

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE  
AMONIACO (NH<sub>3</sub>) EN LA ESTACIÓN DE  
BUJARALUZ DE LA RED DE CALIDAD DEL  
AIRE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN**

**INFORME CAMPAÑA 2021  
J. AGUIRRE S.L.**

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE AMONIACO  
(NH<sub>3</sub>) EN LA ESTACIÓN DE BUJARALUZ DE LA RED  
DE CALIDAD DEL AIRE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN**

Zaragoza, 01 de marzo de 2022

## INDICE

1. Objeto .....	3
2. Presentación Campaña .....	3
3. Descripción Contaminante .....	4
4. Metodología de la Campaña .....	5
5. Equipos.....	6
6. Fundamento del Sistema de captación pasivo .....	9
6.1 Descripción de cartucho RAD 168 .....	10
7. Ubicación.....	11
8. Datos Meteorológicos.....	13
8.1 Temperatura .....	13
8.2 Humedad Relativa .....	14
8.3 Precipitación .....	14
8.4 Rosa de los vientos .....	15
9. Toma de muestras.....	17
10. Evaluación de los datos.....	18
11. Resultados .....	19
12. Conclusiones .....	22

## 1. Objeto

El presente informe tiene como objeto la descripción de los resultados de la campaña de medidas indicativas de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) en aire ambiente, realizada en la estación de Bujaraloz de la Red de Calidad de Aire del Gobierno de Aragón, mediante captadores pasivos en el período comprendido de marzo 2021 a enero 2022.

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 Nº 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, y Real Decreto 39/2017, relativo a la mejora de la calidad del aire.

La determinación de amoníaco se realiza en laboratorio acreditado por la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2015. El Laboratorio seleccionado fue Eurofins-Iproma, Laboratorio de análisis y asesoramiento medioambiental.

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

### 3. Descripción Contaminante

El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula está formada por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) de acuerdo a la fórmula  $\text{NH}_3$ .

Se trata de un gas incoloro, de olor muy penetrante, bastante soluble en agua, y en estado líquido es fácilmente evaporable. Se caracteriza porque es una base fuerte, corrosiva y que reacciona violentamente con ácidos, oxidantes fuertes y halógenos<sup>1</sup>.

Una fuente significativa de emisión proviene de la degradación de residuos animales, basuras y del uso de fertilizantes nitrogenados, que provoca una elevada concentración de nitratos de las aguas superficiales.

A nivel industrial, los focos de contaminación más significativos tienen lugar en los 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 producir quemaduras graves en la piel, ojos, garganta y pulmones, y en casos extremos puede provocar ceguera, daño en el pulmón (edema pulmonar) e incluso la muerte. A bajas concentraciones puede causar tos e irritación de nariz y garganta. Su ingesta provoca quemaduras graves en la boca, la garganta y el estómago, y en estado líquido al evaporarse rápidamente, puede provocar congelación al contacto con la piel.

El amoníaco es fácilmente biodegradable, las plantas lo absorben con mucha facilidad eliminándolo del medio, de hecho, es un nutriente muy importante para su desarrollo, aunque la presencia de elevadas concentraciones en las aguas superficiales, como todo nutriente, puede causar graves daños en los seres vivos, ya que interfiere en el transporte de oxígeno por la hemoglobina.

---

<sup>1</sup> [NH3 \(Amoníaco\) | PRTR España \(prtr-es.es\)](#)

## 4. Metodología de la Campaña

Los datos de la campaña indicativa que aquí se presentan corresponden a 8 medidas distribuidas uniformemente en el período de marzo 2021 a enero de 2022:

DENOMINACIÓN	PERÍODO ESTACIONAL	FECHA INICIO	FECHA FINAL
AMO-BUJ-01	PRIMAVERA	26/03/2021	08/04/2021
AMO-BUJ-02	PRIMAVERA	26/05/2021	04/06/2021
AMO-BUJ-03	VERANO	15/07/2021	27/07/2021
AMO-BUJ-04	VERANO	12/08/2021	24/08/2021
AMO-BUJ-05	OTOÑO	14/10/2021	26/10/2021
AMO-BUJ-06	OTOÑO	05/11/2021	16/11/2021
AMO-BUJ-07	INVIERNO	17/12/2021	28/12/2021
AMO-BUJ-08	INVIERNO	13/01/2022	24/01/2022

Figura 1. Metodología de la campaña  
Fuente: Propia

Como información complementaria al estudio se han utilizado los datos meteorológicos de la estación de Bujaraloz, ubicada en el punto de muestreo, 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 2. 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:



Figura 3. Instalación de Pasivos Radiello  
Fuente: Propia

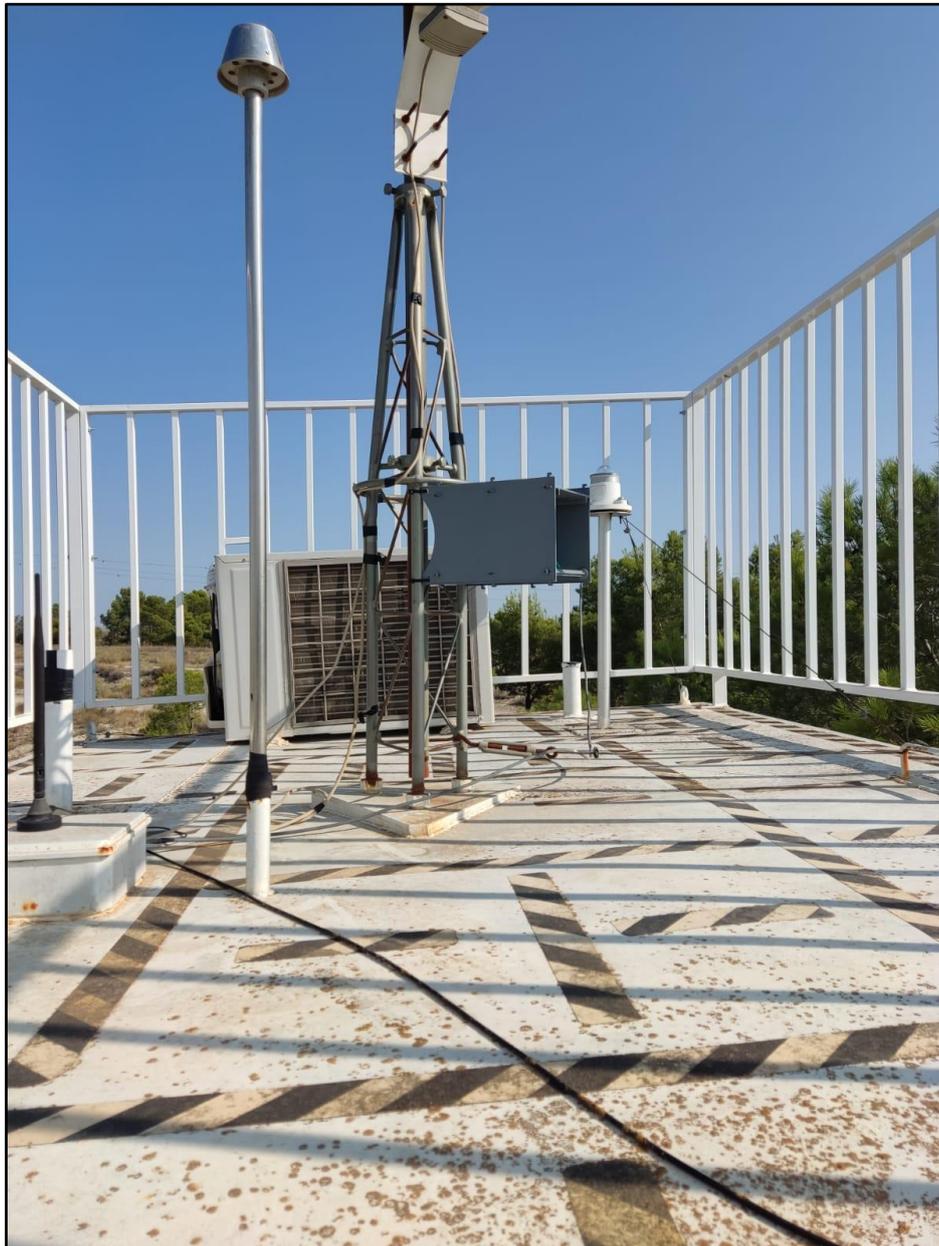


Figura 4. Ubicación de Pasivos Radiello  
Fuente: Propia

## 6. Fundamento del Sistema de captación pasivo

Los captadores pasivos tienen su fundamento en los fenómenos de difusión y permeación, por los cuales, las moléculas de un gas que están en constante movimiento, son capaces de penetrar y difundirse espontáneamente a través de la masa de otro gas hasta repartirse uniformemente en su seno, así como de atravesar una membrana sólida que le presente una determinada capacidad de permeación<sup>2</sup>.

Los captadores pasivos para la captación de gases se rigen por la Ley de Fick que relaciona el flujo de un gas que difunde desde una región de alta concentración (extremo abierto del tubo), con el tiempo de exposición y el área del captador, que está expuesto al contaminante.

Dicha ley se basa en que las moléculas de un gas se difunden en todas direcciones con igual probabilidad. Por ello la difusión intentaría eliminar la carencia de moléculas originada por el gradiente que hay en un determinado espacio mediante el movimiento de moléculas hacia dicho espacio.

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/cm<sup>3</sup>)

Q: Cantidad de moles difundidos (mol)

S: Coeficiente de captación (cm<sup>3</sup>/min)

T: Tiempo de difusión (min)

---

<sup>2</sup> [NTP 151: Toma de muestras con captadores pasivos \(insst.es\)](http://insst.es)

## 6.1 Descripción de cartucho RAD 168

El cartucho RAD168, está hecho de polietileno microporoso e impregnado con ácido fosfórico. El amoniaco se adsorbe en forma de ion amonio. Las sales de amonio en el aire dispersas como material particulado no atraviesan la membrana difusora del Radiello.

El ión amonio se cuantifica por espectrometría visible como indofenol: a pH básico tamponado, el ión amonio reacciona con fenol e hipoclorito de sodio, con catálisis de pentacianonitrosilferrato (en el siguiente cianoferrato), para formar indofenol. El producto de reacción se colorea intensamente en azul y su absorbancia se mide a 635 nm.

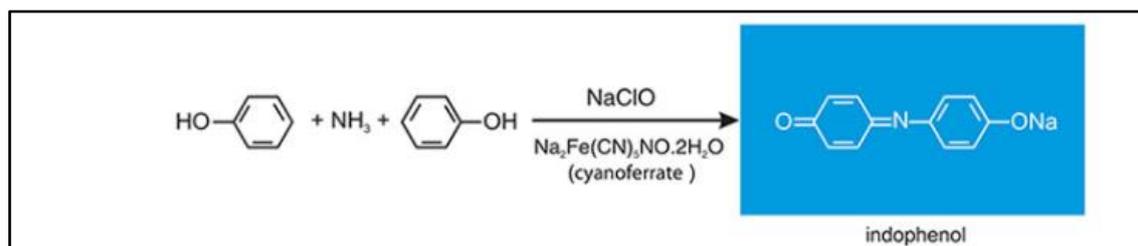


Figura 5. Principio de determinación de amoniaco en Pasivos Radiello  
Fuente: Manual Radiello

## 7. Ubicación

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

La medición se realiza en una estación de tipo Fondo - Rural.

Situación: Paraje situado junto campo de fútbol y piscinas.

Coordenadas GMS:N: 41° 30' 285''

W: 0° 09' 183''

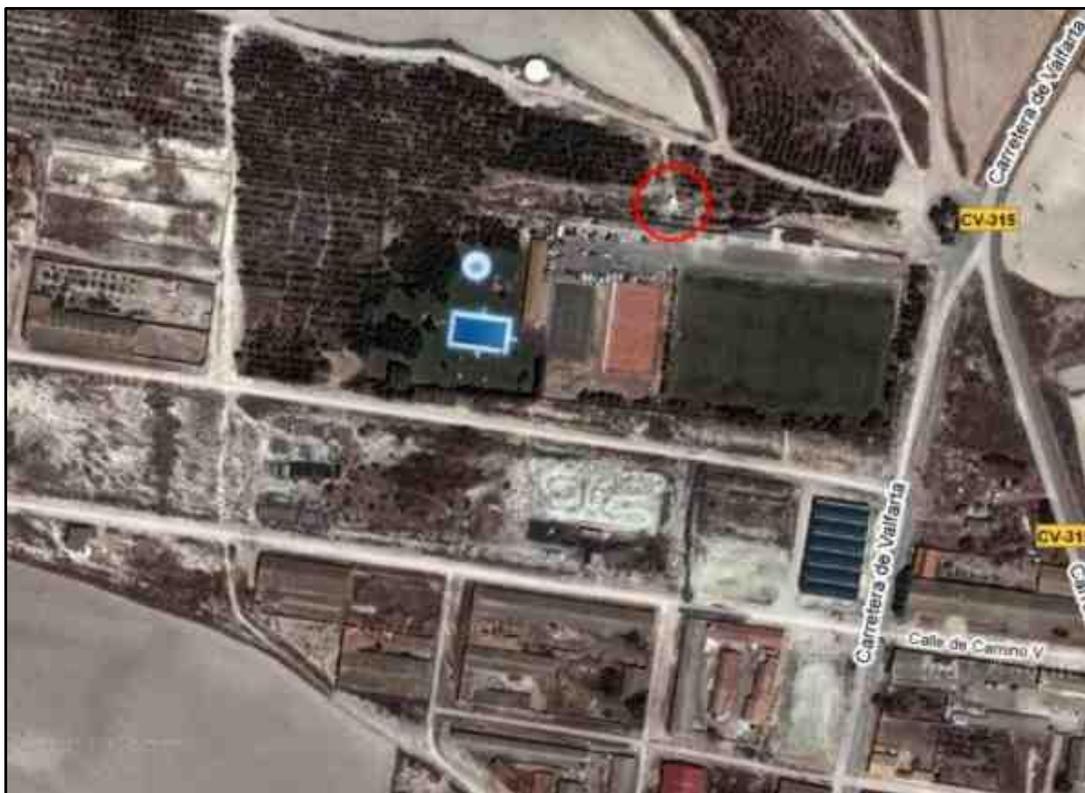


Figura 6. Ubicación Estación de Bujaraloz  
Fuente: Google. (s.f.). [Estación Bujaraloz, Aragón].



Figura 7. Ubicación Estación de Bujaraloz  
Fuente: Propia

## 8. Datos Meteorológicos

### 8.1 Temperatura

En la campaña de medida indicativa, la temperatura media del período de estudio fue de 15,4 °C.

En el periodo estacional de primavera se registró una media de temperatura de 17,3 °C. Para las mediciones del período de verano se presentó una temperatura media de 25,7 °C. Para las mediciones correspondientes al período de otoño se registró una media de 13,1 °C. En las últimas mediciones correspondientes a la etapa invernal se registró una media de 5,4 °C.

La temperatura máxima diaria presentada fue de 31,3 °C el día 14/08/2021 en la medida correspondiente a AMO-BUJ-04 en verano. La temperatura mínima diaria registrada fue de 2,0 °C el 20/12/2021 en la medida AMO-BUJ-07 de invierno.

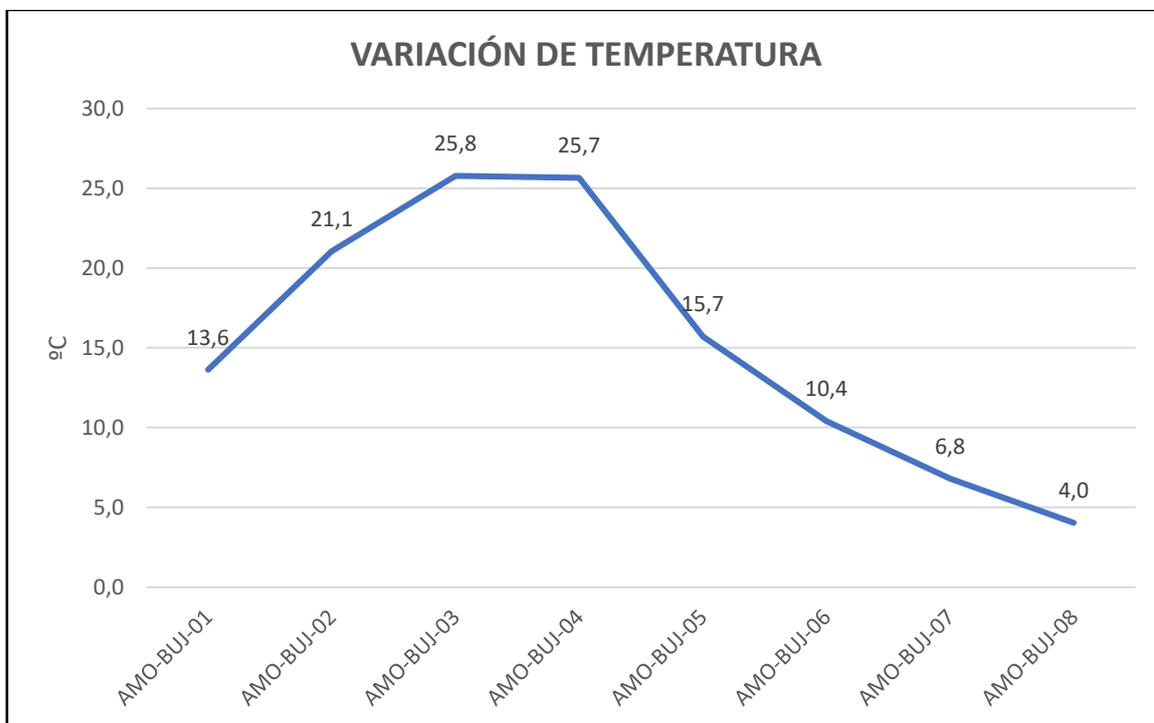


Figura 8. Variación de temperatura  
Fuente: Propia

## 8.2 Humedad Relativa

Los valores medios de humedad relativa, fueron de 55,3 % en Primavera; 50,8 % en Verano; 64,9 % en otoño y 81,2 % en la época invernal. (Figura 9).

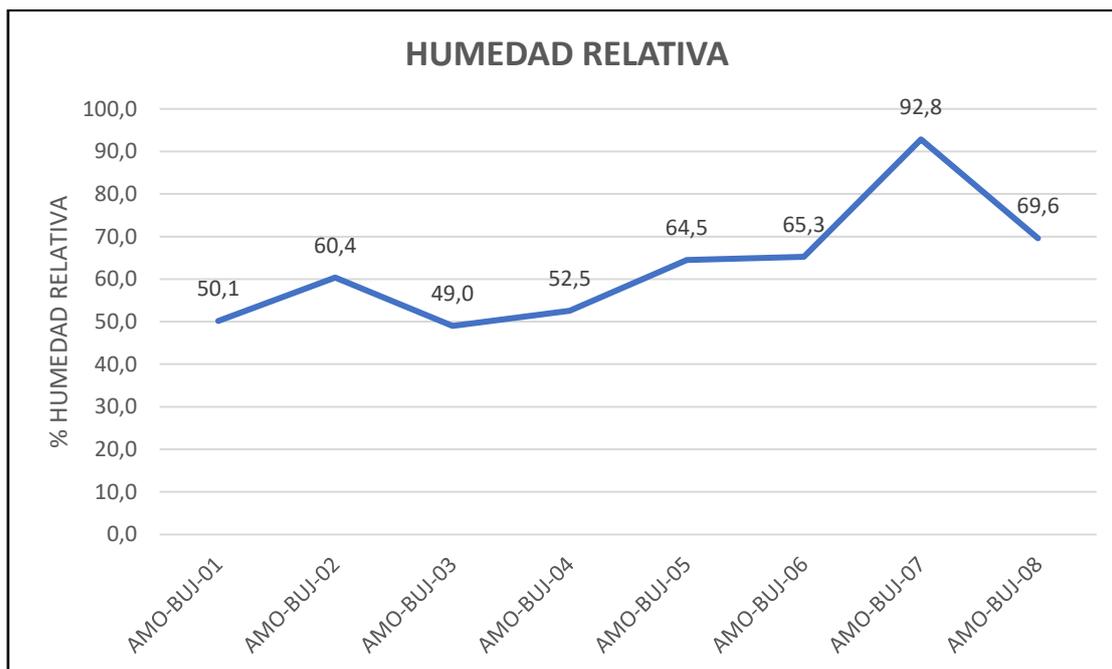


Figura 9. Humedad Relativa  
Fuente: Propia

## 8.3 Precipitación

La precipitación acumulada durante la estación de primavera fue de 15 mm; en verano se registraron 7 mm; en el período de otoño se registró un valor de 0,4 mm y en invierno de 6,6 mm.

(La estación no cuenta con datos de precipitación, por lo que se tomaron como referencia, datos de la estación meteorológica más cercana a la zona).

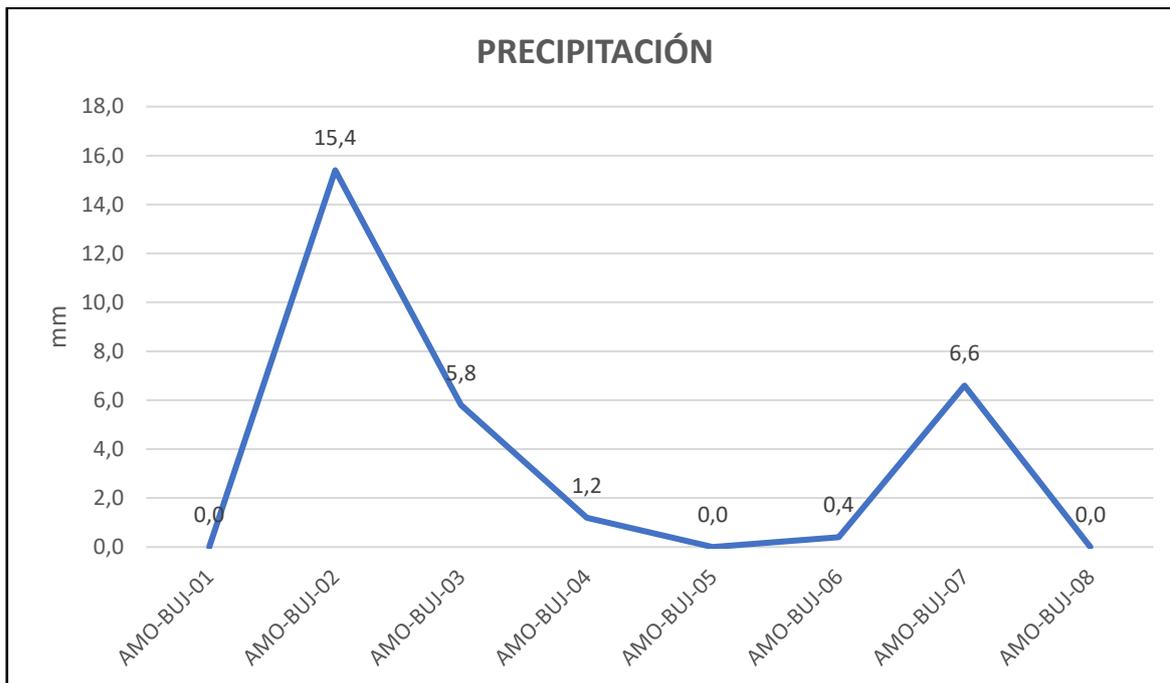


Figura 10. Precipitación  
Fuente: Propia

#### 8.4 Rosa de los vientos

En la figura 11, se observa la rosa de los vientos considerando los datos horarios de dirección e intensidad de viento registrados durante las 8 medidas de la campaña.

La dirección del viento predominante en Bujaraloz en la campaña de medidas indicativas fue del Oeste. Su velocidad media fue de 0,4 m/s, con un porcentaje de calma de 65,89 %. En la medida AMO-BUJ-02, la dirección del viento predominante fue del Este-sureste y Sureste. Su velocidad media fue de 0,15 m/s, con un porcentaje de calma de 79,17%.

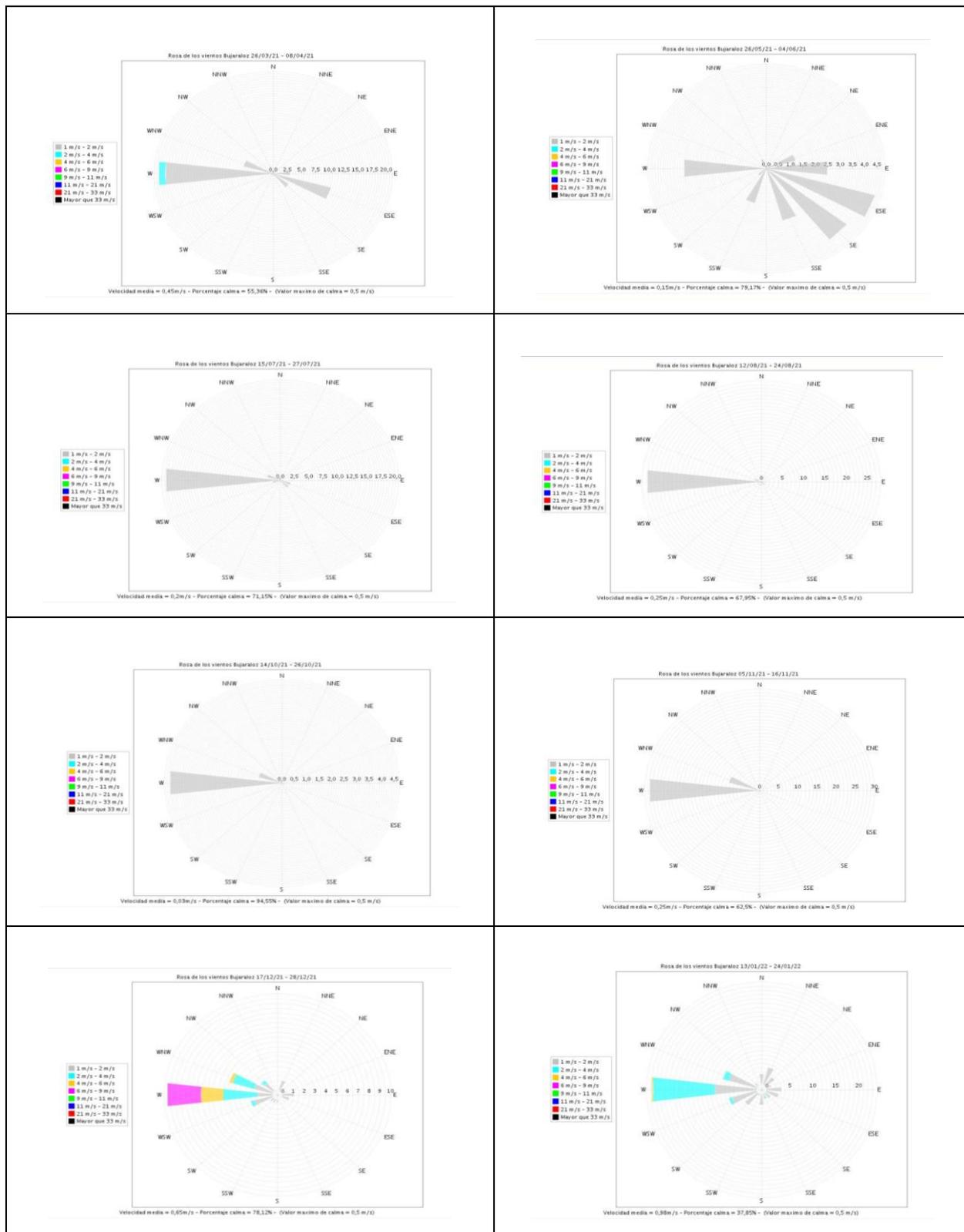


Figura 11. Rosa de los vientos campaña medición  
Fuente: CECOMA

## 9. Toma de muestras

Los captadores pasivos se instalaron en la estación de calidad de aire del municipio de Bujaraloz, 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- Iprona 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.<sup>3</sup>

La concentración media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se calcula según la ecuación, donde  $m$  es la masa del ion amonio en ( $\mu\text{g}$ ) encontrado en el cartucho, ( $t$ ) el tiempo en exposición y 0,944 es el factor numérico necesario para convertir el ion amonio en amoniaco.

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

### 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 ° 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.

---

<sup>3</sup> Manual Radiello 2019. <https://www.restek.com/pdfs/radiello-manual.pdf>

## 11. Resultados

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

A continuación, se describen los resultados:

Medida	Identificación	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Finalización	Hora Final
1	AMO-BUJ-01	26/03/2021	14:00	08/04/2021	14:00
2	AMO-BUJ-02	26/05/2021	12:30	04/06/2021	12:30
3	AMO-BUJ-03	15/07/2021	14:00	27/07/2021	14:00
4	AMO-BUJ-04	12/08/2021	13:00	24/08/2021	13:00
5	AMO-BUJ-05	14/10/2021	14:00	26/10/2021	14:00
6	AMO-BUJ-06	05/11/2021	11:00	16/11/2021	11:00
7	AMO-BUJ-07	17/12/2021	15:00	28/12/2021	15:00
8	AMO-BUJ-08	13/01/2022	11:00	24/01/2022	11:00

Figura 12. Identificación de campaña NH<sub>3</sub>  
Fuente: Propia

Medida	Identificación	Masa (µg)	Método	Lte. Cuantif (µg)	Incertidumbre
1	AMO-BUJ-01	44	EA/043-a	1	4
2	AMO-BUJ-02	62	EA/043-a	1	6
3	AMO-BUJ-03	37	EA/043-a	1	4
4	AMO-BUJ-04	32	EA/043-a	1	3
5	AMO-BUJ-05	49	EA/043-a	1	5
6	AMO-BUJ-06	31	EA/043-a	1	3
7	AMO-BUJ-07	43	EA/043-a	1	4
8	AMO-BUJ-08	61	EA/043-a	1	6

Figura 13. Resultados de laboratorio  
Fuente: Propia

Medida	Identificación	Masa (µg)	Tiempo (min)	Factor de Conversión NH <sub>3</sub>
1	AMO-BUJ-01	44	18720	0,944
2	AMO-BUJ-02	62	12960	0,944
3	AMO-BUJ-03	37	17280	0,944
4	AMO-BUJ-04	32	17280	0,944
5	AMO-BUJ-05	49	17280	0,944
6	AMO-BUJ-06	31	15840	0,944
7	AMO-BUJ-07	43	15840	0,944
8	AMO-BUJ-08	61	15840	0,944

Figura 14. Aplicación factor de corrección  
Fuente: Propia

Medida	Identificación	Concentración NH <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
1	AMO-BUJ-01	9,44
2	AMO-BUJ-02	19,22
3	AMO-BUJ-03	8,60
4	AMO-BUJ-04	7,44
5	AMO-BUJ-05	11,39
6	AMO-BUJ-06	7,86
7	AMO-BUJ-07	10,90
8	AMO-BUJ-08	15,47

Figura 15. Resultados campaña de mediciones indicativas amoniaco NH<sub>3</sub>  
Fuente: Propia

Media anual	Concentración NH <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
2021	11,29

Figura 16. Media anual amoniaco NH<sub>3</sub>  
Fuente: Propia

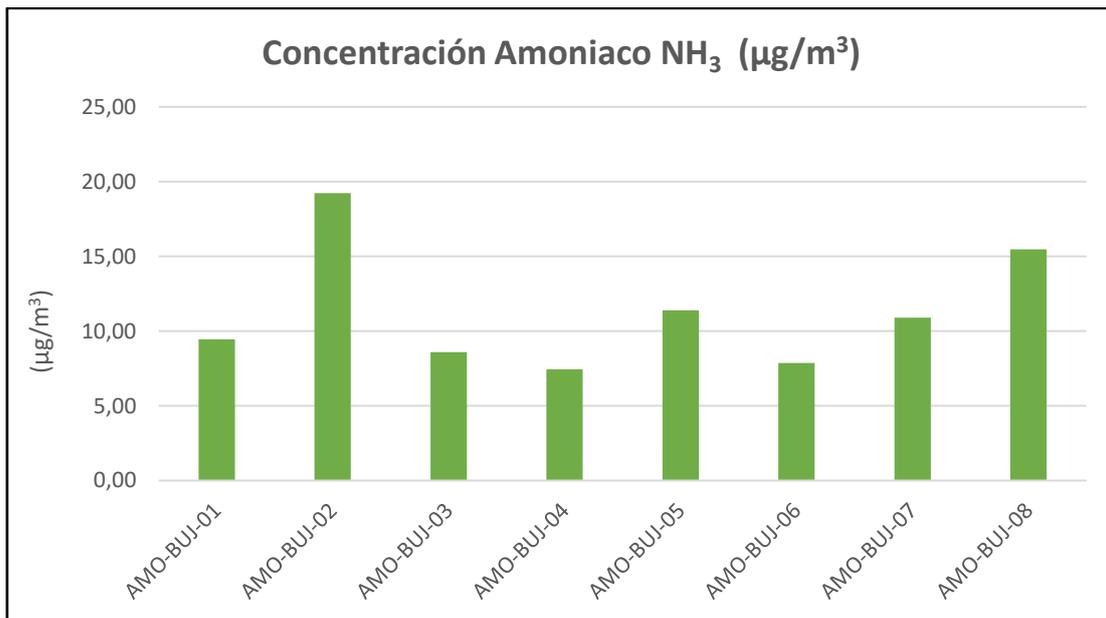


Figura 17. Resultados Campaña de Amoniacó NH<sub>3</sub>  
Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados, se registraron en el municipio de Bujaraloz, concentraciones de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) de  $9,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $19,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el período estacional de primavera. En la estación de verano, se presentaron valores de  $8,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $7,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el período otoñal se presentaron concentraciones de  $11,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $7,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por su parte, en la estación invernal se registraron valores de  $10,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $15,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Obteniéndose así una media anual de concentración de amoníaco de  $11,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La legislación actual sobre calidad del aire RD 102/2011 y RD 39/2017, no establece valor límite, valor objetivo o valor guía para los niveles de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) en aire ambiente.

Si tenemos en cuenta la medición de contaminantes en el punto de muestreo, encontramos que, para el período de medición de amoníaco, no se presentan superaciones en valores límite horario de Óxidos de nitrógeno ni en los valores objetivo de Ozono.

## 12. Conclusiones

La campaña de medición de amoníaco ha sido satisfactoria al obtener el 100% de los datos para los días de muestreo programados. La campaña se dividió en 8 medidas, distribuidas uniformemente a lo largo de 365 días. Las medidas fueron realizadas en los 4 períodos estacionales y representaron 91 días de muestreo. Por lo anterior, se cumple así con el 14% de cobertura mínima de datos en mediciones indicativas.

En el municipio de Bujaraloz, se registró la mayor concentración en el período del 26/05/2021 al 04/06/2021 con 19,22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NH}_3$ . Por su parte, el menor valor se registrado fue de 7,44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NH}_3$  en el período del 12/08/2021 al 24/08/2021.

Como resultado de la campaña indicativa se determinó un valor medio anual de amoníaco de 11,29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En el período de muestreo, no se presentaron superaciones en valores límite horario de Óxidos de nitrógeno ni en los valores objetivo de Ozono. Así mismo, no se presentaron condiciones meteorológicas que afectarán las campañas de medición de amoníaco.

Teniendo en cuenta que Bujaraloz, es una de las principales poblaciones en materia de explotación de ganado porcino en Aragón y en los últimos años se ha presentado un aumento de volumen de producción, se recomienda continuar con el seguimiento de campañas de medición de amoníaco en la zona.