

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE  
COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN  
LA ESTACIÓN DE ALAGÓN DE LA RED DE  
CALIDAD DEL AIRE DEL GOBIERNO DE  
ARAGÓN**

**INFORME CAMPAÑA 2022  
J. AGUIRRE S.L.**

# **INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN LA ESTACIÓN DE ALAGÓN DE LA RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN**

Zaragoza, 15 de enero de 2023

1

---

**DELEGACIÓN OESTE**

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**OFICINA CENTRAL**

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid

☎ +34 91 565 02 57

☎ +34 91 565 03 06

E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**DELEGACIÓN NORESTE**

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## INDICE

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Objeto .....                                                          | 3  |
| 2. Presentación Campaña .....                                            | 3  |
| 3. Descripción del Contaminante .....                                    | 4  |
| 4. Legislación Aplicable .....                                           | 5  |
| 5. Metodología de la Campaña .....                                       | 7  |
| 6. Equipos.....                                                          | 8  |
| 7. Fundamento del Sistema de captación pasivo .....                      | 10 |
| 7.1 Descripción de cartucho RAD 145.....                                 | 11 |
| 8. Ubicación.....                                                        | 12 |
| 9. Datos Meteorológicos.....                                             | 14 |
| 9.1 Temperatura.....                                                     | 14 |
| 9.2 Humedad Relativa.....                                                | 15 |
| 9.3 Precipitación .....                                                  | 15 |
| 9.4 Rosa de los vientos.....                                             | 16 |
| 10. Toma de muestras.....                                                | 18 |
| 11. Evaluación de los datos.....                                         | 19 |
| 11.1 Efecto de la temperatura, la humedad y la velocidad del viento..... | 19 |
| 12. Resultados.....                                                      | 20 |
| 12.1 Resultados Laboratorio.....                                         | 20 |
| 12.2 Resultados de Ajuste Qk.....                                        | 26 |
| 12.3 Resultados Concentración COV .....                                  | 31 |
| 13. Conclusiones.....                                                    | 33 |

## 1. Objeto

El objeto del presente informe es describir los resultados de la campaña de medidas indicativas en aire ambiente de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) en la estación de Alagón de la Red de Calidad del Aire del Gobierno de Aragón, realizadas mediante captadores pasivos en el período comprendido de enero de 2022 a diciembre de 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 COV 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 COV por laboratorio, se realiza según método interno CGM/027-a: Determinación de compuestos orgánicos volátiles en tubos absorbentes con desorción térmica y cromatografía de gases/masas. Este es un método complementario a las siguientes Normas:

- UNE-EN ISO 16017-2:2003. Aire de interiores, ambiente y ocupacional. Muestreo y análisis de compuestos orgánicos volátiles por tubo adsorbente/desorción térmica / cromatografía de gases capilar.

UNE-EN 14662-4:2005. Calidad del aire ambiente. Método normalizado para la medida de la concentración de benceno. Muestreo difusivo seguido por desorción térmica y cromatografía de gases

### 3. Descripción del Contaminante

Según la Directiva 2008/50/CE, relativa a la calidad del aire ambiente, se incluye bajo el término de compuestos orgánicos volátiles (COV) aquellos compuestos orgánicos procedentes de fuentes antropogénicas y biogénicas, con excepción del metano, capaces de producir oxidantes fotoquímicos por reacción con los óxidos de nitrógeno bajo el efecto de la luz solar.

Los compuestos orgánicos volátiles, son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Se puede considerar como COV aquel compuesto orgánico que a 20°C tenga una presión de vapor de 0.01 kPa o más, o una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso.<sup>1</sup>

Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno.

Las fuentes de COV, en el medio urbano suelen estar dominados por las emisiones de vehículos y el empleo de disolventes y pinturas. También, se liberan durante la quema de combustibles, como gasolina (el transporte es una de las principales fuentes de emisión de COV), madera, carbón o gas natural y también desde disolventes, pinturas, adhesivos, plásticos, aromatizantes y otros productos empleados en procesos industriales.

Los COV en conjunto con los óxidos de nitrógeno y la luz solar, son precursores del ozono a nivel de suelo (ozono troposférico) que es perjudicial para la salud provocando daños respiratorios. Se puede producir el llamado smog fotoquímico que es una niebla de color marrón-rojizo.

Con respecto a daños directos sobre la salud, estos se producen principalmente por vía respiratoria, aunque también pueden entrar a través de la piel. Además, estos

---

<sup>1</sup> [De compuestos orgánicos volátiles \(miteco.gob.es\)](http://miteco.gob.es)

compuestos son liposolubles por lo que se bioacumulan en las grasas de los organismos vivos. También se pueden dar efectos psiquiátricos (irritabilidad, dificultad de concentración, etc.). Además, a largo plazo pueden causar daños renales, al hígado o al sistema nervioso central o algunos COV tienen efecto cancerígeno como por ejemplo el benceno.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), clasifica el benceno y el 1,3-butadieno en el grupo 1 (carcinógeno para las personas) y el etilbenceno y el isopreno en el grupo 2B (posible carcinógeno para humanos)<sup>2</sup>.

## 4. Legislación Aplicable

Aunque actualmente no existe una legislación específica relativa a COV, sí podemos encontrar legislación sobre valores límite para el benceno. Debido a su toxicidad, tanto la Directiva 2008/50/CE como el Real Decreto 102/2011 establecen un valor límite (VL) para el promedio anual de benceno en el aire ambiente de 5 µg/m<sup>3</sup>.<sup>3</sup>

En la citada normativa se incluyen los umbrales superior e inferior de evaluación (UES y UEI), 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.

En la figura 1, se describen los umbrales de evaluación para el benceno:

| Umbral                        | Media Anual                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Umbral Superior de evaluación | 70% del valor limite (3,5 µg/m <sup>3</sup> ) |
| Umbral Inferior de evaluación | 40% del valor limite (2 µg/m <sup>3</sup> )   |

Figura 1. Umbrales de Evaluación benceno  
Fuente: Real Decreto 102/2011

<sup>2</sup> [CANCERÍGENOS y MUTÁGENOS 1A y 1B.xlsx \(insst.es\)](#)

<sup>3</sup> Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Además del VL y de los UEI y UES para benceno, en la normativa se establecen recomendaciones para la medición de los COV precursores de ozono. Éstos incluyen la monitorización de los compuestos BTEX, además de otros 26 compuestos orgánicos volátiles.

Los objetivos principales de estas mediciones son analizar la evolución de los precursores de ozono, comprobar la eficacia de las estrategias de reducción de las emisiones y contribuir a establecer conexiones entre las fuentes de emisiones y los niveles observados de contaminación; así como aumentar los conocimientos sobre la formación de ozono y los procesos de dispersión de sus precursores.

Las sustancias precursoras que recomiendan su medición son los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles.

En la siguiente tabla se indica la lista de los COV que según el Anexo XI del Real Decreto 102/2011, se recomienda evaluar:

|                                                                             |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Etano<br>Etileno<br>Acetileno<br>Propano<br>Propeno<br>n-Butano<br>i-Butano | 1-Buteno<br>trans-2-buteno<br>cis-2-buteno<br>1,3-Butadieno<br><b>n-Pentano *</b><br><b>i-Pentano *</b><br><b>1-Penteno *</b><br><b>2-Penteno *</b> | <b>Isopreno*</b><br><b>n-Hexano*</b><br><b>i-Hexano *</b><br><b>n-Heptano *</b><br><b>n-Octano *</b><br><b>i-Octano *</b><br><b>Benceno*</b><br><b>Tolueno*</b> | <b>Etibenceno*</b><br><b>m+p-Xileno</b><br><b>o-Xileno*</b><br><b>1,2,4-Trimetilbenceno *</b><br><b>1,2,3-Trimetilbenceno *</b><br><b>1,3,5-Trimetilbenceno *</b><br>Formaldehído<br>Hidrocarburos totales no metánicos |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

\* COV medidos en este estudio

Figura 2. Lista de COV cuya medición se recomienda  
Fuente: Real Decreto 102/2011

## 5. Metodología de la Campaña

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

| DENOMINACIÓN | FECHA INICIO | FECHA FINAL | PERÍODO ESTACIONAL |
|--------------|--------------|-------------|--------------------|
| 01-PRE-22    | 15/02/2022   | 22/02/2022  | Invierno           |
| 02-PRE-22    | 14/03/2022   | 21/03/2022  | Invierno           |
| 03-PRE-22    | 09/05/2022   | 16/05/2022  | Primavera          |
| 04-PRE-22    | 06/06/2022   | 13/06/2022  | Primavera          |
| 05-PRE-22    | 12/07/2022   | 19/07/2022  | Verano             |
| 06-PRE-22    | 22/08/2022   | 29/08/2022  | Verano             |
| 07-PRE-22    | 23/09/2022   | 30/09/2022  | Otoño              |
| 08-PRE-22    | 08/11/2022   | 15/11/2022  | Otoño              |

Figura 3. Metodología de la campaña  
Fuente: Propia

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



## 6. Equipos

Para la medición se ha empleado la captación pasiva, mediante tubos adsorbentes Radiello (Figura 4).

Los componentes del sistema de muestreo son:

- Cuerpo difusor amarillo
- Placa de apoyo
- Adaptador vertical
- Cartucho adsorbente RAD145
- Soporte triangular
- Carcasa protectora



Figura 4. Sistema de muestreo Pasivos Radiello  
Fuente: Manual Radiello

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid

☎ +34 91 565 02 57

☎ +34 91 565 03 06

E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

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 5. Instalación de Pasivos Radiello  
Fuente: Propia

## 7. 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>4</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>4</sup> [NTP 151: Toma de muestras con captadores pasivos \(insst.es\)](http://ntp151.insst.es)

## 7.1 Descripción de cartucho RAD 145

RAD145 es un cartucho formado por una red cilíndrica de acero inoxidable ( $3 \times 8 \mu\text{m}$ ) con un diámetro interno de 4,8 mm relleno de 350  $\pm$  10 mg de Carbograph 4TM de 35-50 tamaño de malla. Este cartucho está alojado de forma coaxial dentro de un cuerpo difusivo de policarbonato y polietileno microporoso.

Entre las ventajas más destacadas del Radiello frente a otros muestreadores pasivos están la posibilidad de adsorción de concentraciones elevadas a elevada velocidad sin depender de la humedad relativa del ambiente y de la velocidad del viento en un rango de 0,01 a 10 m/s, lo que hace adecuado el muestreo de aire exterior.

Los compuestos orgánicos volátiles son atrapados por adsorción y recuperados por desorción térmica, el análisis se realiza por cromatografía de gases capilar y detección FID o MS.

La desorción térmica no requiere el uso de disolventes tóxicos como el disulfuro de carbono, garantiza niveles muy bajos de detección, es adecuado para la detección por espectrometría de masas y permite la recuperación analítica satisfactoria de los analitos adsorbidos en los cartuchos.

## 8. Ubicación

El presente estudio se realiza en la cabina de la estación de calidad del aire del Gobierno de Aragón, en el municipio de Alagón (Figura 5).

Situación: Ctra. Zaragoza – Logroño, km 133

Posición GMS:      N: 41° 45' 718''      W: 1° 08' 677''



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

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid

☎ +34 91 565 02 57

☎ +34 91 565 03 06

E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)





Figura 7. Ubicación Estación de Alagón  
Fuente: Propia

**DELEGACIÓN OESTE**

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**OFICINA CENTRAL**

Laguna del Marquesado 19

Planta 2 – Nave 17

28021 Madrid

☎ +34 91 565 02 57

☎ +34 91 565 03 06

E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**DELEGACIÓN NORESTE**

Pablo Iglesias, 24 Local

50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 9. Datos Meteorológicos

Las condiciones meteorológicas influyen en el tiempo que pasan los COV en la atmósfera y también son responsables de que un contaminante emitido por una fuente sea transportado en una dirección o en otra.

A continuación, se indican las condiciones meteorológicas en la estación de Alagón, durante la campaña de muestreo:

### 9.1 Temperatura

En la campaña de medida indicativa, la temperatura media del período de estudio fue de 19,6 °C. En el período estacional de invierno se registró una media de temperatura de 11,5 °C, en primavera de 22,7 °C. Para las mediciones del período de verano se presentó una temperatura media de 27,8 °C. Para las mediciones correspondientes al período de otoño se registró una media de 16,1 °C.

La temperatura máxima diaria presentada fue de 37,40°C el día 13/07/2022 en la medida correspondiente a 05-PRE-22 en verano. La temperatura mínima diaria registrada fue de 7,2 °C el 19/02/2022 en la medida 01-PRE-22 de invierno.

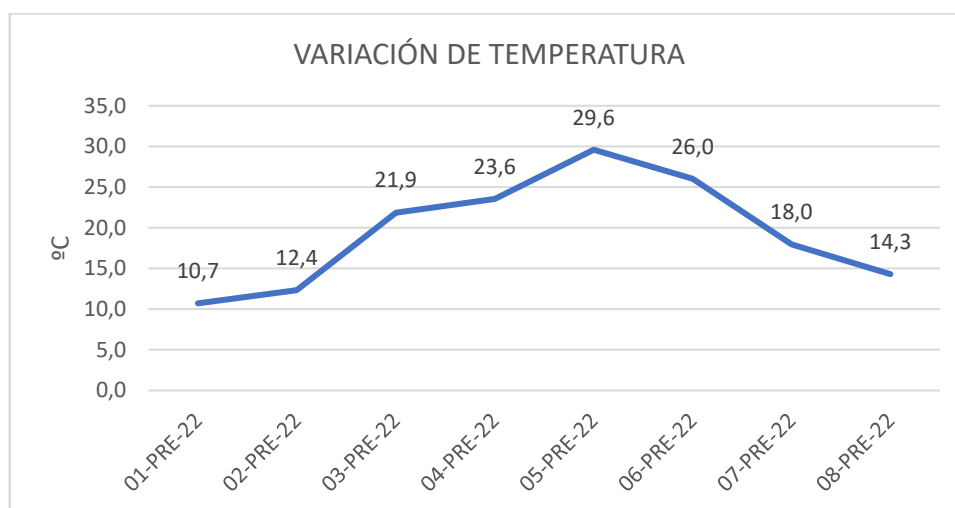


Figura 8. Variación de Temperatura  
Fuente: Propia

## 9.2 Humedad Relativa

Los valores medios de humedad relativa fueron de 62,8% en invierno; 54,0% en primavera; 48,9% en verano y 73,6% en la época otoñal. (Figura 9).

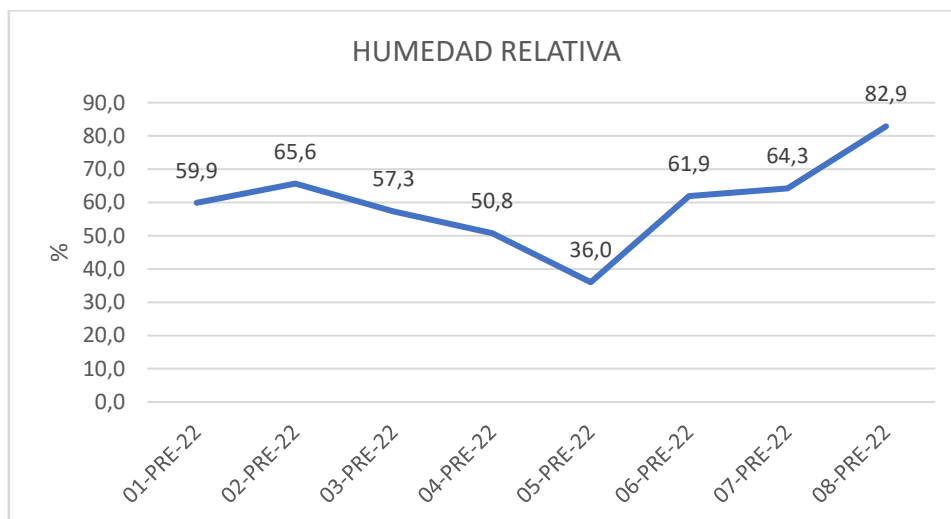


Figura 9. Humedad relativa  
Fuente: Propia

## 9.3 Precipitación

La precipitación registrada durante las mediciones de invierno fue de 13 mm; en primavera fue de 6,4 mm; en verano se registraron 27,4 mm; en el período de otoño se registró un valor de 6,6 mm.



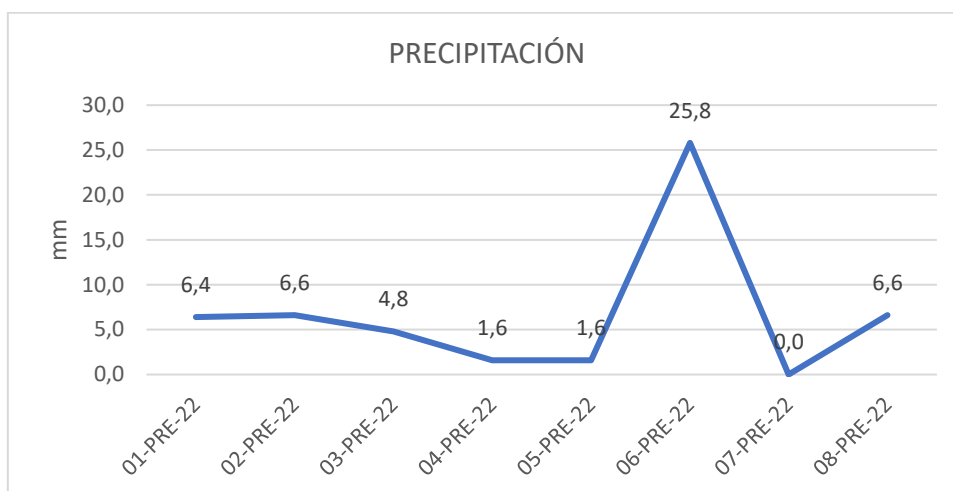
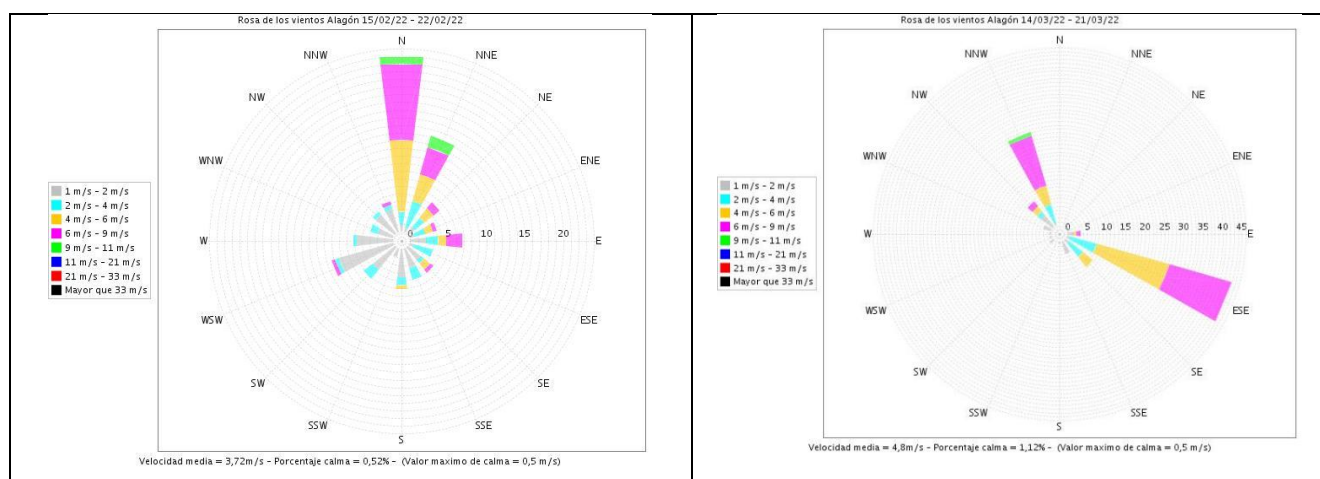


Figura 10. Precipitación  
Fuente: Propia

## 9.4 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 Alagón en la campaña de medidas indicativas fue Nor-Noreste. Su velocidad media fue de 2,93 m/s, con un porcentaje de calma de 1,38 %.



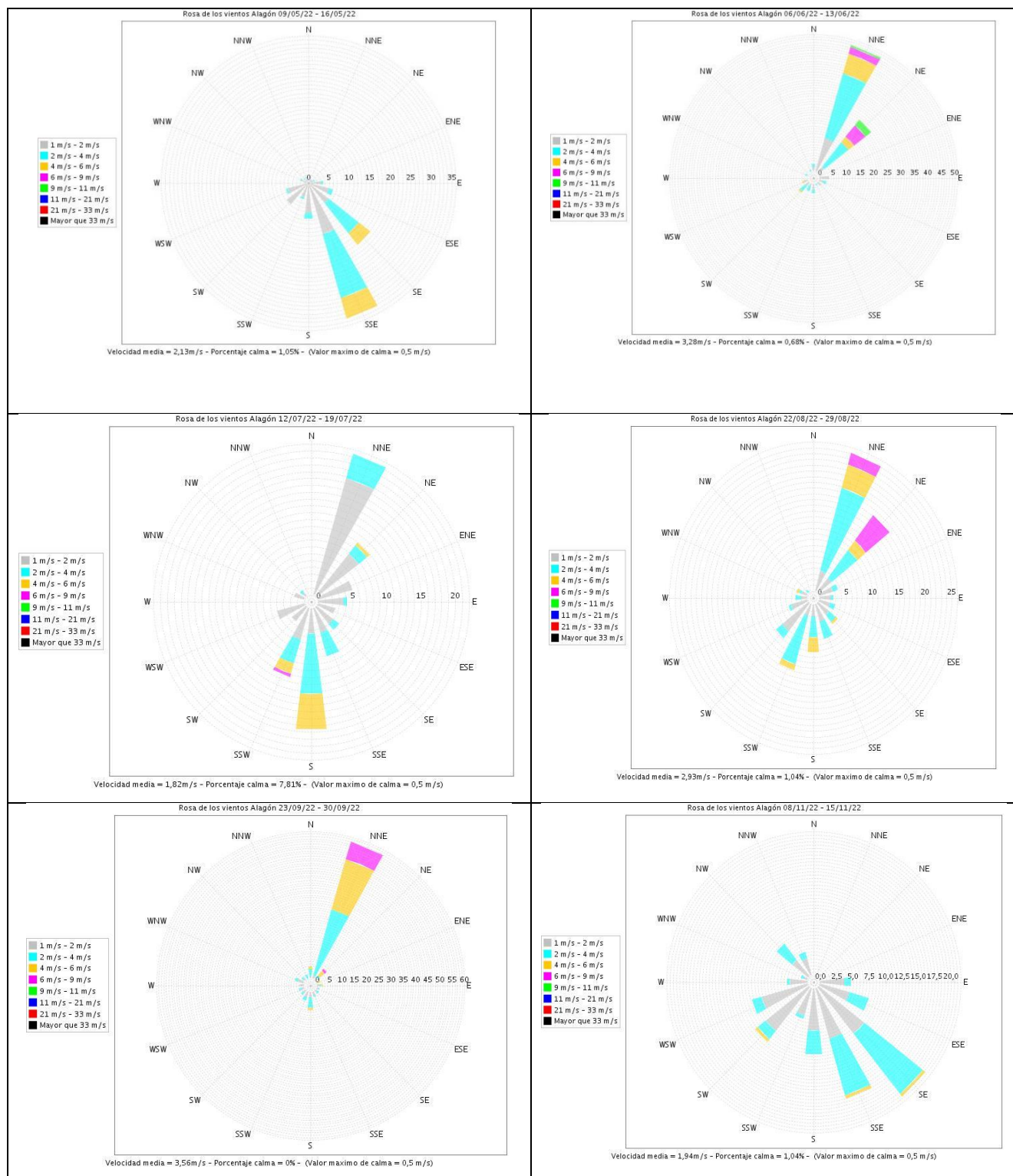


Figura 11. Rosa de los vientos Campaña COV  
Fuente: CECOMA

## 10. Toma de muestras

Los captadores se instalaron en la cabina de la estación de calidad de aire de Alagón. 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.

## 11. 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 para la determinación de COV.

La concentración media del período de muestreo se calcula a partir de masa en la muestra de los analitos y tiempo de exposición sin introducir cualquier otro factor de corrección, además de variaciones de temperatura de Q.

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

$$C = \frac{m}{Q_k * t} * 1000000$$

Donde:

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

m: masa del analito en  $\mu\text{g}$

t: tiempo de exposición en minutos

$Q_k$ : Frecuencia de muestreo a la temperatura K

### 11.1 Efecto de la temperatura, la humedad y la velocidad del viento

Las tasas de muestreo varían desde el valor a 298 K sobre el efecto de la temperatura (en Kelvin) como se expresa en la siguiente ecuación:

$$Q_k = Q_{298} * \left( \frac{K}{298} \right)^{1,5}$$

donde  $Q_k$  es la frecuencia de muestreo a la temperatura K y  $Q_{298}$  es el valor de referencia a 298 K. Esto produce una variación de  $\pm 5\%$  de la variación  $10^\circ\text{C}$  (hacia arriba o hacia abajo) a partir de  $25^\circ\text{C}$ . Por su parte, la tasa de muestreo es invariante con humedad en el rango 15-90% y con velocidad del viento entre 0,1 y 10 m/s.

Por lo anterior, la constante de frecuencia de muestreo del analito  $Q_k$ , debe corregirse en función de la temperatura media de exposición de los tubos pasivos en cada

campana, teniendo en cuenta los datos de temperatura proporcionados por la estación meteorológica ubicada en el punto de muestreo.

## 12. Resultados

Teniendo en cuenta los boletines de referencia, dados por el laboratorio, se realizaron los cálculos descritos en el capítulo 11, referente a evaluación de datos. A continuación, se describen los resultados:

| Identificación | Fecha Inicio | Hora Inicio | Fecha Final | Hora Final |
|----------------|--------------|-------------|-------------|------------|
| 01-PRE-22      | 15/02/2022   | 10:00       | 22/02/2022  | 10:00      |
| 02-PRE-22      | 14/03/2022   | 10:00       | 21/03/2022  | 10:00      |
| 03-PRE-22      | 09/05/2022   | 12:00       | 16/05/2022  | 12:00      |
| 04-PRE-22      | 06/06/2022   | 14:00       | 13/06/2022  | 14:00      |
| 05-PRE-22      | 12/07/2022   | 14:00       | 19/07/2022  | 14:00      |
| 06-PRE-22      | 22/08/2022   | 14:00       | 29/08/2022  | 14:00      |
| 07-PRE-22      | 23/09/2022   | 14:00       | 30/09/2022  | 14:00      |
| 08-PRE-22      | 08/11/2022   | 9:00        | 15/11/2022  | 9:00       |

Figura 12. Identificación de campana  
Fuente: Propia

### 12.1 Resultados Laboratorio

| 01-PRE-22 |             |           |          |           |               |             |
|-----------|-------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
| Parámetro |             | Resultado | Unidades | Método    | Lte. Cuantif. | Incertd +/- |
| 543       | Benceno     | 0,22      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,04        |
| 544       | Tolueno     | 0,22      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,05        |
| 545       | Etilbenceno | <0,10     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,04        |
| 683       | m,p-Xilenos | 0,22      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,20 µg/tubo  | 0,05        |
| 682       | o-Xileno    | <0,10     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,02        |
| 1865      | Isopreno    | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1205      | n-Pentano   | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1981      | i-Pentano   | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1982      | 1-Penteno   | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1983      | 2-Penteno   | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |

| 01-PRE-22 |                       |           |          |           |               |             |
|-----------|-----------------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
|           | Parámetro             | Resultado | Unidades | Método    | Lte. Cuantif. | Incertd +/- |
| 1078      | n-Hexano              | <0,05     | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,05 µg/tubo  | 0,01        |
| 2863      | i-Hexano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1160      | n-Heptano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1678      | n-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1985      | i-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 594       | 1,2,4-Trimetilbenceno | 0,07      | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,01        |
| 1687      | 1,2,3-Trimetilbenceno | 0,04      | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,008       |
| 593       | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0,04      | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,008       |

Figura 13. Resultados de laboratorio 01-PRE-22  
Fuente: Propia

| 02-PRE-22 |                       |           |          |           |               |             |
|-----------|-----------------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
|           | Parámetro             | Resultado | Unidades | Método    | Lte. Cuantif. | Incertd +/- |
| 543       | Benceno               | 0,27      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,05        |
| 544       | Tolueno               | 0,20      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,04        |
| 545       | Etilbenceno           | <0,10     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,04        |
| 683       | m,p-Xilenos           | 0,32      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,20 µg/tubo  | 0,07        |
| 682       | o-Xileno              | 0,15      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,03        |
| 1865      | Isopreno              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1205      | n-Pentano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1981      | i-Pentano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1982      | 1-Penteno             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1983      | 2-Penteno             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1078      | n-Hexano              | <0,05     | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,05 µg/tubo  | 0,01        |
| 2863      | i-Hexano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1160      | n-Heptano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1678      | n-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1985      | i-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 594       | 1,2,4-Trimetilbenceno | 0,21      | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,04        |
| 1687      | 1,2,3-Trimetilbenceno | 0,11      | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,02        |



| 02-PRE-22 |                       |          |         |               |               |      |
|-----------|-----------------------|----------|---------|---------------|---------------|------|
| Parámetro | Resultado             | Unidades | Método  | Lte. Cuantif. | Incertd +/-   |      |
| 593       | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0,08     | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,02 |

Figura 14. Resultados de laboratorio 02-PRE-22  
Fuente: Propia

| 03-PRE-22 |                       |          |         |               |               |       |
|-----------|-----------------------|----------|---------|---------------|---------------|-------|
| Parámetro | Resultado             | Unidades | Método  | Lte. Cuantif. | Incertd +/-   |       |
| 543       | Benceno               | <0,05    | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,05 µg/tubo  | 0,02  |
| 544       | Tolueno               | 0,39     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,05 µg/tubo  | 0,08  |
| 545       | Etilbenceno           | 0,22     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,10 µg/tubo  | 0,06  |
| 683       | m,p-Xilenos           | 0,44     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,20 µg/tubo  | 0,10  |
| 682       | o-Xileno              | 0,16     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,10 µg/tubo  | 0,03  |
| 1865      | Isopreno              | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1205      | n-Pentano             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1981      | i-Pentano             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1982      | 1-Penteno             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1983      | 2-Penteno             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1078      | n-Hexano              | <0,05    | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,05 µg/tubo  | 0,01  |
| 2863      | i-Hexano              | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1160      | n-Heptano             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1678      | n-Octano              | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1985      | i-Octano              | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 594       | 1,2,4-Trimetilbenceno | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1687      | 1,2,3-Trimetilbenceno | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 593       | 1,3,5-Trimetilbenceno | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |

Figura 15. Resultados de laboratorio 03-PRE-22  
Fuente: Propia

| 04-PRE-22 |           |          |         |               |              |      |
|-----------|-----------|----------|---------|---------------|--------------|------|
| Parámetro | Resultado | Unidades | Método  | Lte. Cuantif. | Incertd +/-  |      |
| 543       | Benceno   | <0,05    | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,05 µg/tubo | 0,02 |
| 544       | Tolueno   | 0,06     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,05 µg/tubo | 0,02 |

| 04-PRE-22 |                       |           |          |           |               |             |
|-----------|-----------------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
|           | Parámetro             | Resultado | Unidades | Método    | Lte. Cuantif. | Incertd +/- |
| 545       | Etilbenceno           | <0,10     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,04        |
| 683       | m,p-Xilenos           | <0,20     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,20 µg/tubo  | 0,04        |
| 682       | o-Xileno              | <0,10     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,02        |
| 1865      | Isopreno              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1205      | n-Pentano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1981      | i-Pentano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1982      | 1-Penteno             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1983      | 2-Penteno             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1078      | n-Hexano              | <0,05     | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,05 µg/tubo  | 0,01        |
| 2863      | i-Hexano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1160      | n-Heptano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1678      | n-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1985      | i-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 594       | 1,2,4-Trimetilbenceno | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1687      | 1,2,3-Trimetilbenceno | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 593       | 1,3,5-Trimetilbenceno | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |

Figura 16. Resultados de laboratorio 04-PRE-22  
Fuente: Propia

| 05-PRE-22 |             |           |          |           |               |             |
|-----------|-------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
|           | Parámetro   | Resultado | Unidades | Método    | Lte. Cuantif. | Incertd +/- |
| 543       | Benceno     | <0,05     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,02        |
| 544       | Tolueno     | 0,25      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,05        |
| 545       | Etilbenceno | 0,11      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,04        |
| 683       | m,p-Xilenos | 0,26      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,20 µg/tubo  | 0,06        |
| 682       | o-Xileno    | 0,10      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,02        |
| 1865      | Isopreno    | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1205      | n-Pentano   | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1981      | i-Pentano   | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1982      | 1-Penteno   | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1983      | 2-Penteno   | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |



| 05-PRE-22 |                       |           |          |           |               |             |
|-----------|-----------------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
|           | Parámetro             | Resultado | Unidades | Método    | Lte. Cuantif. | Incertd +/- |
| 1078      | n-Hexano              | <0,05     | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,05 µg/tubo  | 0,01        |
| 2863      | i-Hexano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1160      | n-Heptano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1678      | n-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1985      | i-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 594       | 1,2,4-Trimetilbenceno | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1687      | 1,2,3-Trimetilbenceno | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 593       | 1,3,5-Trimetilbenceno | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |

Figura 17. Resultados de laboratorio 05-PRE-22  
Fuente: Propia

| 06-PRE-22 |                       |           |          |           |               |             |
|-----------|-----------------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
|           | Parámetro             | Resultado | Unidades | Método    | Lte. Cuantif. | Incertd +/- |
| 543       | Benceno               | <0,05     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,02        |
| 544       | Tolueno               | 0,17      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,06        |
| 545       | Etilbenceno           | <0,10     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,04        |
| 683       | m,p-Xilenos           | 0,22      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,20 µg/tubo  | 0,04        |
| 682       | o-Xileno              | <0,10     | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,02        |
| 1865      | Isopreno              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1205      | n-Pentano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,01        |
| 1981      | i-Pentano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1982      | 1-Penteno             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1983      | 2-Penteno             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1078      | n-Hexano              | <0,05     | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,05 µg/tubo  | 0,01        |
| 2863      | i-Hexano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1160      | n-Heptano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1678      | n-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1985      | i-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 594       | 1,2,4-Trimetilbenceno | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,006       |
| 1687      | 1,2,3-Trimetilbenceno | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,004       |

| 06-PRE-22 |                       |          |         |               |               |       |
|-----------|-----------------------|----------|---------|---------------|---------------|-------|
| Parámetro | Resultado             | Unidades | Método  | Lte. Cuantif. | Incertd +/-   |       |
| 593       | 1,3,5-Trimetilbenceno | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,004 |

Figura 18. Resultados de laboratorio 06-PRE-22  
Fuente: Propia

| 07-PRE-22 |                       |          |         |               |               |       |
|-----------|-----------------------|----------|---------|---------------|---------------|-------|
| Parámetro | Resultado             | Unidades | Método  | Lte. Cuantif. | Incertd +/-   |       |
| 543       | Benceno               | <0,05    | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,05 µg/tubo  | 0,02  |
| 544       | Tolueno               | 0,18     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,05 µg/tubo  | 0,04  |
| 545       | Etilbenceno           | 0,30     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,10 µg/tubo  | 0,08  |
| 683       | m,p-Xilenos           | 0,70     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,20 µg/tubo  | 0,20  |
| 682       | o-Xileno              | 0,19     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,10 µg/tubo  | 0,04  |
| 1865      | Isopreno              | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1205      | n-Pentano             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1981      | i-Pentano             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1982      | 1-Penteno             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1983      | 2-Penteno             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1078      | n-Hexano              | <0,05    | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,05 µg/tubo  | 0,01  |
| 2863      | i-Hexano              | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1160      | n-Heptano             | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1678      | n-Octano              | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 1985      | i-Octano              | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |
| 594       | 1,2,4-Trimetilbenceno | 0,02     | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,004 |
| 1687      | 1,2,3-Trimetilbenceno | 0,02     | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,004 |
| 593       | 1,3,5-Trimetilbenceno | <0,010   | µg/tubo | CGM/027-n     | 0,010 µg/tubo | 0,002 |

Figura 19. Resultados de laboratorio 07-PRE-22  
Fuente: Propia

| 08-PRE-22 |           |          |         |               |              |      |
|-----------|-----------|----------|---------|---------------|--------------|------|
| Parámetro | Resultado | Unidades | Método  | Lte. Cuantif. | Incertd +/-  |      |
| 543       | Benceno   | 0,13     | µg/tubo | CGM/027-a     | 0,05 µg/tubo | 0,03 |

| 08-PRE-22 |                       |           |          |           |               |             |
|-----------|-----------------------|-----------|----------|-----------|---------------|-------------|
|           | Parámetro             | Resultado | Unidades | Método    | Lte. Cuantif. | Incertd +/- |
| 544       | Tolueno               | 0,26      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,05 µg/tubo  | 0,05        |
| 545       | Etilbenceno           | 0,20      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,04        |
| 683       | m,p-Xilenos           | 0,70      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,20 µg/tubo  | 0,20        |
| 682       | o-Xileno              | 0,38      | µg/tubo  | CGM/027-a | 0,10 µg/tubo  | 0,08        |
| 1865      | Isopreno              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1205      | n-Pentano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1981      | i-Pentano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1982      | 1-Penteno             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1983      | 2-Penteno             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1078      | n-Hexano              | <0,05     | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,05 µg/tubo  | 0,01        |
| 2863      | i-Hexano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1160      | n-Heptano             | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1678      | n-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 1985      | i-Octano              | <0,010    | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,002       |
| 594       | 1,2,4-Trimetilbenceno | 0,04      | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,008       |
| 1687      | 1,2,3-Trimetilbenceno | 0,02      | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,004       |
| 593       | 1,3,5-Trimetilbenceno | 0,02      | µg/tubo  | CGM/027-n | 0,010 µg/tubo | 0,004       |

Figura 20. Resultados de laboratorio 08-PRE-22  
Fuente: Propia

## 12.2 Resultados de Ajuste Qk

| 01-PRE-22   |       |           |              |                       |
|-------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro   | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| Benceno     | 24,93 | 0,22      | 10080        | 0,88                  |
| Tolueno     | 27,90 | 0,22      | 10080        | 0,78                  |
| Etilbenceno | 23,90 | 0,10      | 10080        | 0,42                  |
| m,p-Xilenos | 24,74 | 0,22      | 10080        | 0,88                  |
| o-Xileno    | 22,88 | 0,10      | 10080        | 0,43                  |
| Isopreno    | 23,25 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Pentano   | 23,25 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Pentano   | 23,25 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1-Penteno   | 23,25 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 2-Penteno   | 23,25 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |

| 01-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| n-Hexano              | 23,25 | 0,05      | 10080        | 0,21                  |
| i-Hexano              | 23,25 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Heptano             | 23,53 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Octano              | 22,42 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Octano              | 23,25 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 20,37 | 0,07      | 10080        | 0,34                  |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 23,25 | 0,04      | 10080        | 0,17                  |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 23,25 | 0,04      | 10080        | 0,17                  |

Figura 21. Concentración 01-PRE-22  
Fuente: Propia

| 02-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| Benceno               | 24,95 | 0,27      | 10080        | 1,07                  |
| Tolueno               | 27,93 | 0,20      | 10080        | 0,71                  |
| Etilbenceno           | 23,93 | 0,10      | 10080        | 0,41                  |
| m,p-Xilenos           | 24,77 | 0,32      | 10080        | 1,28                  |
| o-Xileno              | 22,91 | 0,15      | 10080        | 0,65                  |
| Isopreno              | 23,28 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Pentano             | 23,28 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Pentano             | 23,28 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1-Penteno             | 23,28 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 2-Penteno             | 23,28 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Hexano              | 23,28 | 0,05      | 10080        | 0,21                  |
| i-Hexano              | 23,28 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Heptano             | 23,56 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Octano              | 22,44 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Octano              | 23,28 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 20,39 | 0,21      | 10080        | 1,02                  |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 23,28 | 0,11      | 10080        | 0,47                  |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 23,28 | 0,08      | 10080        | 0,34                  |

Figura 22. Concentración 02-PRE-22  
Fuente: Propia

| 03-PRE-22   |       |           |              |                       |
|-------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro   | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| Benceno     | 26,15 | 0,05      | 10080        | 0,19                  |
| Tolueno     | 29,27 | 0,39      | 10080        | 1,32                  |
| Etilbenceno | 25,08 | 0,22      | 10080        | 0,87                  |
| m,p-Xilenos | 25,95 | 0,44      | 10080        | 1,68                  |

| 03-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| o-Xileno              | 24,00 | 0,16      | 10080        | 0,66                  |
| Isopreno              | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Pentano             | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Pentano             | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1-Penteno             | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 2-Penteno             | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Hexano              | 24,39 | 0,05      | 10080        | 0,20                  |
| i-Hexano              | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Heptano             | 24,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Octano              | 23,51 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Octano              | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 21,37 | 0,01      | 10080        | 0,05                  |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 24,39 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |

Figura 23. Concentración 03-PRE-22

Fuente: Propia

| 04-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| Benceno               | 26,63 | 0,05      | 10080        | 0,19                  |
| Tolueno               | 29,81 | 0,06      | 10080        | 0,20                  |
| Etilbenceno           | 25,54 | 0,10      | 10080        | 0,39                  |
| m,p-Xilenos           | 26,43 | 0,20      | 10080        | 0,75                  |
| o-Xileno              | 24,45 | 0,10      | 10080        | 0,41                  |
| Isopreno              | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Pentano             | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Pentano             | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1-Penteno             | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 2-Penteno             | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Hexano              | 24,84 | 0,05      | 10080        | 0,20                  |
| i-Hexano              | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Heptano             | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Octano              | 23,95 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Octano              | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 21,76 | 0,01      | 10080        | 0,05                  |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 24,84 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |

Figura 24. Concentración 04-PRE-22

Fuente: Propia

| 05-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| Benceno               | 27,44 | 0,05      | 10080        | 0,18                  |
| Tolueno               | 30,72 | 0,25      | 10080        | 0,81                  |
| Etilbenceno           | 26,32 | 0,11      | 10080        | 0,41                  |
| m,p-Xilenos           | 27,24 | 0,26      | 10080        | 0,95                  |
| o-Xileno              | 25,19 | 0,10      | 10080        | 0,39                  |
| Isopreno              | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Pentano             | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Pentano             | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1-Penteno             | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 2-Penteno             | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Hexano              | 25,60 | 0,05      | 10080        | 0,19                  |
| i-Hexano              | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Heptano             | 25,91 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Octano              | 24,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Octano              | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 22,43 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 25,60 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |

Figura 25. Concentración 05-PRE-22  
Fuente: Propia

| 06-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| Benceno               | 26,96 | 0,05      | 10080        | 0,18                  |
| Tolueno               | 30,17 | 0,17      | 10080        | 0,56                  |
| Etilbenceno           | 25,85 | 0,10      | 10080        | 0,38                  |
| m,p-Xilenos           | 26,75 | 0,22      | 10080        | 0,82                  |
| o-Xileno              | 24,74 | 0,10      | 10080        | 0,40                  |
| Isopreno              | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Pentano             | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Pentano             | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1-Penteno             | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 2-Penteno             | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Hexano              | 25,14 | 0,05      | 10080        | 0,20                  |
| i-Hexano              | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Heptano             | 25,45 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Octano              | 24,24 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Octano              | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 22,03 | 0,01      | 10080        | 0,05                  |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |

#### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19

Planta 2 – Nave 17

28021 Madrid

☎ +34 91 565 02 57

☎ +34 91 565 03 06

E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local

50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

| 06-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 25,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |

Figura 26. Concentración 06-PRE-22  
Fuente: Propia

| 07-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| Benceno               | 25,88 | 0,05      | 10080        | 0,19                  |
| Tolueno               | 28,97 | 0,18      | 10080        | 0,62                  |
| Etilbenceno           | 24,82 | 0,30      | 10080        | 1,20                  |
| m,p-Xilenos           | 25,69 | 0,70      | 10080        | 2,70                  |
| o-Xileno              | 23,76 | 0,19      | 10080        | 0,79                  |
| Isopreno              | 24,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Pentano             | 24,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Pentano             | 24,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1-Penteno             | 24,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 2-Penteno             | 24,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Hexano              | 24,14 | 0,05      | 10080        | 0,21                  |
| i-Hexano              | 24,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Heptano             | 24,43 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Octano              | 23,27 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Octano              | 24,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 21,15 | 0,02      | 10080        | 0,09                  |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 24,14 | 0,02      | 10080        | 0,08                  |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 24,14 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |

Figura 27. Concentración 07-PRE-22  
Fuente: Propia

| 08-PRE-22   |       |           |              |                       |
|-------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro   | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| Benceno     | 25,39 | 0,13      | 10080        | 0,51                  |
| Tolueno     | 28,42 | 0,26      | 10080        | 0,91                  |
| Etilbenceno | 24,35 | 0,20      | 10080        | 0,81                  |
| m,p-Xilenos | 25,20 | 0,70      | 10080        | 2,76                  |
| o-Xileno    | 23,31 | 0,38      | 10080        | 1,62                  |
| Isopreno    | 23,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Pentano   | 23,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Pentano   | 23,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1-Penteno   | 23,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 2-Penteno   | 23,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |



| 08-PRE-22             |       |           |              |                       |
|-----------------------|-------|-----------|--------------|-----------------------|
| Parámetro             | Qk    | masa (µg) | tiempo (min) | Concentración (µg/m³) |
| n-Hexano              | 23,68 | 0,05      | 10080        | 0,21                  |
| i-Hexano              | 23,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Heptano             | 23,97 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| n-Octano              | 22,83 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| i-Octano              | 23,68 | 0,01      | 10080        | 0,04                  |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 20,75 | 0,04      | 10080        | 0,19                  |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 23,68 | 0,02      | 10080        | 0,08                  |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 23,68 | 0,02      | 10080        | 0,08                  |

Figura 28. Concentración 08-PRE-22  
Fuente: Propia

## 12.3 Resultados Concentración COV

| Parámetro             | Concentración (µg/m³) |           |           |           |           |           |           |           | Media (µg/m³) |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                       | 01-PRE-22             | 02-PRE-22 | 03-PRE-22 | 04-PRE-22 | 05-PRE-22 | 06-PRE-22 | 07-PRE-22 | 08-PRE-22 |               |
| Benceno               | 0,88                  | 1,07      | 0,19      | 0,19      | 0,18      | 0,18      | 0,19      | 0,51      | 0,42          |
| Tolueno               | 0,78                  | 0,71      | 1,32      | 0,20      | 0,81      | 0,56      | 0,62      | 0,91      | 0,74          |
| Etilbenceno           | 0,42                  | 0,41      | 0,87      | 0,39      | 0,41      | 0,38      | 1,20      | 0,81      | 0,61          |
| m,p-Xilenos           | 0,88                  | 1,28      | 1,68      | 0,75      | 0,95      | 0,82      | 2,70      | 2,76      | 1,48          |
| o-Xileno              | 0,43                  | 0,65      | 0,66      | 0,41      | 0,39      | 0,40      | 0,79      | 1,62      | 0,67          |
| Isopreno              | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| n-Pentano             | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| i-Pentano             | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| 1-Penteno             | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| 2-Penteno             | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| n-Hexano              | 0,21                  | 0,21      | 0,20      | 0,20      | 0,19      | 0,20      | 0,21      | 0,21      | 0,20          |
| i-Hexano              | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| n-Heptano             | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| n-Octano              | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| i-Octano              | 0,04                  | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04          |
| 1,2,4-Trimetilbenceno | 0,34                  | 1,02      | 0,05      | 0,05      | 0,04      | 0,05      | 0,09      | 0,19      | 0,23          |
| 1,2,3-Trimetilbenceno | 0,17                  | 0,47      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,08      | 0,08      | 0,12          |
| 1,3,5-Trimetilbenceno | 0,17                  | 0,34      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,04      | 0,08      | 0,10          |

Figura 29. Resultados Campaña COV  
Fuente: Propia

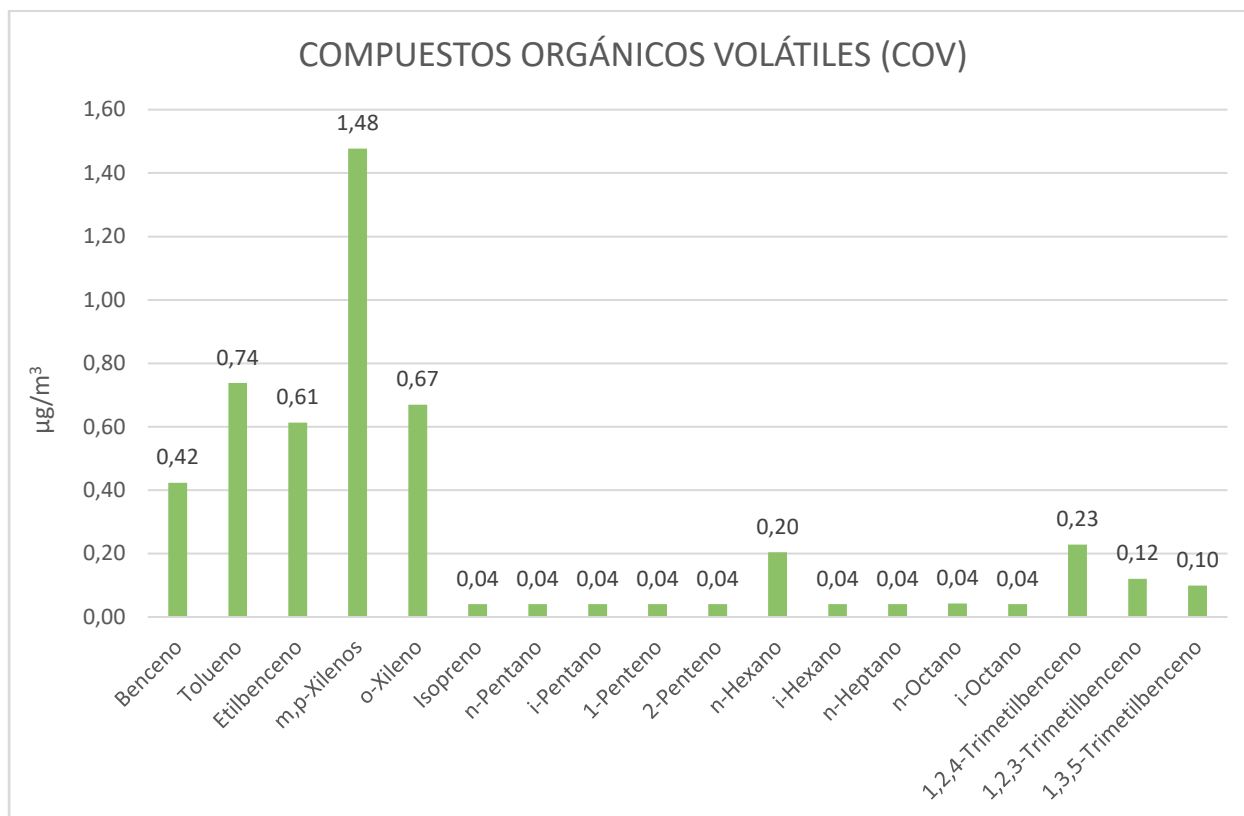


Figura 30. Resultados campaña de medidas indicativas COV  
Fuente: Propia

## 13. Conclusiones

La campaña de medición de COV, 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 56 días de muestreo. Por lo anterior, se cumple así con el 14% de cobertura mínima de datos en mediciones indicativas según el Real Decreto 102/2011.

En la estación de Alagón, se presentó una concentración media anual de benceno de  $0,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; concentración media anual de Tolueno de  $0,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; concentración media anual de Etilbenceno  $0,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y media anual de m, p-Xilenos de  $1,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo este último el parámetro más representativo de las campañas indicativas.

En el estudio, se registraron los valores más altos de concentración de compuestos orgánicos volátiles en la muestra 08-PRE-22, correspondiente al período del 08/11/2022 al 15/11/2022 (medida otoño) y en la muestra 02-PRE-22, correspondiente al período del 14/03/2022 al 21/03/2022 (medida invierno). Por su parte, los menores valores se registraron en la muestra 04-PRE-22, durante el período del 06/06/2022 al 13/06/2022 (medida primaveral).

De acuerdo a los resultados de benceno, en la estación invernal se registraron concentraciones de  $0,88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $1,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En primavera se presentaron concentraciones de  $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en ambas medidas; en otoño se presentaron concentraciones de  $0,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en las dos muestras. Por su parte en la campaña de otoño se registraron los valores de  $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Obteniéndose así una media anual de concentración de benceno de  $0,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Al realizar la comparativa del resultado de media anual de benceno con el valor regulado en la legislación, se concluye que la concentración media de este parámetro, no presenta superación del umbral inferior de evaluación en la zona de estudio.

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

Teniendo en cuenta el comportamiento de los COV en los períodos estacionales, se infiere que, por las condiciones atmosféricas, las medidas de primavera y verano, presentan menores concentraciones de COV, debido a que cuentan con mayor temperatura e incidencia de la radiación solar facilitando la reactividad de estos compuestos y los procesos de evaporación.

Los valores más altos de COV, se presentan en invierno y otoño, esto se debe a que en esta época se presentan mayores emisiones derivadas de la combustión (como consecuencia del uso de calefacciones) y dadas las características propias de época fría, se favorece el aumento de la densidad de tráfico, lo que provoca un aumento de las emisiones de COV. Así mismo, presenta menores velocidades de viento, lo que corresponden con el registro de concentraciones de COV más elevadas, porque se presenta menor dispersión de estos contaminantes.

En la evaluación, se observa que las mayores concentraciones de COV, se encuentran en la fracción correspondiente a los hidrocarburos aromáticos o los llamados (BTEX) benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos; generalmente la fuente principal de estos BTEX es la emisión de vehículos, estableciendo así marcada concordancia con la ubicación del punto de muestreo, puesto que la estación de Alagón, cuenta con influencia de tráfico rodado, al encontrarse próxima a la carretera Zaragoza- Logroño.

**DELEGACIÓN OESTE**

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**OFICINA CENTRAL**

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid

☎ +34 91 565 02 57

☎ +34 91 565 03 06

E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**DELEGACIÓN NORESTE**

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)