100 % de los datos correspondientes a los días de muestreo programados. La campaña se dividió en ocho medidas, distribuidas uniformemente a lo largo de 365 días. Las mediciones se realizaron en los cuatro períodos estacionales (invierno, primavera, verano y otoño), representando un total de 96 días de muestreo. Con ello, se cumple con el 14 % de cobertura mínima de datos requerida para mediciones indicativas.

Como resultado de la campaña, se obtuvo un valor medio anual de concentración de amoníaco (NH_3) de $10,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La mayor concentración se registró durante el verano, con una media de $12,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguida de la primavera, con $12,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por el contrario, la media más baja se observó en otoño, con un valor de $6,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$.