

**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 2023
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, 20 de marzo de 2024

1

DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo
15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail 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

DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local
50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail 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 Precipitación	15
9.3 Rosa de los vientos.....	15
10. Toma de muestras.....	17
11. Evaluación de los datos.....	18
11.1 Efecto de la temperatura, la humedad y la velocidad del viento.....	18
12. Resultados	19
12.1 Resultados Laboratorio.....	19
12.2 Resultados de Ajuste Qk.....	27
12.3 Resultados Concentración COV	32
12.4 Resultados Concentración COV con Incertidumbres de Medida.....	33
13. Conclusiones.....	35

DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo
15009 A Coruña
☎ +34 91 565 02 57
E-mail 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

DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local
50018 Zaragoza
☎ +34 97 651 82 81
E-mail e.maldonado@j-aguirre-sl.com

1. Objeto

El presente informe describe 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 2023 a diciembre de 2023.

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, Real Decreto 39/2017 y Real Decreto 34/2023, de 24 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

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.¹

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

¹ [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)².

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, la Directiva 2008/50/CE, el Real Decreto 102/2011 y el Real Decreto 34/2023, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, establecen un valor límite (VL) para el promedio anual de benceno en el aire ambiente de 5 µg/m³.³

En el Real Decreto 102/2011, 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 ³)
Umbral Inferior de evaluación	40% del valor limite (2 µg/m ³)

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

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

³ Real Decreto 34/2023, de 24 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero.

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 Etileno Acetileno Propano Propeno n-Butano i-Butano	1-Buteno trans-2-buteno cis-2-buteno 1,3-Butadieno n-Pentano * i-Pentano * 1-Penteno * 2-Penteno *	Isopreno* n-Hexano* i-Hexano * n-Heptano * n-Octano * i-Octano * Benceno* Tolueno*	Etibenceno* m+p-Xileno o-Xileno* 1,2,4-Trimetilbenceno * 1,2,3-Trimetilbenceno * 1,3,5-Trimetilbenceno * Formaldehído 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 2023 a diciembre de 2023.

DENOMINACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FINAL	PERÍODO ESTACIONAL
01-PRE-23	16/01/2023	23/01/2023	Invierno
02-PRE-23	20/02/2023	27/02/2023	Invierno
03-PRE-23	10/04/2023	17/04/2023	Primavera
04-PRE-23	08/05/2023	15/05/2023	Primavera
05-PRE-23	17/07/2023	24/07/2023	Verano
06-PRE-23	21/08/2023	28/08/2023	Verano
07-PRE-23	18/10/2023	25/10/2023	Otoño
08-PRE-23	20/11/2023	28/11/2023	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

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

DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local

50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail 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 permeación⁴.

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/cm³)

Q: Cantidad de moles difundidos (mol)

S: Coeficiente de captación (cm³/min)

T: Tiempo de difusión (min)

⁴ [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.

DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo
15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail 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

DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local
50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail e.maldonado@j-aguirre-sl.com

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 6).

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

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

DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local
50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail 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

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

DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local

50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail 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 el período estacional de invierno se registró una media de temperatura de 8,1 °C, en primavera de 16,0 °C. Para las mediciones del período de verano se presentó una temperatura media de 27,1 °C. Para las mediciones correspondientes al período de otoño se registró una media de 14,6 °C.

La temperatura máxima diaria presentada fue de 33,4°C el día 23/08/2023 en la medida correspondiente a 06-PRE-23 en verano. La temperatura mínima diaria registrada fue de 5,1 °C el 22/01/2023 en la medida 01-PRE-23 de invierno.

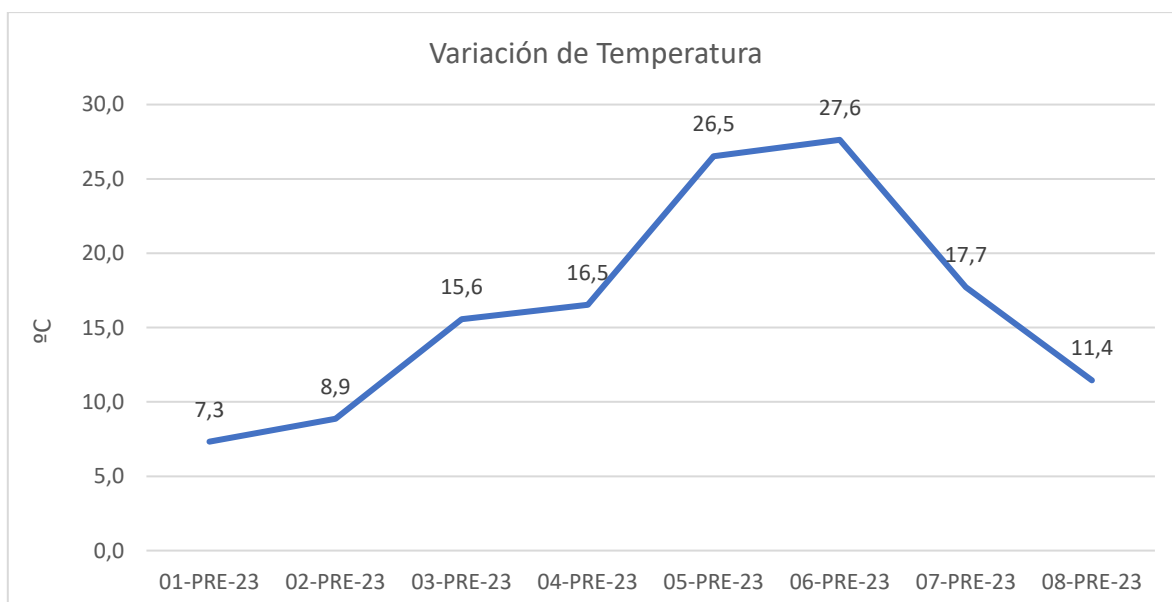


Figura 8. Variación de Temperatura
Fuente: Propia

9.2 Precipitación

La precipitación registrada durante las mediciones de invierno fue de 6,4 mm; en primavera y verano se registraron valores de 0,00 mm y en las mediciones del período de otoño se registró un valor de 30,2 mm.

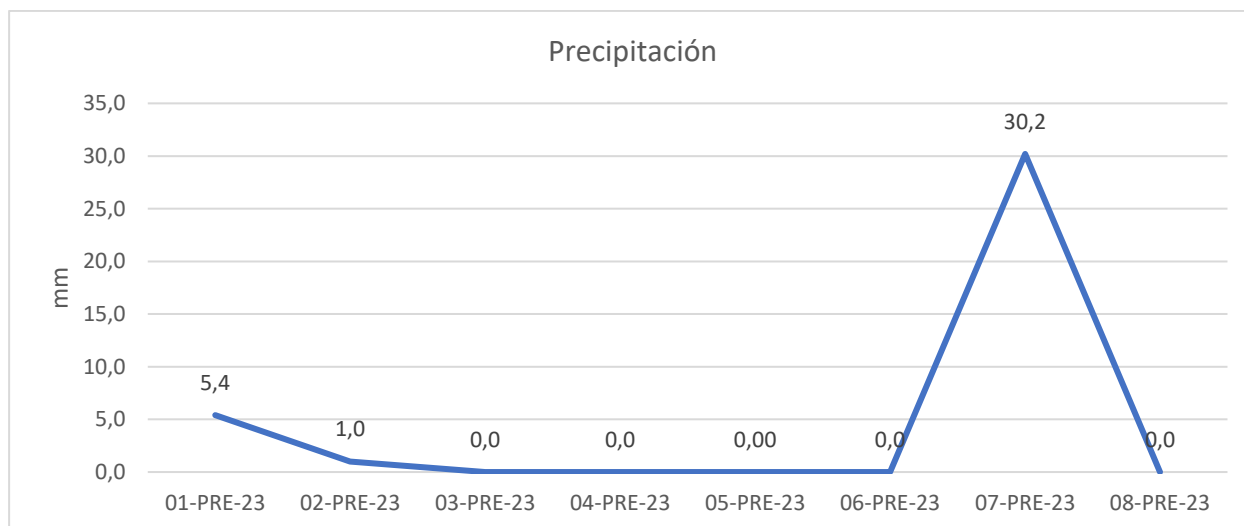
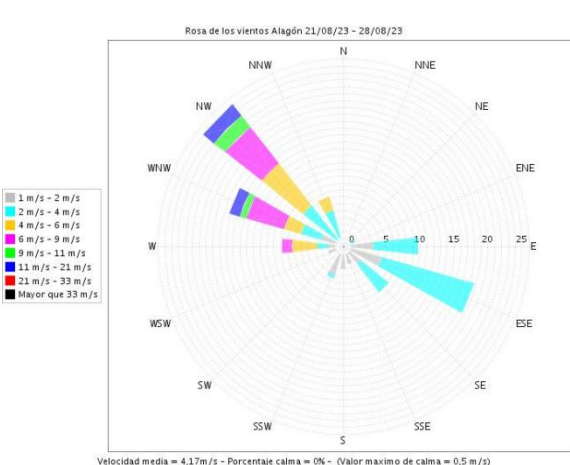
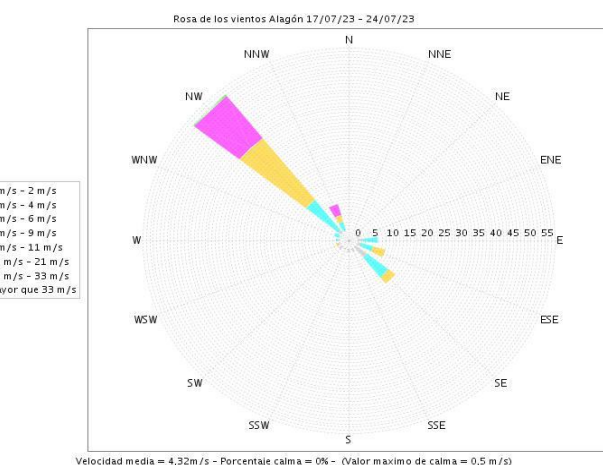
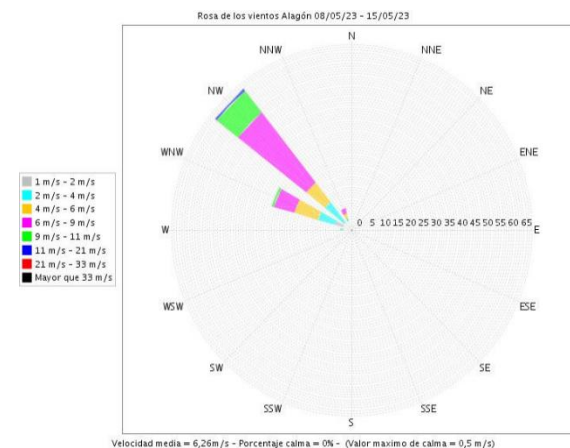
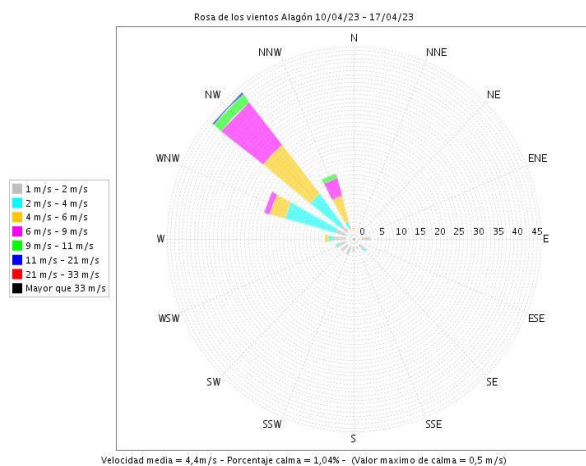
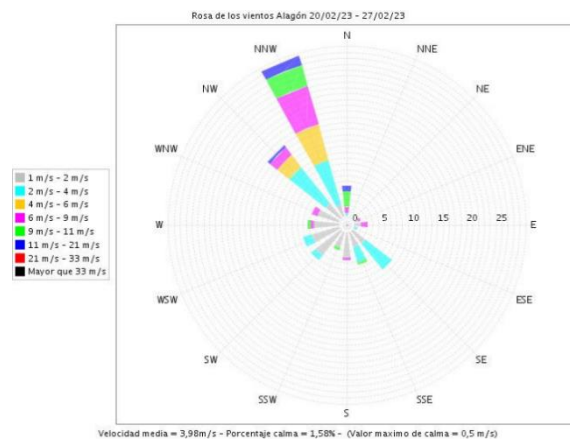
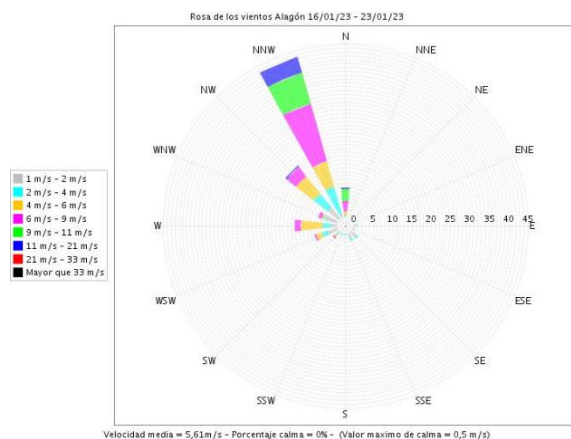


Figura 9. Precipitación
Fuente: Propia

9.3 Rosa de los vientos

En la figura 10, 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 Noroeste. Su velocidad media fue de 3,48 m/s, con un porcentaje de calma de 1,91 %.



DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo
15009 A Coruña

+34 91 565 02 57

E-mail: 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

DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local

50018 Zaragoza

+34 97 651 82 81

E-mail: e.maldonado@j-aguirre-sl.com

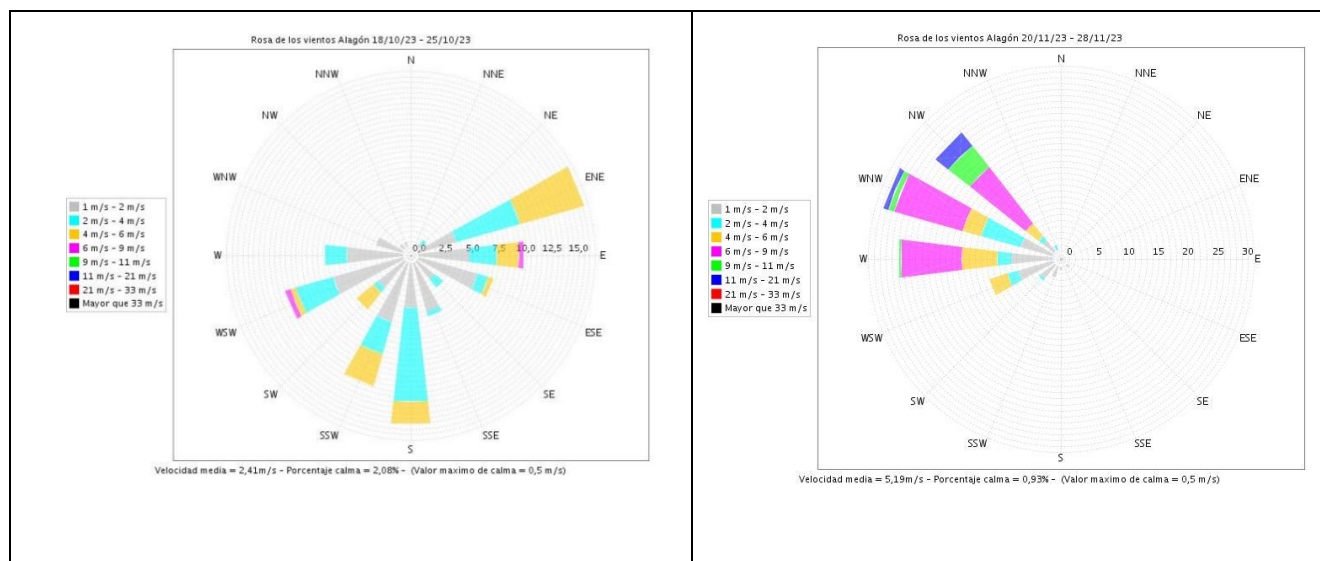


Figura 10. Rosa de los vientos Campaña COV
Fuente: CECOMA

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 μg

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°C (hacia arriba o hacia abajo) a partir de 25°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

campaña, 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-23	16/01/2023	16:00	23/01/2023	16:00
02-PRE-23	20/02/2023	10:00	27/02/2023	10:00
03-PRE-23	10/04/2023	11:00	17/04/2023	11:00
04-PRE-23	08/05/2023	9:30	15/05/2023	9:30
05-PRE-23	17/07/2023	14:00	24/07/2023	14:00
06-PRE-23	21/08/2023	10:10	28/08/2023	10:10
07-PRE-23	18/10/2023	13:20	25/10/2023	13:20
08-PRE-23	20/11/2023	10:10	28/11/2023	10:10

Figura 11. Identificación de campaña
Fuente: Propia

12.1 Resultados Laboratorio

01-PRE-23						
Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-	
543	Benceno	0.17	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,03
544	Tolueno	0.13	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,03
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

01-PRE-23						
	Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-
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 12. Resultados de laboratorio 01-PRE-23
Fuente: Propia

02-PRE-23						
	Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-
543	Benceno	0.15	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,03
544	Tolueno	0.23	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	0.20	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

02-PRE-23						
	Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-
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	0.24	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	0,05
1687	1,2,3-Trimetilbenceno	<0.010	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	0,002
593	1,3,5-Trimetilbenceno	0.07	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	0,01

Figura 13. Resultados de laboratorio 02-PRE-23
Fuente: Propia

03-PRE-23						
	Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-
543	Benceno	0.17	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,03
544	Tolueno	0.33	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,07
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

03-PRE-23						
	Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-
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 14. Resultados de laboratorio 03-PRE-23
Fuente: Propia

04-PRE-23						
	Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-
543	Benceno	<0.05	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,02
544	Tolueno	0.09	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,02
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

04-PRE-23						
Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-	
593	1,3,5-Trimetilbenceno	<0.010	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	0,002

Figura 15. Resultados de laboratorio 04-PRE-23
Fuente: Propia

05-PRE-23						
Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-	
543	Benceno	0.09	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,02
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	<0.20	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 05-PRE-23
Fuente: Propia

06-PRE-23						
	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	0,04
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 17. Resultados de laboratorio 06-PRE-23
Fuente: Propia

07-PRE-23						
	Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-
543	Benceno	0.06	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,02
544	Tolueno	0.14	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,03
545	Etilbenceno	0.18	µg/tubo	CGM/027-a	0.10 µg/tubo	0,04
683	m,p-Xilenos	0.6	µg/tubo	CGM/027-a	0.20 µg/tubo	0,1
682	o-Xileno	0.12	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 18. Resultados de laboratorio 07-PRE-23
Fuente: Propia

08-PRE-23						
	Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd +/-
543	Benceno	0.17	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,03
544	Tolueno	0.15	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0,03
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 19. Resultados de laboratorio 08-PRE-23
Fuente: Propia

12.2 Resultados de Ajuste Qk

01-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
Benceno	24,47	0,17	10080	0,69
Tolueno	27,39	0,13	10080	0,47
Etilbenceno	23,47	0,10	10080	0,42
m,p-Xilenos	24,29	0,20	10080	0,82
o-Xileno	22,46	0,10	10080	0,44
Isopreno	22,83	0,01	10080	0,04
n-Pentano	22,83	0,01	10080	0,04
i-Pentano	22,83	0,01	10080	0,04
1-Penteno	22,83	0,01	10080	0,04
2-Penteno	22,83	0,01	10080	0,04
n-Hexano	23,28	0,05	10080	0,21
i-Hexano	22,83	0,01	10080	0,04
n-Heptano	23,10	0,01	10080	0,04
n-Octano	22,01	0,01	10080	0,05
i-Octano	22,83	0,01	10080	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	20,00	0,01	10080	0,05
1,2,3-Trimetilbenceno	22,83	0,01	10080	0,04
1,3,5-Trimetilbenceno	22,83	0,01	10080	0,04

Figura 20. Concentración 01-PRE-23
Fuente: Propia

02-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
Benceno	24,67	0,15	10080	0,60
Tolueno	27,62	0,23	10080	0,83
Etilbenceno	23,66	0,10	10080	0,42
m,p-Xilenos	24,49	0,20	10080	0,81
o-Xileno	22,65	0,10	10080	0,44
Isopreno	23,02	0,01	10080	0,04
n-Pentano	23,02	0,01	10080	0,04
i-Pentano	23,02	0,01	10080	0,04
1-Penteno	23,02	0,01	10080	0,04
2-Penteno	23,02	0,01	10080	0,04
n-Hexano	23,48	0,05	10080	0,21
i-Hexano	23,02	0,01	10080	0,04
n-Heptano	23,29	0,01	10080	0,04
n-Octano	22,19	0,01	10080	0,04
i-Octano	23,02	0,01	10080	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	20,16	0,24	10080	1,18

02-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
1,2,3-Trimetilbenceno	23,02	0,01	10080	0,04
1,3,5-Trimetilbenceno	23,02	0,07	10080	0,30

Figura 21. Concentración 02-PRE-23
Fuente: Propia

03-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
Benceno	25,56	0,17	10080	0,66
Tolueno	28,61	0,33	10080	1,14
Etilbenceno	24,51	0,10	10080	0,40
m,p-Xilenos	25,37	0,20	10080	0,78
o-Xileno	23,46	0,10	10080	0,42
Isopreno	23,84	0,01	10080	0,04
n-Pentano	23,84	0,01	10080	0,04
i-Pentano	23,84	0,01	10080	0,04
1-Penteno	23,84	0,01	10080	0,04
2-Penteno	23,84	0,01	10080	0,04
n-Hexano	24,32	0,05	10080	0,20
i-Hexano	23,84	0,01	10080	0,04
n-Heptano	24,13	0,01	10080	0,04
n-Octano	22,98	0,01	10080	0,04
i-Octano	23,84	0,01	10080	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	20,88	0,01	10080	0,05
1,2,3-Trimetilbenceno	23,84	0,01	10080	0,04
1,3,5-Trimetilbenceno	23,84	0,01	10080	0,04

Figura 22. Concentración 03-PRE-23
Fuente: Propia

04-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
Benceno	25,69	0,05	10080	0,19
Tolueno	28,75	0,09	10080	0,31
Etilbenceno	24,63	0,10	10080	0,40
m,p-Xilenos	25,49	0,20	10080	0,78
o-Xileno	23,58	0,10	10080	0,42
Isopreno	23,96	0,01	10080	0,04
n-Pentano	23,96	0,01	10080	0,04
i-Pentano	23,96	0,01	10080	0,04

04-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
1-Penteno	23,96	0,01	10080	0,04
2-Penteno	23,96	0,01	10080	0,04
n-Hexano	24,44	0,05	10080	0,20
i-Hexano	23,96	0,01	10080	0,04
n-Heptano	24,25	0,01	10080	0,04
n-Octano	23,10	0,01	10080	0,04
i-Octano	23,96	0,01	10080	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	20,99	0,01	10080	0,05
1,2,3-Trimetilbenceno	23,96	0,01	10080	0,04
1,3,5-Trimetilbenceno	23,96	0,01	10080	0,04

Figura 23. Concentración 04-PRE-23
Fuente: Propia

05-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
Benceno	27,02	0,09	10080	0,33
Tolueno	30,25	0,22	10080	0,72
Etilbenceno	25,92	0,10	10080	0,38
m,p-Xilenos	26,82	0,20	10080	0,74
o-Xileno	24,81	0,10	10080	0,40
Isopreno	25,21	0,01	10080	0,04
n-Pentano	25,21	0,01	10080	0,04
i-Pentano	25,21	0,01	10080	0,04
1-Penteno	25,21	0,01	10080	0,04
2-Penteno	25,21	0,01	10080	0,04
n-Hexano	25,71	0,05	10080	0,19
i-Hexano	25,21	0,01	10080	0,04
n-Heptano	25,51	0,01	10080	0,04
n-Octano	24,30	0,01	10080	0,04
i-Octano	25,21	0,01	10080	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	22,08	0,01	10080	0,04
1,2,3-Trimetilbenceno	25,21	0,01	10080	0,04
1,3,5-Trimetilbenceno	25,21	0,01	10080	0,04

Figura 24. Concentración 05-PRE-23
Fuente: Propia

06-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
Benceno	27,18	0,05	10080	0,18
Tolueno	30,42	0,17	10080	0,55
Etilbenceno	26,06	0,10	10080	0,38
m,p-Xilenos	26,97	0,20	10080	0,74
o-Xileno	24,94	0,10	10080	0,40
Isopreno	25,35	0,01	10080	0,04
n-Pentano	25,35	0,01	10080	0,04
i-Pentano	25,35	0,01	10080	0,04
1-Penteno	25,35	0,01	10080	0,04
2-Penteno	25,35	0,01	10080	0,04
n-Hexano	25,86	0,05	10080	0,19
i-Hexano	25,35	0,01	10080	0,04
n-Heptano	25,65	0,01	10080	0,04
n-Octano	24,44	0,01	10080	0,04
i-Octano	25,35	0,01	10080	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	22,21	0,01	10080	0,04
1,2,3-Trimetilbenceno	25,35	0,01	10080	0,04
1,3,5-Trimetilbenceno	25,35	0,01	10080	0,04

Figura 25. Concentración 06-PRE-23
Fuente: Propia

07-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
Benceno	25,84	0,06	10080	0,23
Tolueno	28,93	0,14	10080	0,48
Etilbenceno	24,78	0,18	10080	0,72
m,p-Xilenos	25,65	0,60	10080	2,32
o-Xileno	23,72	0,12	10080	0,50
Isopreno	24,11	0,01	10080	0,04
n-Pentano	24,11	0,01	10080	0,04
i-Pentano	24,11	0,01	10080	0,04
1-Penteno	24,11	0,01	10080	0,04
2-Penteno	24,11	0,01	10080	0,04
n-Hexano	24,59	0,05	10080	0,20
i-Hexano	24,11	0,01	10080	0,04
n-Heptano	24,40	0,01	10080	0,04
n-Octano	23,24	0,01	10080	0,04
i-Octano	24,11	0,01	10080	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	21,12	0,01	10080	0,05
1,2,3-Trimetilbenceno	24,11	0,01	10080	0,04

07-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
1,3,5-Trimetilbenceno	24,11	0,01	10080	0,04

Figura 26. Concentración 07-PRE-23
Fuente: Propia

08-PRE-23				
Parámetro	Qk	masa (µg)	tiempo (min)	Concentración (µg/m³)
Benceno	25,01	0,17	10080	0,67
Tolueno	28,00	0,15	10080	0,53
Etilbenceno	23,99	0,1	10080	0,41
m,p-Xilenos	24,83	0,2	10080	0,80
o-Xileno	22,96	0,1	10080	0,43
Isopreno	23,33	0,01	10080	0,04
n-Pentano	23,33	0,01	10080	0,04
i-Pentano	23,33	0,01	10080	0,04
1-Penteno	23,33	0,01	10080	0,04
2-Penteno	23,33	0,01	10080	0,04
n-Hexano	23,80	0,05	10080	0,21
i-Hexano	23,33	0,01	10080	0,04
n-Heptano	23,61	0,01	10080	0,04
n-Octano	22,49	0,01	10080	0,04
i-Octano	23,33	0,01	10080	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	20,44	0,01	10080	0,05
1,2,3-Trimetilbenceno	23,33	0,01	10080	0,04
1,3,5-Trimetilbenceno	23,33	0,01	10080	0,04

Figura 27. Concentración 08-PRE-23
Fuente: Propia

12.3 Resultados Concentración COV

Parámetro	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	01-PRE-23	02-PRE-23	03-PRE-23	04-PRE-23	05-PRE-23	06-PRE-23	07-PRE-23	08-PRE-23	
Benceno	0,69	0,60	0,66	0,19	0,33	0,18	0,23	0,67	0,45
Tolueno	0,47	0,83	1,14	0,31	0,72	0,55	0,48	0,53	0,63
Etilbenceno	0,42	0,42	0,40	0,40	0,38	0,38	0,72	0,41	0,44
m,p-Xilenos	0,82	0,81	0,78	0,78	0,74	0,74	2,32	0,80	0,97
o-Xileno	0,44	0,44	0,42	0,42	0,40	0,40	0,50	0,43	0,43
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	0,19	0,20	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	0,05	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	0,05	1,18	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,19
1,2,3-Trimetilbenceno	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
1,3,5-Trimetilbenceno	0,04	0,30	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07

Figura 28. Resultados Campaña COV
Fuente: Propia

12.4 Resultados Concentración COV con Incertidumbres de Medida

Parámetro	01-PRE-23 (µg/m³)	U (µg/m³)	02-PRE-23 (µg/m³)	U (µg/m³)	03-PRE-23 (µg/m³)	U (µg/m³)	04-PRE-23 (µg/m³)	U (µg/m³)	05-PRE-23 (µg/m³)	U (µg/m³)	06-PRE-23 (µg/m³)	U (µg/m³)	07-PRE-23 (µg/m³)	U (µg/m³)	08-PRE-23 (µg/m³)	U (µg/m³)
Benceno	0,69	0,15	0,60	0,13	0,66	0,14	0,19	0,04	0,33	0,07	0,18	0,04	0,23	0,05	0,67	0,14
Tolueno	0,47	0,11	0,83	0,19	1,14	0,26	0,31	0,07	0,72	0,16	0,55	0,13	0,48	0,11	0,53	0,12
Etilbenceno	0,42	0,17	0,42	0,17	0,40	0,17	0,40	0,17	0,38	0,16	0,38	0,16	0,72	0,17	0,41	0,17
m,p-Xilenos	0,82	0,20	0,81	0,20	0,78	0,19	0,78	0,19	0,74	0,18	0,74	0,18	2,32	0,57	0,80	0,20
o-Xileno	0,44	0,10	0,44	0,10	0,42	0,09	0,42	0,09	0,40	0,09	0,40	0,09	0,50	0,11	0,43	0,09
Isopreno	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
n-Pentano	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
i-Pentano	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
1-Penteno	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
2-Penteno	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
n-Hexano	0,21	0,05	0,21	0,05	0,20	0,05	0,20	0,05	0,19	0,04	0,19	0,04	0,20	0,05	0,21	0,05
i-Hexano	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
n-Heptano	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
n-Octano	0,05	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
i-Octano	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
1,2,4-Trimetilbenceno	0,05	0,01	1,18	0,26	0,05	0,01	0,05	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
1,2,3-Trimetilbenceno	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01
1,3,5-Trimetilbenceno	0,04	0,01	0,30	0,07	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01

Figura 29. Resultados Campaña COV con Incertidumbres de Medida
Fuente: Propia

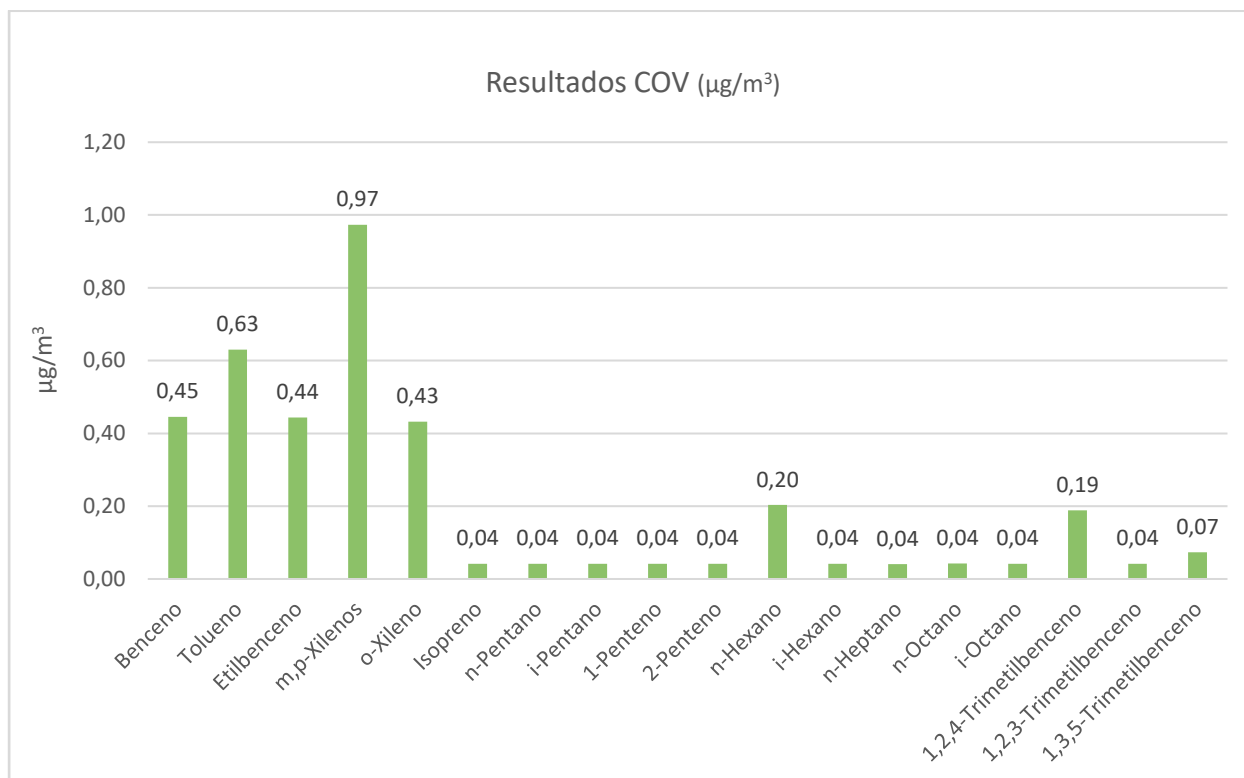


Figura 30. Resultados campaña de medidas indicativas COV
Fuente: Propia

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 57 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 y el Real Decreto 34/2023.

En la estación de Alagón, se presentó una concentración media anual de benceno de $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$; concentración media anual de Tolueno de $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$; concentración media anual de Etilbenceno $0,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y media anual de m, p-Xilenos de $0,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 02-PRE-23, correspondiente al período del 20/02/2023 al 27/02/2023 (medida invierno) y en la muestra 07-PRE-23, correspondiente al período del 18/10/2023 al 25/10/2023 (medida otoñal). Por su parte, los menores valores se registraron en la muestra 04-PRE-23, durante el período del 08/05/2023 al 15/05/2023 (medida primaveral).

De acuerdo a los resultados de benceno, en la estación invernal se registraron concentraciones de $0,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $0,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En primavera se presentaron concentraciones de $0,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$; en verano se presentaron concentraciones de $0,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $0,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por su parte en la campaña de otoño se registraron los valores de $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Obteniéndose así una media anual de concentración de benceno de $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 al límite anual.

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

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

DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local
50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail e.maldonado@j-aguirre-sl.com