

CLASE: **INFORME ANUAL**

TITULO :

**“SERVICIO DE DEPURACIÓN, ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL  
LABORATORIO, ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN  
FACULTATIVA Y SEGUIMIENTO PARA LOS ESPACIOS AFECTADOS  
POR LA CONTAMINACIÓN DE HCH (ANTIGUA FACTORIA DE  
INQUINOSA, VERTEDEROS DE BAILIN Y SARDAS), VIGILANCIA RÍO  
GÁLLEGO, COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD Y DE  
ACTIVIDADES EMPRESARIALES. AÑO 2020-2022”**

**EXP. SARGA 2020/01.**

PROVINCIA:

**HUESCA**

TERMINO MUNICIPAL:

**SABIÑÁNIGO**

TIPO DE DOCUMENTO:

**INFORME SEGUIMIENTO DE LOS ESPACIOS AFECTADOS POR LA  
CONTAMINACIÓN HCH Y VIGILANCIA DEL RÍO GÁLLEGO 2021**

**ANUALIDAD 2021**



## CONTROL DOCUMENTAL

### ELABORADO:

### REVISADO

---

Miguel Angel Arjol García  
Técnico  
Geólogo.

Laura Monge Rubio  
Responsable Encargo  
Ing. Caminos Canales y Puertos;

## SEGUIMIENTO VERSIONES

### Edición Documento

### Modifica a

### Fecha elaboración

Ed 0

Ninguno

FEBRERO 2022

**TOMO I de II MEMORIA**

<b>1. ANTECEDENTES Y OBJETO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. ALCANCE DEL SEGUIMIENTO .....</b>	<b>13</b>
<b>3. SEGUIMIENTO ESTACIONES METEOROLÓGICAS .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 ESTACIÓN METEOROLÓGICA BAILÍN .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.1 UBICACIÓN. INCIDENCIAS DE REGISTRO. ....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.2 ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES. ....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.3 ANÁLISIS DE LOS VIENTOS. ....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.4 ANÁLISIS DE LAS TEMPERATURAS. ....</b>	<b>26</b>
3.1.5 <i>Análisis de la evaporación. ....</i>	<i>27</i>
3.1.6 <i>Síntesis de los registros principales. ....</i>	<i>28</i>
<b>3.2 ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN LA LOCALIDAD DE SABIÑÁNIGO. ....</b>	<b>28</b>
3.2.1 <i>Ubicación. Incidencias de registro. ....</i>	<i>28</i>
3.2.2 <i>Análisis de precipitaciones. ....</i>	<i>28</i>
3.2.3 <i>Análisis de vientos. ....</i>	<i>33</i>
3.2.4 <i>Análisis de Precipitación-Temperatura-Evaporación. ....</i>	<i>36</i>
3.2.5 <i>Síntesis de los registros principales. ....</i>	<i>37</i>
<b>4. CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES. ....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 ANALISIS POR SUBCUENCAS EN BAILIN: ....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 CONTROL AGUAS SUPERFICIALES EN EL BARRANCO DE BAILÍN, MZ-0 ....</b>	<b>45</b>
<b>4.3 ANALISIS DEPÓSITO DEL LABORATORIO PIRENARIUM, EN SABIÑÁNIGO: ....</b>	<b>48</b>
<b>4.4 CONTROL DE CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN EL RÍO GÁLLEGO ....</b>	<b>48</b>
<b>5. CONTROL Y SEGUIMIENTO SUELOS. ....</b>	<b>60</b>
<b>5.1 CAMPAÑAS DE SUELOS EN BAILIN: ....</b>	<b>63</b>
<b>5.2 CAMPAÑAS DE SUELOS EN SABIÑÁNIGO: ....</b>	<b>70</b>
<b>5.3 ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS MUESTREOS EN SUELOS: ....</b>	<b>77</b>
<b>6. VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE. CONTROLES. ....</b>	<b>80</b>
<b>6.1 CALIDAD DEL AIRE, CAPTADORES PASIVOS - GASES; ....</b>	<b>82</b>
<b>6.2 CALIDAD DEL AIRE EN LOS MUESTREADORES DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES Y ALTO VOLUMEN (PM10): ....</b>	<b>91</b>
6.2.1 <i>Legislación y valor umbral adoptado (CS-PM10):. ....</i>	<i>92</i>
6.2.2 <i>Controles y comprobaciones sobre las mediciones realizadas: ....</i>	<i>95</i>
6.2.3 <i>Resultados obtenidos en las campañas realizadas en Bailín: ....</i>	<i>102</i>
6.2.4 <i>Resultados obtenidos en las campañas realizadas en Sabiñanigo: ....</i>	<i>127</i>
<b>7. SÍNTESIS DEL SEGUIMIENTO .....</b>	<b>155</b>

**TABLAS:**

Tabla 1. Balances Resumen de la E.M.T de Bailín. Enero a junio – 2021 .....	18
Tabla 2. Balances Resumen de la E.M.T de Bailín. Julio a diciembre - 2021 .....	18
Tabla 3. Balances Resumen 1º SEMESTRE de la E.M.T de Bailín- 2021 .....	20
Tabla 4. Balance Resumen 2º SEMESTRE E.M.T de Bailín- 2021 .....	21
Tabla 5. Balances resumen de la E.M.T de Sabiñánigo enero a junio 2021 .....	29
Tabla 6. Balances resumen de la E.M.T de Sabiñánigo julio a diciembre 2021.....	30
Tabla 7. Balances Resumen 1º y 2º SEMESTRE de la E.M.T de Sabiñánigo- 2021.....	31
Tabla 8. Tabla resultados analíticos de HCH TAJ-1, previa derivación Bc. Bailin. Año 2021 .....	42
Tabla 9. Tabla resultados analíticos de HCH en TAJ-2, previa derivación Bc. Bailin. Año 2021 .....	43
Tabla 10. Tabla resultados analíticos de HCH, Barranco-0 - Estación Meteorológica. Año 2021 .....	44
Tabla 11. Tabla resultados analíticos de HCH, Barranco altua Nueva Celda Seguridad. Año 2021 .....	44
Tabla 12. Tabla resultados analíticos de HCH, Barranco-0 - Planta Transferencia. Año 2021 .....	45
Tabla 13. Tabla resultados analíticos tubo pared aleta hormigón AFO-CHE 14/12/2021. Año 2021 .....	47
Tabla 14. Tabla resultados analíticos de HCH, Salida de Depósito Laboratorio Pirenarium. Año 2021.....	48
Tabla 15. Tabla de puntos de muestreo de suelos. Año 2021 .....	62
Tabla 16. Tabla de posiciones y direcciones vientos, muestreo suelos Bailin. Año 2021 .....	63
Tabla 17. Síntesis de resultados en Bailín posiciones correlativas Captador aire y suelos. Año 2021 .....	68
Tabla 18. Síntesis de resultados de muestras suelos en Bailín. Año 2021 .....	69
Tabla 19. Síntesis de resultados en Sabiñánigo posiciones correlativas Captador aire y suelos. Año 2021 ....	76
Tabla 20. Síntesis de resultados de muestras suelos en Sabiánigo. Año 2021 .....	77
Tabla 21. Síntesis de puntos monitorizados calidad aire. Captadores pasivos Gases 2021.....	81
Tabla 22. Tabla síntesis de resultados captadores pasivos Bailín. 2021 .....	85
Tabla 23. Tabla síntesis de resultados captadores pasivos Sabiñanigo. 2021.....	87
Tabla 24. Síntesis de resultados captadores pasivos (Clorobencenos) Sabiñanigo. 2021.....	89
Tabla 25. Resultados lavados de Captadores, blancos campaña agosto 2021 .....	97
Tabla 26. Datos desestimados para cálculos y valoración estadística en Bailin 2021.....	101
Tabla 27. Datos desestimados para cálculos y valoración estadística en Sabiñánigo 2021.....	101

Tabla 28. Periodos de campañas y duración CAV/CS en Bailín 2021 .....	102
Tabla 29. Tabla de distribución de emplazamiento de Captadores Bailín .....	102
Tabla 30. Síntesis Estadístico Captadores CAV/CS en Bailín 2021.....	107
Tabla 31. Síntesis de resultados y datos especiación máximo CAV en Bailín 2021.....	108
Tabla 32. Síntesis de resultados y datos especiación máximo CS en Bailín 2021 .....	110
Tabla 33. Periodos de campañas y duración CAV/CS en Sabiñánigo 2021 .....	127
Tabla 34. Síntesis de resultados y datos especiación máximo CAV en Sabiñánigo 2021 .....	133
Tabla 35. Tabla de valores superaciones PM10 y CS Sabiñánigo vs valores especiados en el punto .....	136
Tabla 36. Valores de los GRIMM y Gravimetrías campaña 31/05 a 01/06. Máximo CS-9. Sabiñánigo-2021.	138
Tabla 37. Síntesis Estadístico Captadores CAV/CS en Sabiñánigo 2021 .....	139

## FIGURAS:

Figura 1. Ubicación estación meteorológica vertedero de Bailín .....	14
Figura 2. Gráficos precipitaciones primer semestre-2021 .....	19
Figura 3. Gráficos precipitaciones segundo semestre-2021 .....	19
Figura 4. Análisis de las medidas históricas del viento en Bailín. ....	23
Figura 5. Rosa de los vientos anual 2021. E.M.T Balin, Gobierno Aragón. ....	24
Figura 6. Rosa de los vientos invierno Datos E.M.T. SABIÑÁNIGO Y BAILIN 2021 .....	25
Figura 7. Diagrama PrecipitaciónvsTemperatura y abajo Ombrotérmico de la E.M.T. Bailín 2021 .....	27
Figura 8. Grafico relación Evaporación - Humedad – Precipitación E.M.T. Bailin 2021.....	27
Figura 9. Grafico Precipitación diaria E.M.T. Sabiñánigo. Enero a junio 2021 .....	29
Figura 10. Grafico Precipitación diaria E.M.T. Sabiñánigo. Julio a diciembre 2021 .....	30
Figura 11. Rosas vientos anual E.M.T Saabiñánigo Vertedero Sardas, Gobierno de Aragón .....	34
Figura 12. Rosa de los vientos estacionales, E.M.T Sabiñánigo, Vertedero de Sardas-2021 .....	35
Figura 13. Gráficos de Evaporación-Precipitación en mm, E.M.T Vertedero de Sardas-2021 .....	36
Figura 14. Diagrama Temperatura vs Precipitación y Ombrotérmico, E.M.T Vertedero de Sardas 2021 .....	37
Figura 15. Esquema Cauce Río Gállego. En rojo puntos control “Protocolo Control río Gállego” .....	51
Figura 16. Tablas de resultados y Gráfico Evolución muestreo año 2021 Bailín .....	67
Figura 17. Vista Posiciones muestreo MS-7y MS-8 entorno Inquinosa. ....	71
Figura 18. Tablas de resultados y Gráfico Evolución muestreo año 2021 Sabiñánigo .....	77
Figura 19. Esquema y fotografía despiece del contenedor Pasivo de partículas facilitado por CIEMAT .....	82
Figura 20. Tabla de resultados de análisis de incertidumbre con datos IPROMA vs aguas lavado CS.....	98
Figura 21. Tabla de resultados de análisis de incertidumbre con datos IPROMA vs aguas lavado CAV .....	99
Figura 22. Gráficos de Rosa de los Vientos GRIMM-1 (izqd) y E.M.T Bailín (drcha).....	109
Figura 23. Campaña 03/02 a 04/02 medido en GRIMM-1concentración PM10vst tiempo diezminutal .....	109
Figura 24. Rosas de los vientos E.M.T GRIMM-1-07/10 a 08/10-campaña Maximo Anual “CS-3”.....	111
Figura 25. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-1 Bailín” .....	114
Figura 26. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-2 Bailín” .....	114
Figura 27. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-3 Bailín” .....	114
Figura 28. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-4 Bailín” .....	115

Figura 29. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-5 Bailín” .....	115
Figura 30. Campaña 1 (18-20 enero 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	116
Figura 31. Campaña 2 (15-16 febrero 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	117
Figura 32. Campaña 3 (10-11 marzo 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	118
Figura 33. Campaña 4 (13-14 abril 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	119
Figura 34. Campaña 5 (11-12 mayo 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	120
Figura 35. Campaña 6 (8-9 junio 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	121
Figura 36. Campaña 7 (13-14 julio 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	122
Figura 37. Campaña 8 (10-11 agosto 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	123
Figura 38. Campaña 9 (22-23 septiembre 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	124
Figura 39. Campaña 10 (07-08 octubre 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	125
Figura 40. Campaña 12 (20-21 diciembre 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	126
Figura 41. Rosa de los vientos campaña máximo anual en especiación CAV-9 Sabiñánigo 2021.....	134
Figura 42. Tablas Intrusiones Saharianas febrero/marzo. Máximo CAV Sabiñánigo 2021. Fuente MITECO” .....	135
Figura 43. Rosas vientos E.M.T Sabiñánigo, junio-2021, máximo CS-8 y graficos PM10-PM2,5 GRIMM .....	137
Figura 44. Rosas vientos de las E.M.T de los GRIMM-7 (izqu) y GRIMM-8 (drch) Sabiñánigo, junio-2021, .....	138
Figura 45. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-6 Sabiñánigo.....	141
Figura 46. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-7 Sabiñánigo.....	142
Figura 47. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-8 Sabiñánigo.....	142
Figura 48. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-9 Sabiñánigo.....	142
Figura 49. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-10 Sabiñánigo.....	143
Figura 50. Campaña 1 (13-15 enero 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y	

Sedimentables (drch.).....	144
Figura 51. Campaña 2 (2-3 febrero 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	145
Figura 52 Campaña 3 (4-5 marzo 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos.s Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	146
Figura 53. Campaña 4 (5-6 abril 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	147
Figura 54. Campaña 5 (4-5 mayo 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	148
Figura 55. Campaña 6 (31 mayo - 1 junio 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.) .....	149
Figura 56. Campaña 7 (5-6 julio 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	150
Figura 57. Campaña 8 (2-3 agosto 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	151
Figura 58. Campaña 9 (20-21 septiembre 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.) .....	152
Figura 59. Campaña 10 (5-6 octubre 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).....	153
Figura 60. Campaña 12 (15-16 diciembre-2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.) .....	154

## **TOMO II de II ANEXOS**

- **ANEXO I DATOS ANALÍTICOS. AIRE/SUELOS.**
- **ANEXO II DATOS METEOROLÓGICOS**
- **ANEXO III PLANOS**
- **ANEXO IV RESULTADOS ANALITICOS EN LOS PUNTOS DE CONTROL DEL RÍO GÁLLEGO**



## 1. ANTECEDENTES Y OBJETO

Se recibió aviso de Encargo 2020/01, por *Orden* del Consejero del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad de diciembre de 2019, para realización del “Servicio de depuración, análisis y gestión del laboratorio, asistencia técnica a la dirección facultativa y seguimiento para los espacios afectados por la contaminación de HCH (antigua factoría de Inquinosa, vertederos de Bailín y Sardas), vigilancia del río Gállego, coordinación de seguridad y salud y de actividades empresariales. Años 2020-2022” prorrogado por un periodo de 12 meses, hasta el 30 de junio de 2023. Modificándose con fecha 20/07/2021, para la ampliación de personal de vigilancia y control, con fecha 20/07/2021. El objeto principal de este encargo, es el control y vigilancia de la nueva Celda de residuos de HCH construida para el desmantelamiento del antiguo vertedero de Bailín, el seguimiento de los cauces superficiales, la depuración de las aguas y lixiviados, la evaluación del calidad del aire, de las aguas subterráneas y las tareas de mantenimiento de las infraestructuras para ejecución de esos trabajos, organizados entorno a programas de seguimiento:

- **Programa de depuración** (de las plantas depuradoras de Sardas y Bailín) con objeto de conseguir y asegurar la calidad y correcta depuración de todos los lixiviados y del vertido de efluentes, según los límites establecidos y atendiendo a los requisitos de las +
- **Programa analítico**, para avanzar y valorar la calidad de los cauces superficiales (río Gállego y cauces tributarios del barranco de Bailín, río Basa, río Aurín), e incluido el estado ecológico del río Gállego. Con caracterización físico-química de los caudales tratados en las instalaciones, así como la calidad de las aguas superficiales, con origen en los vertederos de Bailín, Sardas e instalaciones de Inquinosa. Así como otros puntos de control, como río Basa, Aurín y Gállego (y embalses). Incluida caracterización y control de los suelos. Los trabajos se realizan entorno a dos centros, el laboratorio Centro de referencia en Contaminantes Orgánicos Persistentes CECOP en Sabiñánigo y otro en Bailín, externalizando contraanálisis a laboratorios externos.
- **Mantenimiento y explotación del programa de seguimiento de la nueva Celda en Bailín** (según reflejo y condicionados de la A.A.I) **y de las instalaciones anejas al desmantelamiento**. Desarrollado con los programas anteriores y para verificación del control analítico, mantenimiento de las infraestructuras, control de estanqueidad, control de dispersión atmosférica, dispersión de gases, estado de los suelos del entorno, estabilidad y evolución de las superficies selladas, etc. Verificando el correcto

funcionamiento e integridad de las infraestructuras y la efectividad de las medidas de aislamiento del vertedero, incluyéndose en una memoria adicional al presente documento

- **Asesoramiento y asistencia técnica a la Dirección Facultativa en los distintos contratos de control de la contaminación por HCH en Sabiñánigo**, valorando el avance en la ejecución de los distintos trabajos, el control económico y justificación de la ejecución de los trabajos, discusión de las propuestas y necesidades, y el apoyo técnico general en la ejecución de las actuaciones de seguimiento y descontaminación en Bailín, Sardas e Inquinosa con medios propios. Desarrollo de pliegos técnicos para selección y subcontratación de expertos en temas de alta especialización para el cumplimiento de los condicionados de seguimiento de la A.A.I, y objetivos indicados anteriormente, incluidos trabajos específicos de mantenimiento. En los programas indicados y como medio propio de la administración, también se han realizado los controles analíticos de los programas de seguimiento indicados para las aguas, suelos y aire en los entornos con afección de la localidad de Sabiñánigo (Inquinosa, Sardas y Bailín) e incluidas las variables meteorológicas. Valorando la evolución de la contaminación difusa, y el control de los piezómetros de investigación de Inquinosa, para la calidad de las aguas subterráneas.
- **Programas de mantenimiento**, de las labores que aseguran la correcta gestión y control de **las instalaciones e infraestructuras de contención de la contaminación, tanto de la nueva celda de HCH como de las instalaciones accesorias**, protegiendo, reparando y revisando su integridad, para gestión de las escorrentías a cauces, derivación de caudales afectados a depuración, actuaciones para mejor control de contaminación, mantenimiento y operativa de la estación meteorológica en el valle de Bailín y todas las pequeñas obras accesorias para el funcionamiento óptimo.
- **Programa de vigilancia para coordinación de la seguridad y salud y de coordinación de las actividades entre empresas**. Así como la prevención de los riesgos laborales de los trabajos indicados en los puntos anteriores. Incluido el control y coordinación de los distintos contratistas que realicen trabajos en las instalaciones. Según los protocolos y procedimientos redactados, los riesgos valorados dentro de cada una de las instalaciones que son objeto de investigación y del control de la contaminación por HCH y sus derivados.
- **Programa específico de vigilancia del río Gállego** con objeto de verificar la

concentración de lindano en el río, entre Sabiñánigo y su desembocadura, según programa aprobado el 05 de abril de 2015 (última revisión de 27/04/2021), por el Departamento de Política Territorial e Interior, del Departamento de Agricultura, ganadería y Medio Ambiente y el Departamento de Sanidad, Bienestar Social y Familia.

- Así como las diversas reuniones, elaboración de informes, memorias, asociadas a las tareas de asistencia técnica y las especificadas por la Unidad integral de descontaminación del Lindano.

En la presente memoria, se da traslado del Seguimiento Ambiental realizado en la anualidad 2021, entre los meses de enero a diciembre de 2021. El contenido de la misma se presenta como continuación de lo descrito en las memorias de 2014 a 2020.

En ésta de diciembre de 2021, se presenta una síntesis básica de las diferentes campañas y resultados analíticos de las muestras tomadas en los cauces superficiales, de las muestras tomadas en los puntos de calidad del aire situados en los entornos afectados por HCH en el municipio de Sabiñánigo y de las muestras tomadas en los suelos en estos mismos puntos, tomados como representativos de las zonas con posible afección. Concluyendo los aspectos más básicos y de influencia, valorando los incrementos y sus repercusiones, realizando aquellas observaciones o comunicaciones al Gobierno de Aragón en el marco del encargo, para que pueda actuar en acuerdo a los datos y conforme a protocolo. Igualmente, se indican las principales observaciones y consideraciones a tener en cuenta, realizando un balance global de todas las actuaciones durante la prórroga del Encargo en 2021.

## **2. ALCANCE DEL SEGUIMIENTO**

Los trabajos ejecutados y expuestos en los siguientes apartados, son:

- Apartado 3 Control parámetros meteorológicos.
- Apartado 4 Control de la calidad de las aguas superficiales.
- Apartado 5 Control y seguimiento de la evolución de los suelos.
- Apartado 6 Control y seguimiento dispersión atmosférica y gases. Calidad aire.

En el Tomo II, Anexos I a IV se han incluido los datos, registros, boletines, planos, fotos y fichas del seguimiento y que justifican los trabajos y controles realizados.

Para el control meteorológico se utilizan las dos estaciones ubicadas en Sabiñánigo y Bailín, propiedad del Gobierno de Aragón. Con los registros desde 01 de enero a 31 de diciembre de 2021. Para establecimiento de las relaciones directas entre los eventos meteorológicos (lluvias, viento, altas o bajas temperaturas, heladas, etc.) y su influencia en el control ambiental y la explotación de las instalaciones que Gobierno de Aragón dispone en el Barranco de Bailín y en la localidad de Sabiñánigo, según los programas indicados.

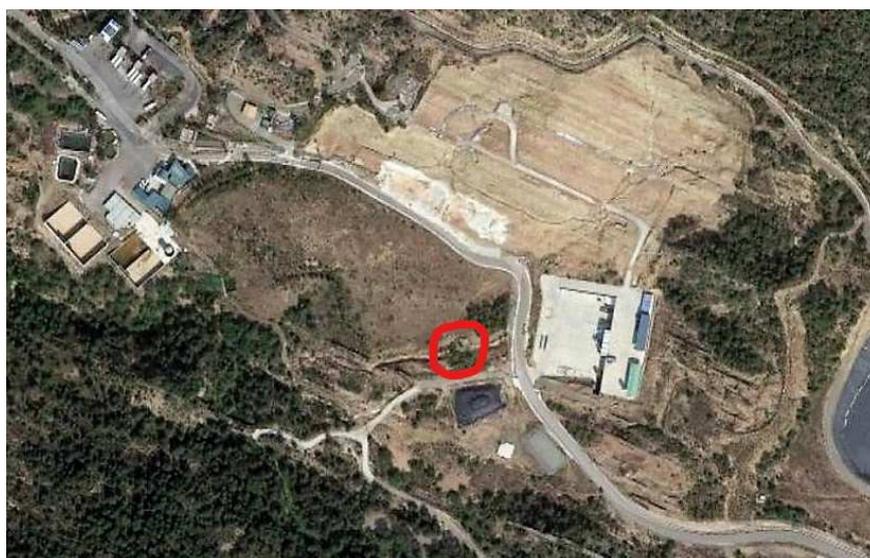
### 3. SEGUIMIENTO ESTACIONES METEOROLÓGICAS

#### 3.1 *Estación Meteorológica Bailín*

##### 3.1.1 Ubicación. Incidencias de registro.

Ubicación:

La Estación Meteorológica se encuentra ubicada en el Vertedero de Bailín (Huesca) con una altitud de 811m y coordenadas: Geográficas: longitud: 0°21' 40.5" W; latitud: 42°29' 9" N/ UTM ETRS89 Huso 30: X= 717.165, Y=4.707.349



**Figura 1.** Ubicación estación meteorológica vertedero de Bailín

Los datos recogidos pueden descargarse a través del servidor que el Gobierno de Aragón tiene contratado a través de SARGA en la aplicación <https://webtrans4k.geonica.com/>

Se adjunta con el presente documento y en USB aparte todos los archivos en formato excel (digital) con todas las variables registradas diezminutalmente en el periodo de análisis.

Incidencias durante la anualidad 2021:

Durante el primer trimestre se registraron fallos en algunas de las sondas de medición en la E.M.T. de Bailín. La única variable que se registro de forma continua y homogénea fue la precipitación durante los doce meses. Las sondas de temperatura, evaporación, humedad, velocidad del viento, presión atmosférica y evaporación, debieron ser revisadas en varias ocasiones por los problemas de comunicación. Hubo que proceder al cambio de conexión de alguna de las sondas para correcta configuración de la tarjeta de comunicación en remoto (fallos en los meses de enero, febrero y marzo). En los meses de marzo, abril y mayo, la sonda de velocidad presento problemas de comunicación, por lo que fue desconectada para proceder al reseteo del equipo En síntesis:

<b>INCIDENCIAS E.M.T. BAILIN-2021</b>		
Fecha	Intervalo	Razón
01/01/2021 a 28/02/2021	meses completos	Fallos de registro en las variables de humedad relativa, radiación solar, temperatura, dirección y velocidad del viento, sus sigmas de variación, la presión atmosférica, humedad relativa y evaporación
01/03/2021 a 31/05/2021	meses completos	Fallos de registro sistemáticos en la dirección del viento media, velocidad del viento máxima, dirección del viento máxima y sigmas de dirección del viento.
01/10 a 31/12	mes completo	(Ausencia de intervalos de registro o mediciones anómalas en algunos de los 144 registros diezminutales que se realizan diariamente. A achacable a fallos en la batería, los días 06; 08; del 10 al 14; del 24 al 26; del 28 al 31 de diciembre. El 09/12/2021, falta completo, se desestiman los datos erróneos y se toma completo el día 09/12 de la E.M.T. Sabiñánigo. El dato de lluvia acumulado para el día 08 a 10 (18 mm se deja acumulado a los datos medidos de precipitación)

### 3.1.2 Análisis de precipitaciones.

A partir de los registros de precipitación de la estación meteorológica del vertedero de Bailín durante 2021 se realiza un análisis con todos los datos disponibles previamente revisados, habiendo un amplio registro de máximos y mínimos (hasta 29,4 mm en 24 horas, el 25 de agosto, y acumulados mínimos mensuales de 7,8 mm, en marzo). Los sucesos de lluvias torrenciales se concentran en primavera y verano principalmente, aunque se han identificado otros eventos en otoño, como los 34,9 mm caídos en 5 días (de 29/10 a 03/11) de los que 31 mm cayeron entre el 29/10 a 31/10.

Se han generado también meses de lluvias intensas y concentradas, en el caso de abril durante 8 días, 9 días en mayo y 7 días en junio. Si bien septiembre es un mes donde se han concentrado precipitaciones hasta 70,2 mm, con cuatro días en el mes que se ha superado los 12 mm día, y un máximo de 25,4 mm en 24 horas (03/09/2021) .

Los eventos meteorológicos pueden generar problemas para la explotación de algunas de las infraestructuras por los consiguientes aterrados de las cunetas, cegado de conductos y arrastres a cauces. Las escorrentías en el caso de altas precipitaciones en 24 horas, no presentan casi infiltración, por el alto gradiente de las pendientes en la zona, sin embargo, generan gran cantidad de arrastres de sedimentos, que acaban alcanzando el nivel base, primero el Barranco de Bailín y por extensión el cacuce del río Gállego, con la posible generación de plumas de contaminación. Prestándose atención en estos casos, para valorar los caudales y la calidad de los mismos según sectores e incidiendo en su captación y recogida para tratamiento, previa su derivación a cauces.

En este sentido las lluvias originadas entre 28/05 a 17/06 (84,6 mm) generaron arrastres importantes, concentrados entorno al máximo en un día 01/06, con 21,80 mm en 24 horas. También se identificó un episodio similar en el segundo semestre, entre 25/08 y 03/09 con un acumulado en diez días de 73,20 mm (de ellos 29,4mm en 24 horas el 25/08 y 25,40 mm en 24 horas el 03/09), con el consiguiente aterrado de las cunetas.

Por otro lado, el acumulado de lluvias durante varios días genera directamente la elevación de los niveles freáticos de las aguas subterráneas, por aumento de la infiltración, aumentando el gradiente y carga hidráulica, según topografía del valle del Barranco de Bailín, y ocasionando el avance de la pluma desde el foco (antigua celda de residuos) al río Gállego directamente, a través de las fracturas de las capas de arenisca y conglomerado del sitio. El foco (vertedero desmantelado) se encuentra aún expuesto al aire, por lo que la infiltración en

los 30.000m<sup>2</sup>, moviliza los contaminantes identificados (Lindano y los residuos y compuestos intermedios de su degradación). Un buen ejemplo es el mes de diciembre, con nevadas importantes y un acumulado de 70,7 mm de los que 61,8 mm se acumularon entre el 04/12 y el 10/12, con nevadas y lluvias suaves.

La pluma fluye y se incorpora al cauce generando penachos de contaminación de forma ocasional, sobre todo si el volumen y caudal circulante en el río Gállego es bajo (en ocasiones y en el tramo de interés donde se incorporan las escorrentías y caudales subterráneos el volumen no alcanza los 3 m<sup>3</sup>/s) y no tienen capacidad de amortiguar la carga.

### **Antecedentes y comparativa de precipitación:**

A partir del histórico de datos, desde 2010, se confirma el régimen marcado de precipitaciones, siempre más abundantes en otoño (octubre-noviembre-diciembre, 173,5 mm) y primavera (abril-mayo-junio 204,8 mm) y ligeramente inferiores en invierno (enero-febrero-marzo, 115,8 mm) y verano (julio-agosto-septiembre, 121,5 mm). Ver Figura 2 y 3 de síntesis de los semestres.

Siendo el mes de abril el de mayor precipitación de todos (87 mm), aspecto normal en el histórico. Llama la atención los caudales caídos en junio, con un claro superávit respecto a la media histórica (22 mm), siendo la tercera precipitación más alta en junio, del histórico.

El acumulado ha sido mayor en los primeros seis meses, 320,6 mm, con un déficit respecto a la media histórica de (-) 30,6 mm y un superávit de (+) 11,6 mm en el segundo semestre con 295 mm, por las lluvias y nevadas de diciembre (70,7 m).

Por tanto y según el histórico, el año 2021 se situaría en la mitad de la serie de 2011 a 2021, siendo el sexto con un acumulado de **615,60 mm**. El primer semestre ha sido el sexto menor en precipitación (320,6 mm frente a la media de 353,94 mm) y el segundo semestre el cuarto menor en precipitación (295,0 mm frente a la media de 282,27mm). Destacando junio (con 82,90 mm, como el tercer junio más lluvioso de la serie histórica); septiembre (tercero más lluvioso de la serie con 70,2 mm) y diciembre, como el cuarto más lluvioso de la serie 70,7 mm.

E.METO. BAILIN D.G.A. HISTÓRICO 1er SEMESTRE 2010 a 2021							
HISTÓRICO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	ACUMULADO 1er SEMESTRE (mm)
2010	64,30	58,50	57,80	24,30	88,50	74,50	367,90
2011	32,50	31,20	53,40	12,50	45,40	65,70	240,70
2012	5,80	5,50	16,20	155,00	46,90	19,90	249,30
2013	101,60	27,20	147,60	48,20	47,90	98,20	470,70
2014	73,90	55,90	65,40	69,50	81,20	51,20	397,10
2015	40,50	36,70	41,30	31,70	6,30	86,69	243,19
2016	62,20	102,50	61,00	72,40	43,20	18,30	359,60
2017	18,20	81,90	67,00	17,10	49,70	58,10	292,00
2018	60,10	42,30	110,20	124,30	128,50	76,10	541,50
2019	47,90	9,60	6,20	84,40	62,80	47,80	258,70
2020	74,30	5,10	86,70	111,90	124,40	70,30	472,70
<b>2021</b>	<b>58,90</b>	<b>49,1</b>	<b>7,80</b>	<b>87,00</b>	<b>34,90</b>	<b>82,90</b>	<b>320,60</b>
Mínimo	5,80	5,10	6,20	12,50	6,30	18,30	240,70
Máximo	101,60	102,50	147,60	155,00	128,50	98,20	541,50
Valor promedio acumulado	53,35	42,13	60,05	69,86	63,31	62,47	351,17
Diferencia Acumulado del año vs Media	5,55	6,98	-52,25	17,14	-28,41	20,43	-30,57

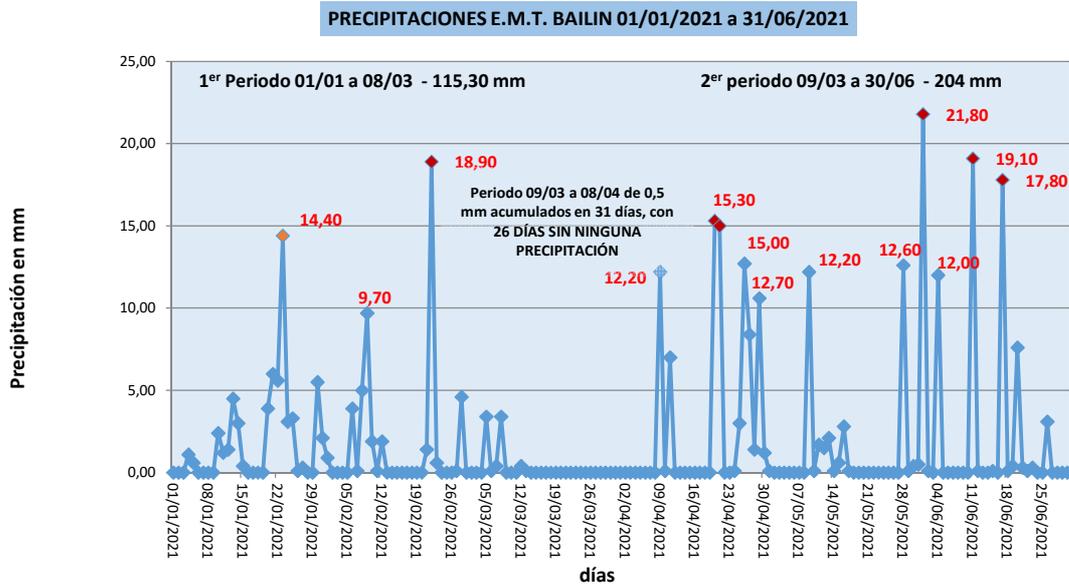
Tabla 1. Balances Resumen de la E.M.T de Bailín. Enero a junio – 2021

E.METO. BAILIN D.G.A. HISTÓRICO 2º SEMESTRE 2010 a 2021							
HISTÓRICO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUMULADO 2º SEMESTRE (mm)
2010	14,30	20,70	46,20	90,00	58,20	54,00	283,40
2011	31,20	47,60	27,50	33,10	57,40	14,50	211,30
2012	55,80	18,70	62,20	148,90	48,60	54,80	389,00
2013	26,50	56,50	35,60	74,70	36,80	45,20	275,30
2014	60,40	68,70	94,80	22,90	108,40	8,00	363,20
2015	41,30	58,19	46,70	39,29	34,10	4,40	223,98
2016	39,60	0,00	13,09	44,30	127,80	1,70	226,49
2017	75,00	17,800	19,60	26,20	19,40	85,70	243,70
2018	10,40	11,00	76,20	79,69	50,80	21,20	249,29
2019	45,40	89,00	5,80	65,40	105,20	81,60	392,40
2020	10,10	21,10	49,80	52,40	31,00	82,50	246,90
<b>2021</b>	<b>17,70</b>	<b>33,60</b>	<b>70,20</b>	<b>57,20</b>	<b>45,60</b>	<b>70,70</b>	<b>295,00</b>
Mínimo	10,10	0,00	5,80	22,90	19,40	1,70	211,30
Máximo	75,00	89,00	94,80	148,90	127,80	85,70	392,40
Valor promedio acumulado	35,64	36,91	45,64	61,17	60,28	43,69	283,33
Diferencia Acumulado del año vs Media	-17,94	-3,31	24,56	-3,97	-14,68	27,01	11,67

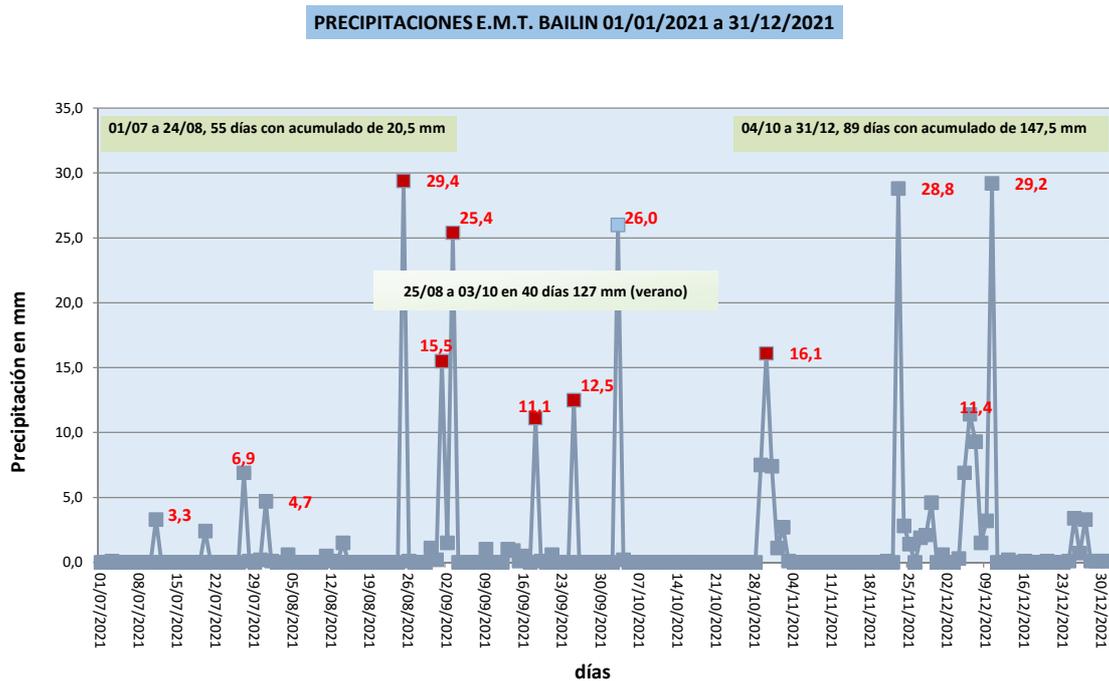
Tabla 2. Balances Resumen de la E.M.T de Bailín. Julio a diciembre – 2021

La primavera, (marzo y mayo) ha registrado escasas precipitaciones frente a la media, con un déficit acumulado de – 80,66 mm y julio, agosto, octubre y noviembre también han sido deficitarios con un acumulado de - 39,9 mm frente a la media histórica.

Señalar el periodo de 31 días de observación sin precipitaciones, de 09/03/2021 a 08/04/2021. Y veintiseis días seguidos sin llluvias.



**Figura 2.** Gráficos precipitaciones primer semestre-2021



**Figura 3.** Gráficos precipitaciones segundo semestre-2021

Finales de agosto y principios de septiembre, registran lluvias torrenciales, con el máximo anual de precipitación en 24 horas de 29,4 mm el 25/08/2021. A estas, se unieron las lluvias continuadas en 24 h de 25,4 mm el 03/09/2021 y 15,15 el 01/09/2021. Acumulándose en diez días 73,2 mm y que supone el 67,5% de todas las lluvias caídas en verano. En

noviembre hay un evento de seis días con lluvias (23/11 a 29/11, con un día intermedio 26/11 sin precipitación) en el que se acumulan 41,6 mm (28,8 mm el 23/11, el 67% del total de la precipitación). Finalmente en diciembre se generó un acumulado de 70,7 mm, de ellos 61,8 mm se acumulan entre el 04/12 y 10/12 (la mayoría nieve, con fuertes lluvias a posteriori de la nevada que derritieron los acumulados de nieve) y un máximo de 29,2 mm el día 10/12 (47% del total acumulado, cayó en un día).

Señalar también el periodo seco (como corresponde al verano) que se prolonga del 25/06/2021 al 25/08/2021, en 61 días el acumulado de precipitación fue de 23,6 mm.

En 23 días de los 365 totales, se han superado precipitaciones con cantidades igual o mayores a los 10 milímetros/día. De ellos en 6 ocasiones se han superado los 20 mm/día, con máximos en 24 horas de 29,4 mm (25/08); 29,2 mm (10/12); 28,8 mm (23/11); 26 mm (03/10); de 25,4 mm (03/09) y de 21,8 mm el 01/06. El 26% de la precipitación anual.

De todos los meses, el mayor número de días con lluvia acumulada (21,2 mm) ha sido abril con 9 días (09/05 a 17/05). También en ocho días continuados de enero, entre 20/01 y 27/01, se acumularon 36,7 mm.

En el segundo semestre y de mayor a menor cantidad de días, se sucedieron 8 días de precipitación continuada (nieve y/o agua) en el último periodo diciembre de 24/12 a 31/12, si bien no se superaron los 8 mm. Y seis días en noviembre con un acumulado de 34,9 mm, entre el 29/10 a 03/11. Entre 23/11 a 29/11 (siete días) se acumularon un 41,6 mm. Señalando también que en verano, el mes más seco, tuvo cinco días entre 30/08 a 03/09 donde se acumularon 43,7 mm.

Desglosando el año, de los 365 días, en 226 no ha habido ninguna precipitación y en 139 días de lluvia se han acumulado los **615,60** mm/anuales. Se incluyen las siguientes tablas síntesis de los principales aspectos.

1º SEMESTRE 01/01/2021 A 30/06/2021		
Balance SABIÑANIGO	320,60	(mm)
MAXIMO en 1 día	21,80	(mm) 01-Junio
Contador de días de lluvia con >=10 mm	13,00	días
Mayor cantidad de días sin lluvia	26,00	del 09/03/2021 a 08/04/2021
Mayor cantidad de días con lluvia continuada	9,00	del 09/05/2021 a 17/05/2021

**Tabla 3.** Balances Resumen 1º SEMESTRE de la E.M.T de Bailín- 2021

2º SEMESTRE 01/07/2021 A 31/12/2021		
Balance SABIÑANIGO	295	(mm)
MAXIMO en 1 día	29,40	(mm) 25-Agosto
Contador de días de lluvias con >=10 mm	10	días
Mayor cantidad de días sin lluvia	24,00	del 04/10 al 28/10
Mayor cantidad de días con lluvia continuada	8	del 24/12 a 30/12

**Tabla 4.** Balance Resumen 2º SEMESTRE E.M.T de Bailín- 2021

En resumen y de todos los periodos acumulados se puede indicar que:

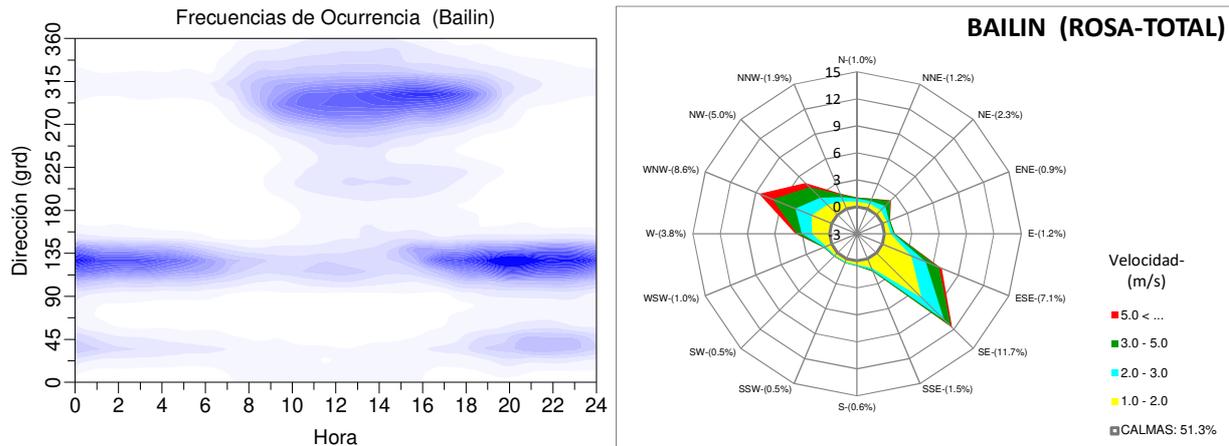
- **Finales de agosto y el inicio de septiembre** 25/08 a 03/09 se generan la mayor cantidad de lluvias con **carácter torrencial**, con hasta 29,4 mm/en 24 horas, y valores diezminutales de 19 mm (el 03/09 de 9:20 a 9:30). Pese al carácter de las lluvias, el total acumulado en los meses de verano no alcanzó los 109 mm totales. Así entre el 25/06/2021 y el 25/08/2021 (61 días) la precipitación total fue de 23,6 mm, como suele corresponder al **periodo seco** de verano.
- Otros **periodos secos** se identifican durante 31 días en el primer semestre del año entre el 09/03 a 08/04, con un acumulado total de 0,5 mm en 31 días de ellos 26 días continuados sin lluvia. Y otro periodo de estrés hídrico se puede apuntar en octubre, con 24 días entre el 04/10 a 28/10.
- El **mayor acumulado de lluvias se genera en la primavera**, con 8 días continuados de lluvias de 24/04 a 01/05 y 37,5 mm, si bien y en 9 días de mayo, entre el 09/05 a 17/05, con 21,20 mm. En total en primavera entre 21/03 y 20/06 se han acumulado 201 mm. Señalar también septiembre con un acumulado de 70,2 mm y cuatro días en los que se superaron los 12 mm/días y un máximo de 25,4 mm en 24 horas.
- Octubre y después de 25 días sin lluvia, precipitaron 34,9 mm en 5 días, de ellos: 16 mm el día 30/10 y 7,5 mm el día de antes y después de esta lluvia, resultando un total en tres días de 31 mm. También fueron copiosas las lluvias en noviembre con 41,6 mm en siete días de 23/11 a 29/11, de ellas una precipitación de 28,8 mm en 24 horas, el 23/11/2021 (67% de la total). En diciembre también se puede indicar lo mismo, con una precipitación de 61,8 mm de 04/12 a 10/12 (de los que 29,2 mm cayeron el 10/12/2021, 47,3% del total).

### 3.1.3 Análisis de los vientos.

Se han evaluado las rosas de los vientos con los registros diezminutales de las principales direcciones, dividiendo el área en dieciséis cuadrantes, con las intensidades agrupadas según periodos, teniendo en cuenta que se puede considerar comúnmente que las velocidades del viento por debajo de 1 m/s son “Calmas”, los vientos débiles se sitúan entre 1 y 5 m/s, los moderados entre 5 y 10 m/s y los vientos fuertes entre 10 a 20 m/s (con picos o rachas diezminutales que en ocasiones pueden superar los 20 m/s en la zona). En nuestro caso y para proyección de los datos, se ha decidido agruparlos en tres bloques, vientos de 0 m/s a 2,5 m/s de 2,5 m/s a 5 m/s y los mayores de 5m/s (>5 m/s).

En el valle del Barranco de Bailín, se produce una canalización continua de los vientos, con fuerte control estructural. Debida a la geológica, con la presencia de un plegamiento anticlinal que origina la disposición de capas de litologías distintas y alternas competentes de areniscas-conglomerados y lutitas (menos competentes), con un buzamiento al norte (80-85°), dando lugar a morfología de barras, que acentúan la “V” erosiva del Barranco, que está encajado al sur de la estructura, con la presencia al norte de la cima de la Sierra de San Pedro al norte. Ésta marca, además, la divisoria de aguas del río Basa (al norte) y el propio barranco de Bailín al sur. Delimitándose un pasillo de noroeste a sureste, en el que los vientos circulan con igual sentido y dirección, conteniendo la mayor parte de las trayectorias NNW-ESE. Y que mayoritariamente en primavera y verano pueden alternarse con ESE hacia NNW, por el calentamiento de las masas de aire según régimen anabático-catabático. Incluso ascensos Sur-Norte por la ladera de la sierra de San Pedro desde el Barranco.

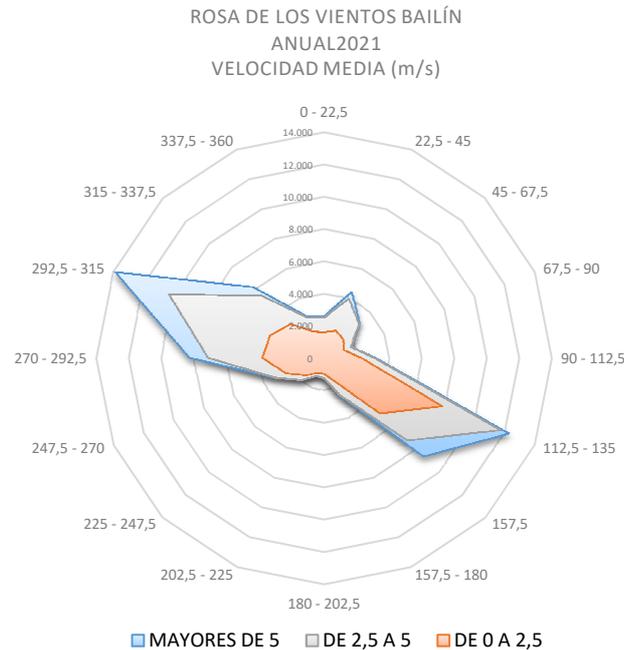
En relación a éste régimen de **vientos en el valle del Barranco de Bailín**, las rachas influyen sobre la dispersión de material particulado y los gases volátiles, con origen en el vaso desmantelado, la zona de tratamiento y acumulación de lixiviados (de las balsas) y zona de decantación del residuo denso (donde se separa del agua extraída por bombeo de la red de piezómetros de control del valle). Otras fuentes son, la fábrica de Inquinosa abandonada y el propio vertedero de Sardas, aunque con la limitación geográfica comentada.



**Figura 4.** Análisis de las medidas históricas del viento en Bailín.

En la figura 4 se incluyen dos imágenes sobre las medidas históricas del viento en el valle de Bailín, reflejando la distribución horaria de frecuencias de ocurrencia de sus direcciones principales, gráfica de la izquierda, y donde la intensidad de color refleja cualitativamente valores crecientes; en la derecha rosa de viento total. Ambas, extraídas del informe “Evaluación de las singularidades aerológicas del valle de bailín (sabiñánigo) con relación a las actuaciones de traslado del antiguo vertedero de HCH”. CEAM. 2017

La rosa de vientos de Bailín, refleja la canalización indicada. Y que como en el histórico, registra flujos superficiales en el emplazamiento, de sentido ONO-ESE, en el eje del valle y del propio cauce del arroyo, con una intensidad de brisas moderadas, mayoritariamente >2,5 m/s, en los dos sentidos valle-arriba/valle-abajo, asociada a las horas de luz. Con sentidos de variación entre la mañana y tarde de 180°, como se observa en la Figura 3 (arriba). La distribución media y de forma general, oscila entre los 270° y 340° (WNW-NNW) en horarios de mañana y los 90° a 157° de tarde y madrugada (ESE-SSE). Siendo las velocidades medias y rachas más elevadas en el sentido WNW hacia ESE.

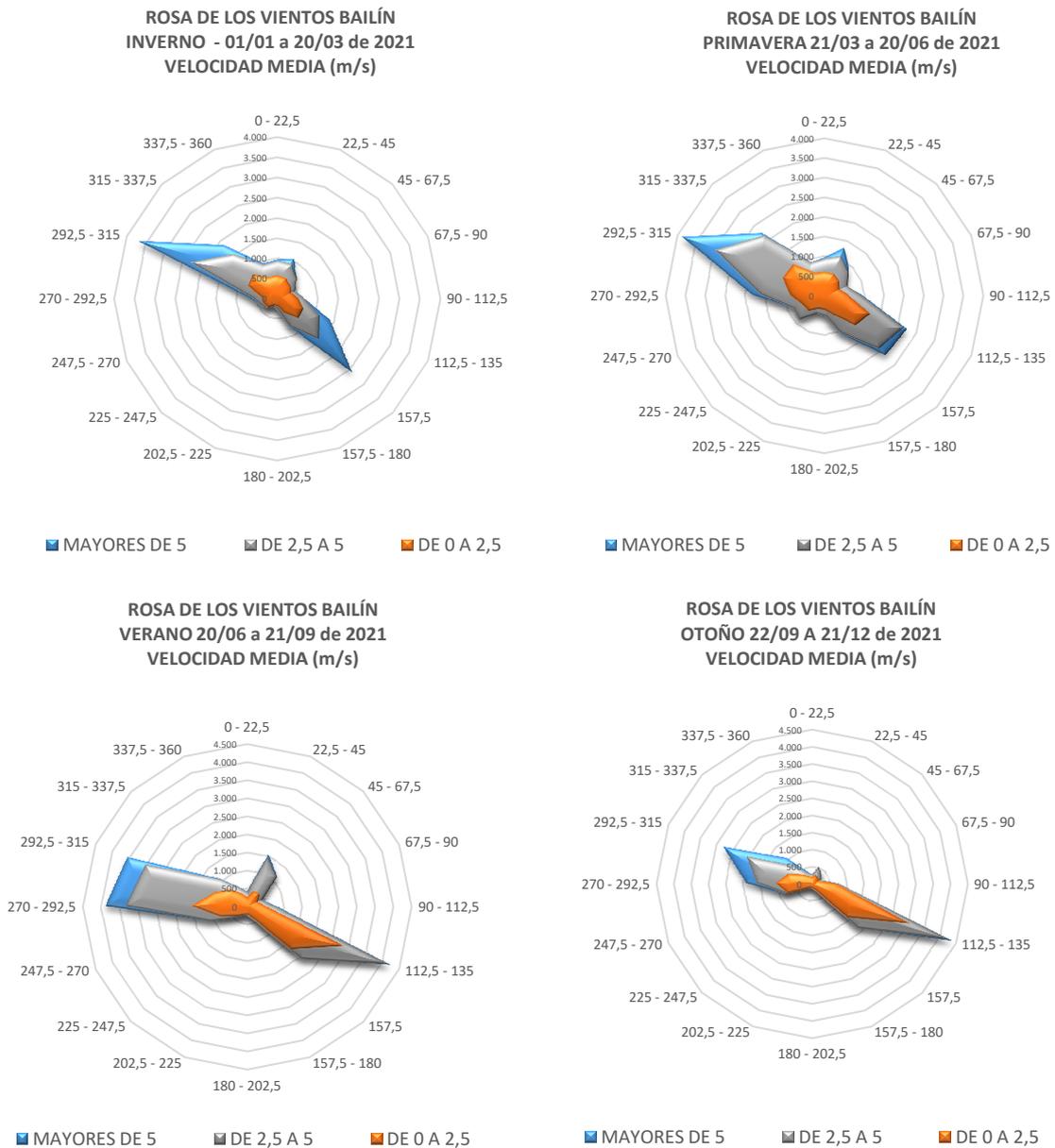


**Figura 5.** Rosa de los vientos anual 2021. E.M.T Balin, Gobierno Aragón.

Señalar que se han detectado fallos en el cuadro de registro y conexión con el programa SCADA, durante los meses de enero a mayo que han hecho necesario prescindir de algunos de los datos de ésta estación meteorológica y tomarlos de la estación meteorológica de Sabiñánigo. En diciembre, fallos de registro también obligaron a prescindir de algunos de los intervalos horarios del día. Debiendo tomar el 09/12/2021 entero de los registros de la estación meteorológica de Sabiñánigo.

Las ramas presentan una mínima variación respecto al encajamiento regular que se observa en el histórico, por lo que pueden utilizarse para los análisis de dispersión particulada, con igual prevalencia de vientosse NNW y WNW y las bifurcaciones de dirección NNE y WSW.

Se observa alguna diferencia en los datos de primavera, con mayor distribución de vientos en las direcciones entre 270 a 315. Las distribuciones estacionales de verano y otoño están obtenidas a partir de los datos de la estación meteorológica de Bailín. Y se identifica una componente transversal a la dirección canalizada del valle, generalmente hacia el noroeste (ladera arriba) muy acentuada en el verano, por los vientos cálidos de ascenso y los fríos de descenso por la noche a favor de la pendiente. En invierno predominan las direcciones NNW, con mayor intensidad. Ver a continuación rosas de verano e invierno (los datos de invierno y primavera, se recuerda, son de la estación meteorológica de Sabiñánigo)



**Figura 6.** Rosa de los vientos invierno Datos E.M.T. SABIÑÁNIGO Y BAILIN 2021

Las máximas velocidades medias se registraron en mayo (según datos de E.M.T.Sabiñanigo) y julio con velocidades entorno a 1,8 m/s y rachas medias que superaron los 8 m/s. Las velocidades máximas diezminutales para estos meses llegaron alcanzar valores entre los 14 a 15 m/s, generalmente en horarios de mañana, entre las 13:00 y las 15:00 horas, con dirección WNW (290º-300º).

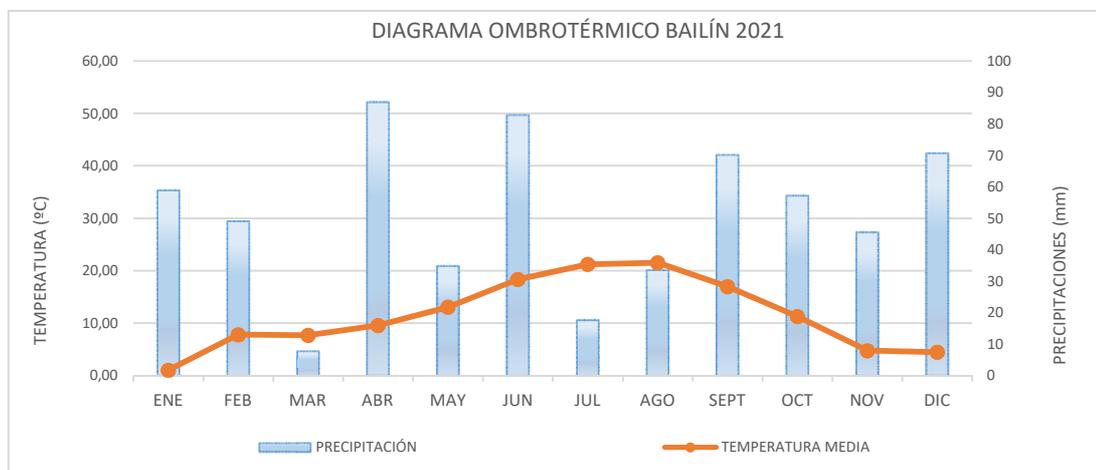
Las menores velocidades medias se identifican en el periodo de otoño, (calmas) entorno a 1 m/s, con rachas medias máximas inferiores a 3 m/s y rachas diezminutales máximas de 13,9 m/s, generalmente en horario de 15:00 a 20:00 h.

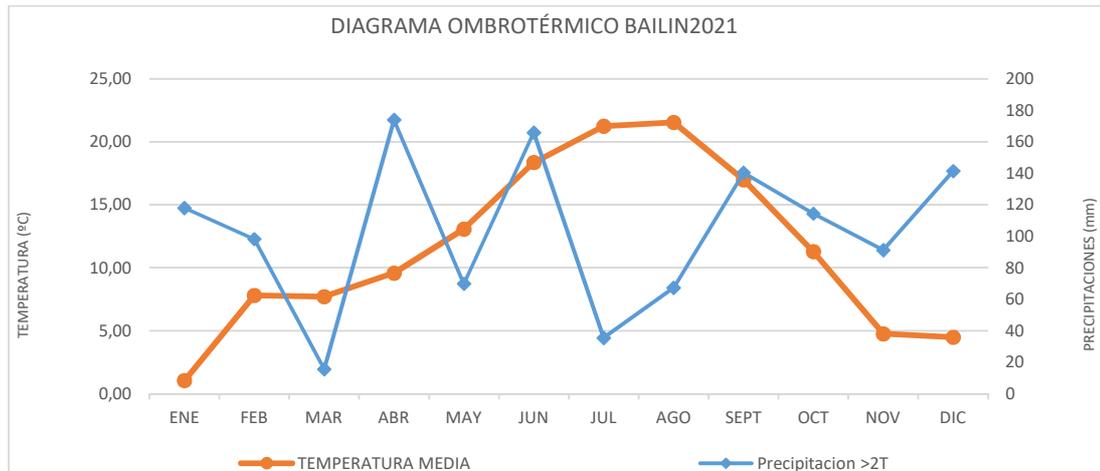
### 3.1.4 Análisis de las temperaturas.

Como se ha comentado antes, los datos de registro de temperatura para enero y febrero se han tomado de la E.M.T de Sabiñánigo, situada a 3,5 km de la E.M.T. Bailín. El resto de datos del año se han tomado de la E.M.T. Bailín.

Las temperaturas medias más elevadas se han concentrado en los meses de verano, julio con 21,24°C y agosto con 21,54°C, con máximas de 35,8°C y 38,9°C respectivamente. Las medias más bajas se concentran enero con 1,04°C y mínimas que alcanzan los -14°C bajo cero. De febrero a abril las temperaturas se suavizan y las medias superan los 7°C, con mínimas que no bajan de -4°C (abril) y 1°C (mayo). Destacar máximas de 18°C en diciembre, con un promedio de 4,5°C (valor mínimo alcanzado en todo el mes -4,5°C de forma puntual, con pocas horas de heladas).

Como se observa a continuación en la figura 7, la temperaturas menores se alcanzan de enero a abril (que no superan los 10°C de máxima), coincidiendo además con valores muy bajos de precipitación. Si representamos los valores de temperatura/Precipitación, según el procedimiento para construcción del diagrama ombrotérmico de Gausen. Con los valores medios de precipitaciones bajas, determinando los periodos de aridez, coinciden en este año con marzo, junio, julio y agosto, como viene sucediendo. Si bien en este año en mayo y septiembre también quedan por debajo de la curva de temperatura, señalándose en todos los casos los periodos de mayor aridez, y en los que la Precipitación en “mm” es inferior a dos veces el valor alcanzado en temperatura media del mes considerado (expresión de Gausen).



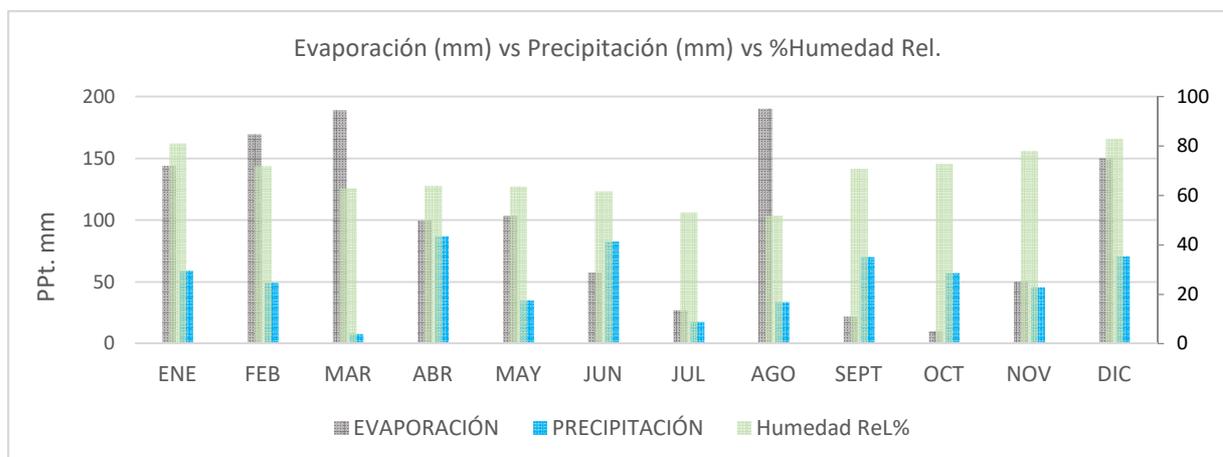


**Figura 7.** Diagrama PrecipitaciónvsTemperatura y abajo Ombrotérmico de la E.M.T. Bailín 2021

### 3.1.5 Análisis de la evaporación

Con los datos de enero y febrero tomados de la E.M.T. de Sabiñánigo y los tomados de marzo a diciembre en la E.M.T. Bailín, se observan los valores más altos de evaporación en enero (144 m), febrero (169 mm), marzo (188.89 mm) y agosto (190,28). Siendo más favorable el balance frente a la precipitación en el mes de abril, junio y diciembre. Y claramente deficitario, con abundante evaporación, el resto de los meses. Observándose balances positivos a partir de septiembre. Ver gráfico de la figura 8 con la evolución media mensual de la precipitación vs evaporación y humedad relativa, en el diagrama de barras.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
EVAPORACIÓN	144,1	169,6	147,94	99,35	103,6	57,61	26,91	190,28	22,01	10,07	50,09	94,28
PRECIPITACIÓN	79,5	54,3	4,6	93,4	29,9	59,39	30,5	9,6	63,4	72,7	48,5	73,8
Humedad ReL%	81,01	71,85	62,83	63,91	63,62	61,64	53,21	51,84	70,71	72,76	74,55	81,15



**Figura 8.** Grafico relación Evaporación - Humedad – Precipitación E.M.T. Bailin 2021

### 3.1.6 Síntesis de los registros principales.

En el Anexo II se incluyen las tablas de síntesis de valores medios de los registros principales de datos meteorológicos de la Estación de Bailín. Señalar que se han revisado, e incorporado los datos de la E.M.T. Sabiñánigo, para aquellas variables con errores o ausencia de registro, situando en este caso el dato en color azul dentro de la tabla de síntesis.

## 3.2 Estación meteorológica en la localidad de Sabiñánigo.

### 3.2.1 Ubicación. Incidencias de registro.

Gobierno de Aragón, la emplazó en longitud: 0°20' 25.4" W; latitud: 42°30' 52.2" N y altitud: 817 m de Sabiñanigo (Vertedero de Sardas). Con los datos se pueden valorar las operaciones de explotación de la depuradora, el control de los niveles freáticos del emplazamiento de Inquinosa y piezómetros de Sardas, y las variables de dispersión atmosférica de partículas y gases, así como la valoración de las escorrentías superficiales.

Los datos se han utilizado también para verificar los registros de la estación meteorológica de Bailín y completar variables de enero a mayo, por ausencia de registros o errores. Los datos están disponibles en Webtrans <http://webtrans.geonica.com> (mediante control de acceso).

E.M.T. SABIÑÁNIGO-2021		
Fecha	Intervalo	Razón
01-Junio a 30- Noviembre	meses completos	Fallos de registro en las variables de Evaporación Media y Evaporación instantánea (se adoptan los valores de la E.M.T Bailin para el balance de datos con gráficas)

### 3.2.2 Análisis de precipitaciones

Los **619,60** mm totales se analizan en dos semestres. En el primer semestre, aún incluyendo la primavera (156 mm) como periodo de máximas lluvias, el acumulado ha sido de 321,10 mm, siendo el cuarto semestre más seco de la serie de 12 años. Con un déficit respecto al histórico de -95,2 mm. Y mínimos en marzo (4,6 mm, -75 mm respecto a la media histórica) y mayo (29,9 mm, déficit de -38,8 mm respecto a la media).

E.MET. SABIÑANIGO AEMET 9460 Y SARDAS DGA 1er SEMESTRE AÑOS 2010 a 2020							
HISTÓRICO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	ACUMULADO 1er SEMESTRE (mm)
2010	92,00	86,00	67,00	54,00	73,00	99,00	471,00
2011	37,20	27,80	46,40	20,40	39,60	63,80	235,20
2012	6,60	3,80	144,00	176,20	25,20	25,20	381,00
2013	128,00	41,00	151,00	44,00	55,00	96,00	515,00
2014	97,00	66,00	77,00	72,00	94,60	40,00	446,60
2015	66,40	61,80	30,20	46,80	10,80	82,40	298,40
2016	95,30	123,40	68,40	63,50	51,00	18,50	420,10
2017	18,00	93,50	73,10	24,20	63,60	93,80	366,20
2018	58,40	46,90	127,50	137,80	143,90	124,70	639,20
2019	58,40	13,60	5,60	101,23	66,40	57,30	302,53
2020	82,50	5,30	87,00	135,00	131,99	62,30	504,09
<b>2021</b>	<b>79,50</b>	<b>54,30</b>	<b>4,6</b>	<b>93,4</b>	<b>29,90</b>	<b>59,4</b>	<b>321,10</b>
Mínimo	6,60	3,80	5,60	20,40	10,80	18,50	235,20
Máximo	128,00	123,40	151,00	176,20	143,90	124,70	639,20
Valor promedio acumulado	68,28	51,74	79,75	79,56	68,64	69,36	416,30
Diferencia Acumulado vs Media	11,23	2,56	-75,15	13,84	-38,74	-9,96	-95,20

Tabla 5. Balances resumen de la E.M.T de Sabiñánigo enero a junio 2021

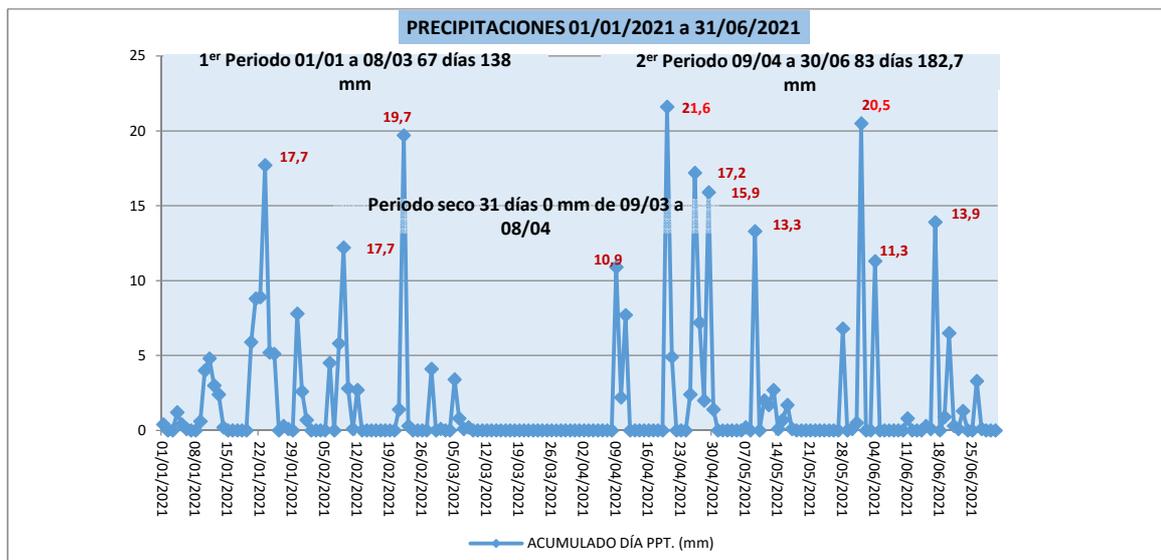


Figura 9. Grafico Precipitación diaria E.M.T. Sabiñánigo. Enero a junio 2021

E.MET. SABIÑANIGO AEMET 9460 Y SARDAS DGA 2º SEMESTRE AÑOS 2010 a 2020							
HISTÓRICO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUMULADO 2º SEMESTRE (mm)
2010	31,60	23,00	30,40	98,40	73,60	69,20	326,20
2011	28,60	45,80	16,40	25,60	70,20	16,00	202,60
2012	47,20	15,60	60,80	176,00	50,60	75,40	425,60
2013	35,20	56,00	53,00	82,80	45,40	52,00	324,40
2014	45,60	86,40	83,00	33,30	142,50	8,60	399,40
2015	44,30	72,80	66,40	50,20	39,80	2,60	276,10
2016	44,29	0,10	43,59	68,29	153,00	0,70	309,97
2017	25,20	15,20	22,70	30,80	13,10	123,40	230,40
2018	13,00	58,90	40,70	99,60	65,10	51,40	328,70
2019	52,50	50,600	6,20	75,10	141,90	108,70	435,00
2020	8,00	7,90	76,20	65,50	34,30	105,70	297,60
<b>2021</b>	<b>30,50</b>	<b>9,60</b>	<b>63,40</b>	<b>72,70</b>	<b>48,50</b>	<b>73,80</b>	<b>298,50</b>
Mínimo	8,00	0,10	6,20	25,60	13,10	0,70	202,60
Máximo	52,50	86,40	83,00	176,00	153,00	123,40	435,00
Valor promedio acumulado	33,83	36,83	46,90	73,19	73,17	57,29	321,21
Diferencia Acumulado vs Media	-3,33	-27,23	16,50	-0,49	-24,67	16,51	-22,71

Tabla 6. Balances resumen de la E.M.T de Sabiñánigo julio a diciembre 2021

En el segundo semestre el acumulado ha sido aún menor, con 298,5 mm, siendo el quinto periodo de menos lluvia de la serie de 12 años. Con un mínimo en agosto (9,6 mm) y un máximo en septiembre (72,70 mm). Julio y agosto quedan como los meses de menor precipitación y diciembre y octubre como los de mayores acumulados.

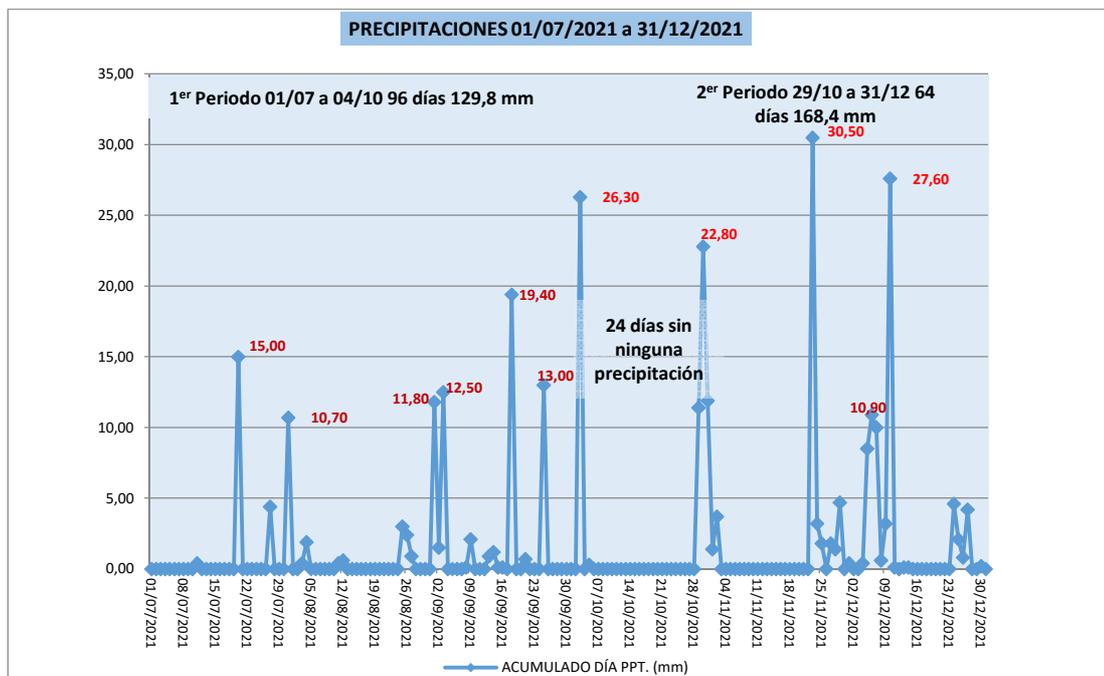


Figura 10. Gráfico Precipitación diaria E.M.T. Sabiñánigo. Julio a diciembre 2021

En éste segundo periodo, destacar el máximo de 30,5 mm en 24 horas del 23/11/2021. Superando incluso las lluvias del periodo de primavera (marzo con 21,6 mm y mayo con 20,5 mm), con un total acumulado de 298,50 mm, destacando el último periodo del semestre de 29/10 a 31/12 con un acumulado en 64 días de 168,40 mm

Indicar también, que el verano no ha sido el periodo donde menor precipitación se ha registrado, sino que ha sido el inicio del otoño, con 24 días continuados de octubre a noviembre, sin precipitaciones. Y al que le siguieron 5 días continuados, de precipitaciones continuadas, acumulandose 51,2 mm entre el 29/10 y el 02/11 (5 días). En éste el 44,5% (22,8 mm) cayeron el 30/10/2021, y 11 mm en los días previos y posteriores a éste nuevo máximo en 24 horas.

En el segundo semestre se han superado los 10 mm/día en 14 ocasiones, del 01/07 y el 31/12 y de ellos en cuatro ocasiones los 20 mm /día. Frente a sólo 2 días con precipitación >20 mm de enero a junio de los 11 días, en los que superaron los 10 mm/día.

Se incluyen las siguientes tablas de síntesis de las principales características:

<b>1º SEMESTRE 01/01/2021 A 30/06/2021</b>		
Balance SABIÑANIGO	321,10	(mm)
MAXIMO en 1 dia	21,60	(mm) 20-Abril
Contador de días de lluvia con >=10 mm	11,00	días
Mayor cantidad de días sin lluvia	31,00	del 09/03 a 08/04
Mayor cantidad de días con lluvia continuada	7,00	del 11/05/2021 a 17/05/2021
<b>2º SEMESTRE 01/07/2021 A 31/12/2021</b>		
Balance SABIÑANIGO	298,50	(mm)
MAXIMO en 1 dia	30,50	(mm) 23-Noviembre
Contador de días de lluvias con >=10 mm	14,00	días
Mayor cantidad de días sin lluvia	23,00	del 04/10 al 28/10
Mayor cantidad de días con lluvia continuada	8,00	del 29/11 a 02/11

**Tabla 7.** Balances Resumen 1º y 2º SEMESTRE de la E.M.T de Sabiñánigo- 2021

En síntesis y analizando los dos periodos el acumulado total ha sido de **619,6** mm. En ellos y en 25 ocasiones se han superado los 10 mm/día y en 6 ocasiones más de 20 mm/día. Marzo, abril, septiembre y noviembre, han sido meses con sucesos de acumulados elevados e incluso en un solo día, con un cierto carácter torrencial:

- Así en abril y en 11 días se acumulan 72,6 mm, de ellos en tres días se han superado los 10 mm/día, con un acumulado en un día de 21,6 mm, el 20/04/2021 y que supone el 29,7% del total. Abril es el mes con mayor cantidad de días que superan los 11 mm en un día (en cuatro días se superan los 10 mm, con máximo de 21,6 mm (el 20 abril).
- En septiembre y octubre de 2021 se han acumulado más de 60 mm cada mes, con parciales en 24 horas de hasta 26,33 mm (03/10/2021, el 48,3% del total de los dos meses), en octubre la lluvia se concentra en menos de una semana, con un total de ocho días en los que se superan los 100 mm/día entre los dos meses. Noviembre también ha sido un mes con elevada precipitación, sobre todo al inicio del mes, con nieve acumulada en la primera semana. Llama la atención que después de prácticamente 25 días sin lluvias, desde la del 03/10/2021, cayeron 51,2 mm de 29/10 a 02/11. De ellos el 44,5% (22,8 mm) se genera en un solo día (30/10) con un 23% antes y después de esa lluvia. Señalando además la lluvia del 23/11 con 30,5 mm/día.
- Se observa por tanto un carácter más torrencial y de altas precipitaciones concentradas en el otoño, de octubre a noviembre, acumulándose entre el 29/10 y el 31/12 una cantidad de 168,4 mm en 64 días. Con periodos interlluvias en los que no hay precipitaciones, así después de la lluvia de 03/10 de 26,3 mm se produce un periodo seco de 25 días de 04/10 a 28/10, con nuevas precipitaciones de 29/10 a 02/11 con 51,2 mm, y posteriores 19 días sin precipitación 03/11 a 22/11 se producen el máximo acumulado en un día de 30,5 mm el 23/11.
- En diciembre la lluvia también se produjo con un cierto carácter torrencial (aunque se generaron nevadas en la primera semana que alternaron con lluvias). Así en los primeros quince días, se generó un acumulado de 73,8 mm de los que 61,7 mm, se concentraron en los primeros 11 días (nieve y lluvia). De de ellos, en tres días, se superaron los 10 mm/día. Con un registro el 10/12, y en 24 horas, de 27,6 mm/día, que supone el 45,1% del total de los 11 días.

### 3.2.3 Análisis de vientos

De nuevo, para el análisis de la rosa de los vientos, se han hecho divisiones en dieciseis partes. Agrupándolas y considerando que las velocidades por debajo de 1 m/s (vientos considerados “calmas”) se han incluido también en la creación de las rosas. En general se considera que los vientos débiles, entre 1 y 5 m/s, siendo moderados entre 5 y 10 m/s y fuertes de 10 a 20 m/s. Agrupando en rangos de 0-2,5 m/s (calmas – vientos débiles) entre 2,5 m/s a 5 m/s (débiles a moderados) y superiores a 5 m/s (moderados a fuertes).

Del ciclo diario y anual se observa que la intensidad del viento se mantiene muy constante a lo largo del año con valores medios por lo general que no superan los 2 m/s. Siendo el mes de mayo el que presenta medias más altas, con 1,96 m/s de velocidad media y rachas medias máximas diezminutales de hasta 8,9 m/s. Las rachas máximas llegan a alcanzar los 15,95 m/s, con medias diezminutales máximas de 3,98 m/s.

No obstante las rachas medias diezminutales más elevadas se registran en febrero con 12,3 m/s, con velocidades medias para el mes menores que mayo (1,7 m/s en el mes)

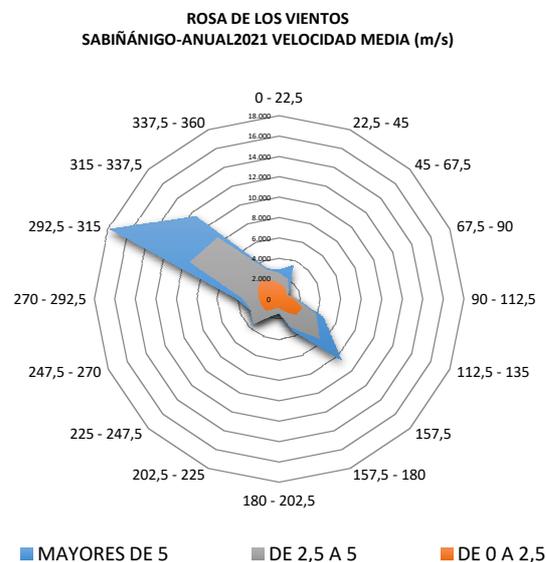
Los siguientes valores más elevados de velocidad media se presentan en junio y julio con valores de 1,62 m/s y 1,67 m/s respectivamente.

Las rachas diezminutales más elevadas se ha registrado en marzo con puntas de 26,4 m/s y medias máximas de 3,8 m/s, también enero (22,7 m/s rachas máximas y medias de 2,2 m/s) y junio y julio (19,7 m/s rachas máximas, y Vmedias máximas de 3,5 m/s).

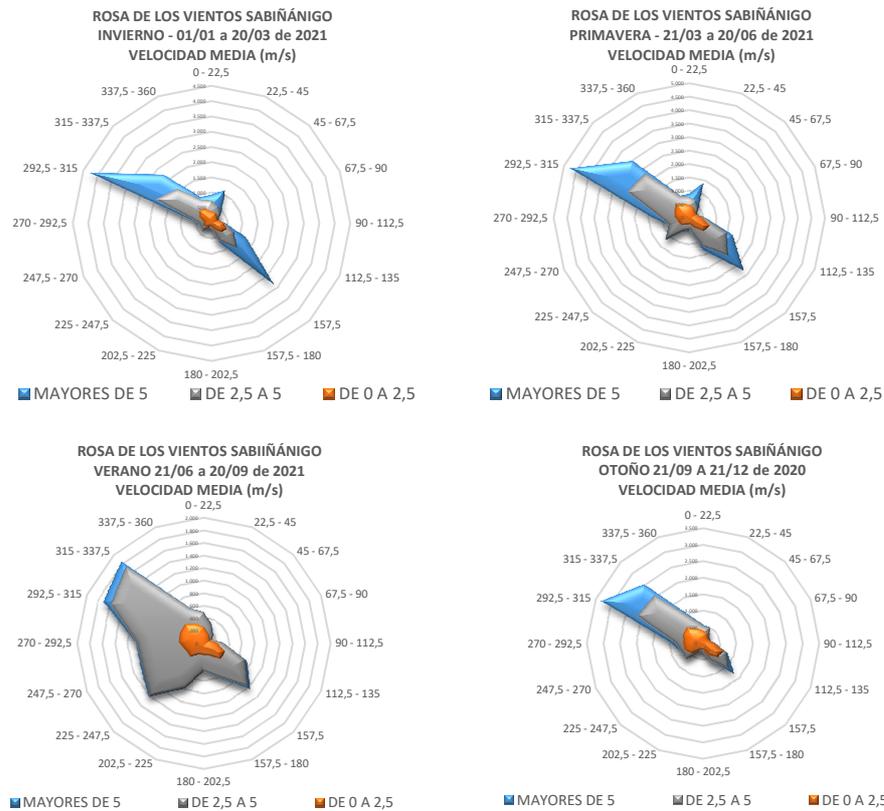
En cuanto al desarrollo y evolución, las velocidades más altas se registran en las horas centrales del día, con valores que se acercan a los 4 m/s de media y que ocasionalmente pueden superar los 6 m/s y llegar hasta los 16 m/s en sentido WNW hacia ESE. En horarios de tarde y hasta la madrugada, puede activarse la componente ESE, muy representativa (desde la población de Sardas y hacia Inquinosa, lo que haría que virtualmente dispersara partículas hacia la población de Sabiñánigo desde los focos del Vertedero de Sardas y la fábrica de Inquinosa). Por otra parte, durante las horas nocturnas, predominan los vientos en calma, por debajo de 1 m/s.

Teniendo en cuenta el histórico de rosas de los vientos de anteriores años, e incluso los registros de la estación meteorológica de AEMET (9640 Sabiñánigo), se detecta variabilidad interanual tanto en velocidad como en direcciones predominantes, con una distribución prácticamente idéntica año tras año. Y con prevalencia de los vientos del Oeste y una componente menor del ESE. Subrayando:

- **Flujos predominantes del W** (oeste), aunque en alguno de los años analizados, la frecuencia de ocurrencia de vientos del SE y ESE, es similar o incluso superior (como en el año 2014). Sobre todo en Otoño, invierno y primavera. Siendo las velocidades medias más altas en primavera y otoño. Y La mayor frecuencia de intensidades siempre se genera del Oeste.
- **En el verano** se describe una variable muy marcada que se alinea con el **eje del río Gállego**, en horario de tarde (16 h a 20 h) con brisas ascendentes, inferiores a 1,5 m/s de media y máximas que pueden alcanzar hasta los 10 m/s, esta componente tiene origen en el calentamiento del aire en el eje del río, con canalizaciones ascendentes (ascensos del aire caliente) y enfriamiento posterior (descensos del viento en horarios nocturno o sin insolación efectiva en la noche la componente roal de NNE hacia el SSW), con vientos más fríos desde el pirineo hacia la localidad del Sabiñánigo y canalizada por eje del Gállego hacia el SSW. Son brisas que se mantienen de forma general por debajo de 1,5 m/s y que ocasionalmente pueden alcanzar hasta los 8-9 m/s (en horario nocturno desde las 22 h hasta las 4:00-6:00 AM) (225º-270º). Ver figura 10. rosa del verano. Mayor dispersión de los vientos del WNW que no suelen superar los 2,6 m/s



**Figura 11.** Rosas vientos anual E.M.T Saabiñánigo Vertedero Sardas, Gobierno de Aragón



**Figura 12.** Rosa de los vientos estacionales, E.M.T Sabiñánigo, Vertedero de Sardas-2021

En la primavera y verano hay prevalencia de los vientos del oeste sobre el resto (se alcanzan rachas máximas diezminutuales de hasta 19 m/s, con vientos medios de 1,6m/s a 1,4 m/s).

Existe también un periodo de calmas o velocidades inferiores a 2 m/s, qué, como se indicaba en la memoria para evaluación del “Modelo Dispersivo Sabiñánigo”, suponen un 70% en invierno y un 40% en primavera (*el resto de datos se han extraído del informe de CEAM para el Gobierno de Aragón “Actuaciones preparatorias de los futuros trabajos de desmantelamiento de las antiguas instalaciones de la empresa Inquinosa y del Vertedero de Sardas en Sabiñanigo”*).

Pudiéndose distinguir un régimen diurno, marcado por vientos predominantes de componente oeste, con frecuencias entre las 12 a 13 y las 18 UTC de hasta 4 m/s, llegando a registrarse rachas máximas hasta de 26 m/s (marzo) y medias de 15,1 m/s, en ocasiones durante cuatro horas seguidas a mitad de la mañana 12 am a 15:30 pm, y un régimen nocturno, donde tienden a predominar los vientos del segundo cuadrante Este y ESE (efecto

calentamiento enfriamiento del aire). Durante la madrugada son frecuentes los vientos en calma, con porcentajes de ocurrencia que incluso superan el 40-45% (extraído de la memoria “Análisis de las condiciones meteorológicas y transporte de contaminantes asociados al entorno de Sabiñánigo. Meteosim, año 2019”).

### 3.2.4 Análisis de Precipitación-Temperatura-Evaporación

Los valores de temperaturas medias más elevadas, concentrados en los meses de verano, se han alcanzado en agosto (21,37°C) y julio (21,28°C), correspondiendo las mínimas con enero (1,04°C). Diciembre de 2021 ha tenido temperaturas más suaves con medias de 4,6°C y mínimas de - 3,9°C (sólo se ha alcanzado valores continuos durante algunas horas de la madrugada por debajo de - 3°C el 20/12/2021).

No se han registrado heladas como el año anterior. Habiendo tomado los datos de junio a noviembre de la E.M.T. Bailin (comprobados como error en la E.M.T Sabiñánigo), siendo el resto de registros de la estación de Sabiñánigo. Se observan los valores más altos de evaporación en enero (144 m), febrero (169 mm), marzo (147 mm), Agosto (190,28mm bailin). Con un balance más favorable por las precipitaciones de junio, septiembre y diciembre. Ver Fig.13.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
EVAPORACIÓN	144,1	169,6	147,94	99,35	103,6	57,61	26,91	190,28	22,01	10,07	50,09	94,28
PRECIPITACIÓN	79,5	54,3	4,6	93,4	29,9	59,39	30,5	9,6	63,4	72,7	48,5	73,8
Humedad Rel%	81,01	71,85	62,83	63,91	63,62	61,64	53,21	51,84	70,71	72,76	74,55	81,15

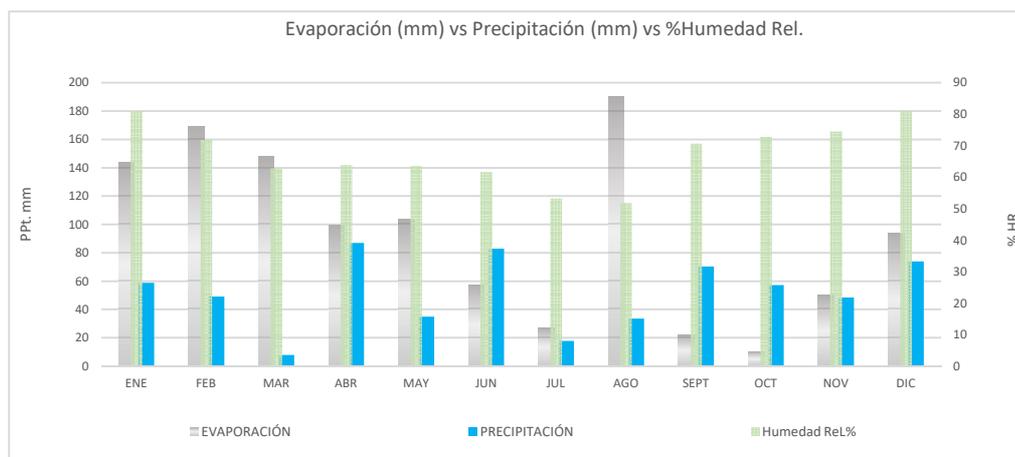


Figura 13. Gráficos de Evaporación-Precipitación en mm, E.M.T Vertedero de Sardas-2021

Los valores más bajos de precipitación en relación a temperatura, en 2021, son marzo, mayo, julio, agosto y septiembre (este en el límite de la aridez), según el diagrama de Gausson (ver Figura 12.). El resto de registros se situarían por encima de la curva de temperatura. Por lo que y como queda reflejado en el diagrama ombrotérmico de Gausson señalarían para el primer caso, que la Precipitación en “mm” es menor que dos veces el valor alcanzado de temperatura media, resultando periodos de mayor estres hídrico.

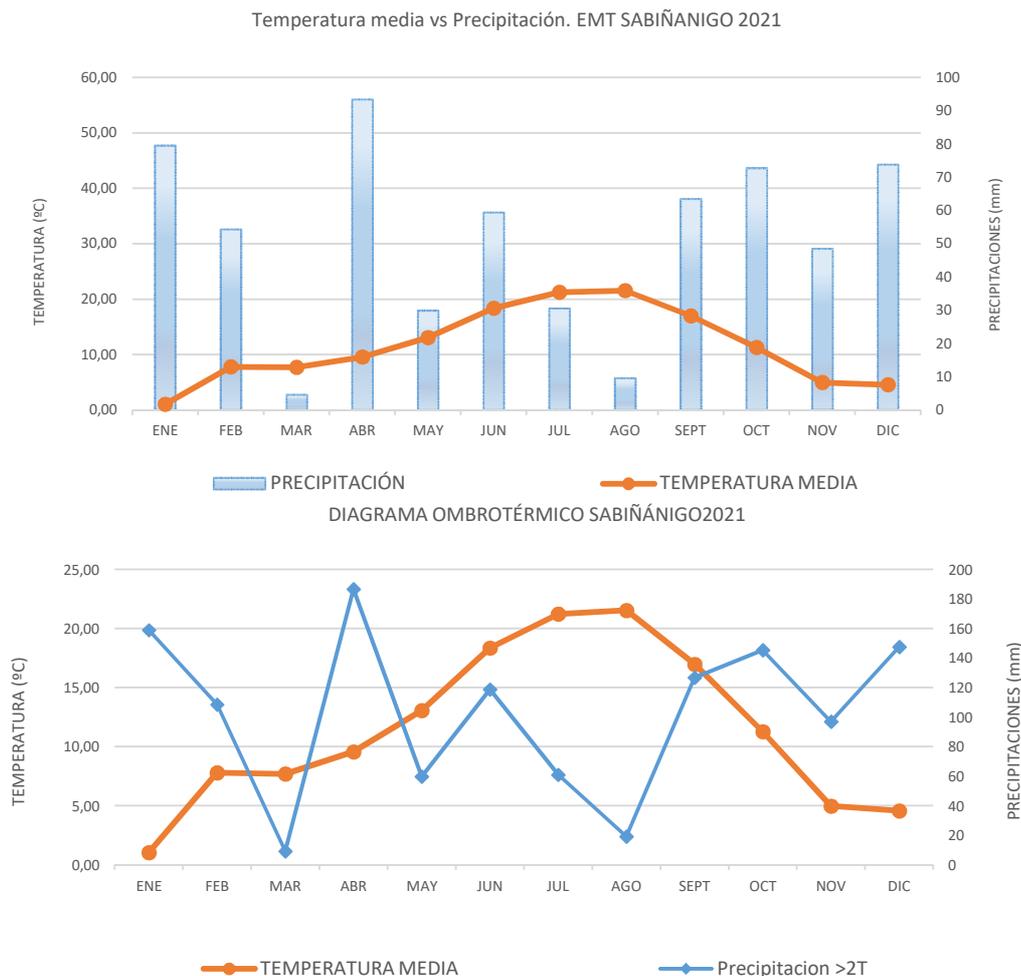


Figura 14. Diagrama Temperatura vs Precipitación y Ombrotérmico, E.M.T Vertedero de Sardas 2021

### 3.2.5 Síntesis de los registros principales.

En el Anexo II se incluyen las tablas con las síntesis de valores medios de los registros principales de datos meteorológicos de la Estación de Sabiñánigo de Gobierno de Aragón.

## 4. CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES.

El seguimiento de la calidad del agua de los cauces superficiales permite verificar y caracterizar la calidad en relación a las actividades y precipitación anual, determinando:

- ✓ El estado de las aguas superficiales en relación a los residuos principales de fabricación del Lindano (encapsulados en la Nueva Celda de Seguridad, 2014), en cumplimiento de la A.A.I. Verificando los parámetros establecidos en todos los puntos indicados e incluso en mayor número a las localizaciones indicadas, después del desmantelamiento efectuado en 2014.
- ✓ Las precipitaciones significativas, en las zonas afectadas por los residuos de fabricación del lindano (Inquinosa, Vertedero de sardas y vertedero de Bailín), con el cambio de calidad de las aguas y la necesidad o no de su depuración.
- ✓ La necesidad de ejecución de trabajos necesarios para explotación, mantenimiento, conservación y limpieza de zonas (limpieza de lodos, de sedimentos, ejecución de obras civiles, reparación de tuberías y conducciones, cunetas, caces, etc.).

Para el seguimiento y control se utilizan muestreadores en continuo, muestreos puntuales, según tomas rutinarias de control diario, semanal, mensual o trimestral, determinando las analíticas con un Cromatógrafo de gases con detector de masas (triplecuadrupolo) marca Agilent, los límites de detección se sitúan por debajo de 0,1 ppb y en el caso del Hexaclorobenceno y de los isómeros de HCH por debajo de 0,02 ppb. Las muestras se toman y analizan por parte de personal de SARGA, en el laboratorio de Pirenarium.

Muchas de las determinaciones se sitúan por debajo del valor de detección del equipo. Para lo cual y para el tratamiento estadístico de los resultados, se utiliza el promedio de todas las muestras tomadas y analizadas, considerando los valores medidos por debajo del límite de detección como valor "0" para el cálculo, pudiendo precisar de mejor modo y respecto al total del espacio muestral, el promedio de valores de calidad en el año o para el total de determinaciones realizadas. Al igual que el percentil 95 de las muestras y la desviación estándar respecto a la media.

En el caso de muestras en continuo, los controles se realizan mediante la colocación de muestreadores de 24 botellas de 250 ml, siendo la muestra una integrada de todas las botellas. En el caso de un evento o suceso meteorológico extraordinario, bien por trabajos o valoraciones adicionales se puede tomar muestras adicionales, puntuales o integradas, complementarias a las

rutinas inicialmente programadas para el punto (como el caso de RG-02 este año)

En el caso de Bailín y para facilitar el control, se subdividieron las áreas de trabajo de Bailín en diferentes sectores. Las tres subcuencas en las que se compone, son recogidas por cunetas de hormigón o cauces naturales de barrancos, que facilitan la separación según cargas y contaminantes y su derivación al Barranco.

Las subcuencas en el caso de Bailín son:

- ✓ **Subcuenca I**, referida al entorno y perímetro de la Celda Nueva de HCH sellada provisionalmente. Los puntos de control se sitúan en las cunetas de control que derivan agua al barranco de Bailín son los denominados, **ASP12** (tubería de salida, ahora Barranco de la Nueva Celda) **TAJ-1** (cuneta con tajadera de derivación)
- ✓ **Subcuenca II**, perímetro e infraestructuras de la Celda de HCH desmantelada. Básicamente los **Barrancos**: Barranco-0, Barrancos E.Transferencia, Estación de Transferencia, Bc. Estación Meteorológica. Cuyo punto de control principal es la **TAJ-2** (cuneta con tajadera de derivación), situado en la Estación de transferencia (antes del Barranco-0) y previa a la derivación a Barranco de Bailín.
- ✓ **Subcuenca III**, perímetro de la celda vieja y cunetas de regulación del “Barranco 0”
- ✓ En la salida del Barranco y antes del río Gallego se chequea y toma en el **MZ-0**

Ver Anexo III Planos, Sectores y Subcuencas (Plano 1.1) y Figura 15. Esquema de Cauce.

El objetivo básico es comprobar la no superación de los niveles de intervención. Como se especificó en el “Protocolo de vigilancia del río Gállego”, suscrito por el Gobierno de Aragón, el Servicio de Seguridad de protección Civil de la Dirección General de Justicia e Interior y revisado por el órgano de Cuenca, incluyendo los Puntos de control en el río Gállego son el MZ-1, MZ-2, MZ-3 y MZ-4 (de noviembre-2015, y última revisión de 27/04/2021)

El control se extiende además a otros puntos del río Gállego y a otros cauces afluentes del Gállego, y desde aguas arriba hacia aguas abajo son:

- ✓ **RG-01** Se seleccionó un punto, aguas arriba del embalse de Sabiñánigo, en el río Aurín en su incorporación con el río Gállego, en principio sin afección aparente.
- ✓ **RG-04** En el Embalse de Sabiñánigo, el agua es represada para uso eléctrico, derivándola a través de un canal revestido en hormigón e independientes de los cauces. Cantidades que circulan paralelas e independientes del río Gállego, que superan normalmente 10 m<sup>3</sup>/s.

- ✓ **RB-01** (Río Basa-Gállego) después de la compuerta del embalse y en la confluencia con el río Basa.
- ✓ **RG-A-EDAR** Después de la depuradora de Sabiñánigo y antes del Barranco de Bailín y de la capa M (capa litológica más afectada en el barranco de Bailín)
- ✓ **RG-02** (Puente de la Rapún), aguas abajo de la capa M y de la depuradora de Sabiñánigo, antes del Barranco de Bailín. Coincidente con la estación de aforo de Confederación Hidrográfica del Ebro.
- ✓ **RG-05** Después del Barranco de Bailín, en el cauce del río Gállego, esta muestra integraría las calidades del agua desde el embalse y el barranco de Bailín.
- ✓ **MZ-1** Situado en el río Gállego, chequea la calidad del río y la calidad del agua después de la incorporación del canal hidroeléctrico desde el embalse de Sabiñánigo (que aporta un caudal de más de 10 m<sup>3</sup>/s), estación hidroeléctrica de Jabarella.
- ✓ **RG-03** Cauce del río Gállego, Hostal de Ipies-Orna aguas abajo de Jabarella.
- ✓ **MZ-2** En el río Gállego después del Embalse de la Peña, y del canal procedente del turbinado en la Presa de Carcavilla.
- ✓ **MZ-3** En el río Gállego, antes del canal de derivación a la presa de Ardisa y Embalse de la Sotonera.
- ✓ **MZ-4** Río Gállego en la derivación y entrada en la acequia de Candevania (dentro del sistema de riego de Bajo Gállego) en Villanueva de Gállego. Después del Azud de Ontinar.

En caso de detectar superaciones o concentraciones anómalas dentro de las muestras integradas, se analizan las muestras horarias. Teniendo que según el “Protocolo de Vigilancia del Río Gállego” cumplir que:

- ✓ En el Barranco de Bailín (punto de control MZ-0) no se puede superar la media diaria de suma de los isómeros del hexaclorociclohexano los 100 ppb HCH.
- ✓ En el caso del propio río Gállego, en los puntos de control indicados MZ-1, MZ-2, MZ-3 y MZ-4, la concentración debe estar por debajo de 0,1 ppb. Siendo motivo de intervención a partir de valores superiores a 0,5 ppb.

El listado integro de puntos y resultados analíticos se puede consultar en la página WEB del Gobierno de Aragón: <http://www.stoplindano.es/>. Información incluida en el apartado “Informes de Seguimiento”, junto a un mapa de localización de puntos con resultados analíticos.

En el presente apartado se ha incluido un esquema síntesis de los principales puntos controlados en el año 2021 (Ver Figura 13.) comentados anteriormente. Y en un dispositivo “USB”, por el volumen de datos que supone, todas las tablas de datos analíticos con resultados de todos los puntos controlados, incluidos los “MZ”.

Los boletines e informes de resultados de los trabajos de depuración, el balance y tratamiento de aguas, así como los mantenimientos y trabajos de explotación de las instalaciones de depuración se incluyen en memoria y anexos aparte de éste documento “Memoria de explotación de la planta Depuradora de Bailín”.

En el Anexo IV se han incluido las tablas síntesis con los análisis de la evolución de la calidad del agua según los puntos de control.

Desde 2017, se deriva el agua de la Subcuenca I directamente al Barranco de Bailín, no obstante se realizan comprobaciones de su calidad, debiendo resultar en todo momento por debajo de 50 ppb. No comprometiendo así la capacidad de las instalaciones de tratamiento.

De forma general, las escorrentías generadas por las precipitaciones entre celdas y las caídas en el área perimetral hasta la Estación de Transferencia de residuos peligrosos (parte de la Subcuenca II-1) se derivan por el punto TAJ-2, al barranco de Bailín, bien por la singularidad de las precipitaciones o por los volúmenes acumulados en días, y que pueden poner en compromiso la capacidad de los Tanques de Tormentas y de las Depuradoras para su tratamiento. Por ello, se realiza el seguimiento de los mismos, con una comprobación permanente y previa a la derivación.

#### ***4.1 Análisis por Subcuencas en Bailín:***

**De la Subcuenca I** (ver plano Anexo III) Las escorrentías se generan en la superficie sellada de la nueva celda y las cunetas perimetrales de ésta, e incluye las zonas aledañas con pendiente hacia el interior de la nueva celda (42.000 m<sup>2</sup>). El punto de derivación es la TAJ-1, que sale al cauce del Barranco por la cuneta ASP12.

La acción de derivar los caudales, al cauce del Barranco, se realiza desde el sellado provisional de la Celda Nueva, octubre de 2014. Con la comprobación de concentraciones, para que estas no superen los 50 µg/l en suma de HCH, con éste motivo se han tomado **6 muestras**.

Se ha incluido la Tabla10, del punto TAJ-1 (22/01/2021 a 29/10/2021), donde se aprecian los incrementos por las lluvias torrenciales de junio (47,5 mm en ocho días), y en los que el 01/06 cayeron 21,8 mm en 24 horas (46% del total de ocho días). Este mismo efecto de pico en la

concentración se volvió a detectar con las lluvias de 17/06 a 23/06 (26,6 mm). Y donde se comprueba el efecto de las lluvias de junio (de 28/05 a 04/06 cayeron 82,9 mm). El 25 de agosto se vuelve a detectar un pico por la lluvia de 12:20 a 15:40, con un acumulado de 29,40 mm.

Las precipitaciones caídas en esta área han generado un volumen aproximado de escorrentías, entorno a 29.000 m<sup>3</sup> (615,6 mm precipitación sobre la subcuenca de 42.000 m<sup>2</sup>).

BAI-TAJ-1	UNID	22/01/2021	11/04/2021	01/06/2021	17/06/2021	25/08/2021	29/10/2021
Observaciones		Puntual	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
HEXACLOROBENCENO	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	0,03	0,31	2,61	1,39	2,41	0,28
b-HCH	µg/l	0,54	1,36	30,46	6,00	6,02	1,90
g-HCH	µg/l	0,01	0,19	<0,02	0,24	0,34	0,12
d-HCH	µg/l	0,04	0,83	1,99	1,26	0,88	0,64
e-HCH	µg/l	0,03	0,24	0,39	0,62	0,63	0,35
SUMA HCH	µg/l	0,65	2,93	35,45	9,51	10,28	3,29

**Tabla 8.** Tabla resultados analíticos de HCH TAJ-1, previa derivación Bc. Bailín. Año 2021

**De la Subcuenca II;** (ver plano Anexo III) subdividida en dos zonas desde aguas arriba hacia abajo. Se han tomado un total de **45 muestras**.

Subcuenca II-1 (tiene una extensión de unos 38.500 m<sup>2</sup>), incluye las escorrentías superficiales que recoge la cuneta de hormigón izquierda del vial de acceso entre las dos Celdas (zona del dique de cierre de la Nueva Celda) y una parte del perímetro y del área entre Celdas. Estos caudales se derivan a través de la tajadera TAJ-2 hacia el Barranco de Bailín, sólo en caso de situarse por debajo del valor límite de referencia indicado (50 µg/l), y que para las precipitaciones del año 2021 (615,6 mm) ha supuesto la derivación a cauce de unos 23.7000 m<sup>3</sup>.

Subcuenca II-2 (con una extensión aproximada de 58.400 m<sup>2</sup>) comprende:

- ✓ La propia Celda desmantelada (30.860 m<sup>2</sup>), cuyos caudales están afectados, con más o menos carga, y que suele superar generalmente los 50 µg/l. Su derivación a gestión ha supuesto el tratamiento de unos 19.000 m<sup>3</sup>, sin considerar los efectos de la evaporación, ni los caudales aportados y utilizados para ejecución de los ensayos del ensayo LifeSurfing.
- ✓ La propia zona de la Estación de Transferencia de Residuos peligrosos (7.000 m<sup>2</sup>), además de la pequeña cuenca del Barranco-0 en el costado izquierdo de la celda desmantelada (de 20.530 m<sup>2</sup> entre celdas). En principio los caudales generados por las precipitaciones, unos 16.900 m<sup>3</sup>, se han derivado a través del juego de compuertas de la E.Transferencia hacia el Barranco de Bailín (TAJ-2).

Los caudales derivados por la TAJ-2 del sector entre cuencas no han superado los valores de referencia adoptados (<50 ppb en todos los casos) y no han supuesto la superación del valor de 100 ppb, en el protocolo de vigilancia de calidad del río Gállego para el punto MZ-0.

BAI-TAJ-2	UNID,	22/01/2021	09/02/2021	11/04/2021	20/04/2021	28/04/2021	11/05/2021	01/06/2021
Observaciones		Puntual						
HEXACLOROB.	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	0,61	0,13	0,34	0,48	0,04	0,22	0,29
b-HCH	µg/l	2,15	1,85	1,91	1,98	0,59	1,86	1,99
g-HCH	µg/l	0,04	0,11	0,25	0,33	0,04	0,24	0,22
d-HCH	µg/l	0,1	0,49	1,05	1,24	0,16	1,21	1,79
e-HCH	µg/l	0,19	0,21	0,35	0,43	0,08	0,36	0,38
SUMA HCH	µg/l	3,09	2,79	3,9	4,46	0,91	3,89	4,67

BAI-TAJ-2	UNID,	17/06/2021	25/08/2021	03/09/2021	29/10/2021	23/11/2021	10/12/2021
Observaciones		Puntual	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual	Puntual
HEXACLOROB.	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	0,23	0,38	0,06	2,01	0,09	<0,02
b-HCH	µg/l	1,51	3,01	1,43	4,77	0,36	0,19
g-HCH	µg/l	2,61	0,2	0,04	0,22	0,02	0,02
d-HCH	µg/l	22,69	1,08	0,13	1,15	0,11	0,02
e-HCH	µg/l	2,59	0,37	0,13	0,57	0,05	<0,02
SUMA HCH	µg/l	29,63	5,04	1,79	8,72	0,63	0,23

**Tabla 9.** Tabla resultados analíticos de HCH en TAJ-2, previa derivación Bc. Bailín. Año 2021

También se tomaron muestras de control en diferentes barrancos que vierten hacia el Bc. de Bailín, en cunetas de la Estación de Transferencia de residuos peligrosos, Barranco-0 (aguas arriba de E.T. y en la E.Meteorológica de Bailín) y en puntos de bombeo hacia tratamiento.

**Ningún valor supera los 10 ppb.** Señalando una afección en general, como se ha indicado antes, con el aumento de concentraciones en junio (01/06 a 17/06) y agosto (25/08), por las lluvias registradas. En este punto, también se detecta el efecto que han generado los acumulados de octubre a noviembre, entre el 29/10 a 03/11 (34,9 mm en seis días), con acumulados de 7,5 mm el día 29/10 de 16,10 mm el 30/10 y otro de 7,4 mm el 31/10, y aumento de la concentración en las escorrentías de la zona del vaso desmantelado y en el entorno de los barrancos y estación de transferencia de residuos.

Barranco E.M.T.	UNID	22/01/21	09/02/21	11/04/21	20/04/21	28/04/21	11/05/21
Observaciones		BCO-ESTACION METEREOLÓGICA					
HEXACLOROB.	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	0,40	0,65	1,64	2,34	0,89	3,19
b-HCH	µg/l	1,04	2,06	2,83	2,30	1,04	2,55
g-HCH	µg/l	0,09	0,17	0,99	0,67	0,22	0,44
d-HCH	µg/l	0,13	0,25	1,52	0,85	0,31	0,94
e-HCH	µg/l	0,12	0,20	0,47	0,38	0,17	0,42
SUMA HCH	µg/l	1,78	3,33	7,45	6,54	2,63	7,54

Barranco E.M.T.	UNID	01/06/21	17/06/21	25/08/21	03/09/21	29/10/21	10/12/21
Observaciones		BCO-ESTACION-METEREOLÓGICA	BCO-ESTACION-METEREOLÓGICA	BCO ESTACION-METEREOLÓGICA	BCO-ESTACION-METEREOLÓGICA	BCO-ESTACION METEREOLÓGICA	BARRANCO-ESTACION METEREOLÓGICA
HEXACLOROB.	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	1,70	2,35	2,84	0,43	1,38	0,04
b-HCH	µg/l	3,31	3,08	3,41	1,86	4,12	0,26
g-HCH	µg/l	0,32	0,19	0,46	0,15	0,24	0,04
d-HCH	µg/l	1,33	0,77	0,81	0,18	0,75	0,02
e-HCH	µg/l	0,44	0,28	0,36	0,16	0,38	0,03
SUMA HCH	µg/l	7,10	6,67	7,88	2,78	6,87	0,39

Tabla 10. Tabla resultados analíticos de HCH, Barranco-0 - Estación Meteorológica. Año 2021

Barranco NUEVA CELDA	UNID	22/01/21	11/04/21	01/06/21	03/09/21	29/10/21
Observaciones		BARRANCO NUEVA CELDA	BARRANCO NUEVA-CELDA	BARRANCO NUEVA CELDA	BARRANCO NUEVA CELDA	BARRANCO NUEVA CELDA
HEXACLOROB.	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	0,14	0,23	0,37	0,33	0,20
b-HCH	µg/l	0,44	0,32	0,64	0,73	0,23
g-HCH	µg/l	<0,02	0,11	0,16	0,10	0,07
d-HCH	µg/l	0,03	0,61	0,78	0,19	0,31
e-HCH	µg/l	0,04	0,12	0,17	0,13	0,08
SUMA HCH	µg/l	0,65	1,39	2,12	1,48	0,89

Tabla 11. Tabla resultados analíticos de HCH, Barranco altua Nueva Celda Seguridad. Año 2021

Barranco-0 + P.TRANSFERENC	UNID	22/01/21	09/02/21	11/04/21	20/04/21	22/04/21	28/04/21	29/04/21	11/05/21
Observaciones		BARRANCO-0 + PLANTA TRANSFERENCIA 2201	BARRANCO 0+PLANTA TRANSFERENCIA 0902	BARRANCO-0+ PLANTA TRANSFERENCIA 1104	BARRANCO-0+ PLANTA TRANSFERENCIA 2004	PLANTA TRANSFERENCIA-ARRASTRES 2204	BARRANCO-0+ PLANTA TRANSFERENCIA 2804	PLANTA TRANSFERENCIA 2904	BARRANCO 0 + PLANTA TRANSFERENCIA 1105
HEXACLOROB.	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	0,45	0,82	1,86	3,13	0,70	1,20	1,05	3,62
b-HCH	µg/l	1,33	2,22	3,13	2,43	1,28	1,21	2,12	2,77
g-HCH	µg/l	0,18	0,21	1,11	0,84	0,59	0,31	0,65	0,49
d-HCH	µg/l	0,19	0,25	1,56	0,91	0,50	0,40	0,60	0,98
e-HCH	µg/l	0,18	0,22	0,56	0,42	0,20	0,23	0,27	0,44
SUMA HCH	µg/l	2,33	3,72	8,22	7,73	3,27	3,35	4,69	8,30

Barranco-0 + P.TRANSFEREN	UNID	01/06/21	17/06/21	25/08/21	03/09/21	29/10/21	23/11/21	10/12/21
Observaciones		BARRANCO-0+PLANTA-TRANSFERENCIA 0106	BARRANCO-0+PLANTA-TRANSFERENCIA 1706	BARRANCO-0+PLANTA-TRANSFERENCIA 2508	BARRANCO-0+PLANTA-TRANSFERENCIA-0309	BARRANCO 0 + PLANTA TRANSFERENCIA 2910	BARRANCO-0+PLANTA-TRANSFERENCIA 2311	BARRANCO 0 + PLANTA TRANSFERENCIA -1012
HEXAACLOROB.	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	2,91	4,51	6,43	0,52	1,14	0,30	0,08
b-HCH	µg/l	3,69	4,17	4,45	1,96	2,98	0,43	0,40
g-HCH	µg/l	0,40	0,23	0,83	0,21	0,34	0,06	0,08
d-HCH	µg/l	0,82	0,48	0,85	0,21	0,99	0,10	0,05
e-HCH	µg/l	0,41	0,26	0,44	0,18	0,33	0,05	0,05
SUMA HCH	µg/l	8,23	9,65	13,00	3,08	5,78	0,94	0,66

**Tabla 12.** Tabla resultados analíticos de HCH, Barranco-0 - Planta Transferencia. Año 2021

#### 4.2 Control aguas superficiales en el Barranco de Bailín, MZ-0

Los boletines analíticos y resultados completos sobre las aguas tratadas en la depuradora de Bailín (que vierte al cauce del barranco, Límite<sub>vertido</sub> <50 ppb) se encuentran incluidos en la memoria y datos del informe anual de explotación de la Depuradora. Las aguas tratadas en la Planta Depuradora, provienen de las zonas indicadas, además de las maniobras generadas en los bombeo de la pluma de aguas subterráneas, de las escorrentías afectadas procedentes de la Subcuenca II-2 (>50 ppb, Celda Vieja Desmantelada) y de los bombeos de las zonas de Barrancos. **El punto de chequeo es esta zonas es el MZ-0 y se incluye en el “Protocolo de Vigilancia del río Gállego”**, la concentración debe estar por debajo de 100 ppb.

**En el caso de la subcuenca I** ver “Tabla 10.” Ya se ha indicado que la concentración de HCH se sitúa por debajo del límite de intervención (<50ppb continuando con la vigilancia previa a su derivación. Los mayores valores están asociados a las lluvias torrenciales de mayo-junio, las ocurridas a finales de agosto (25/08) y las precipitaciones concentradas entre octubre y noviembre. Se ha señalado también **en el caso de las Subcuencas II-1 y II-2** (zona superior aguas arriba de la Estación de Transferencia de residuos y zona perimetral de barrancos en el entorno del Vaso desmantelado de HCH) que normalmente los caudales son tratados en todos los casos y sólo se ha derivado aquellos en los que su valor no ha superado los 50 ppb, enviándose de forma rutinaria a tratamiento, en particular e indistintamente los del vaso desmantelado. Comprobándose antes de derivación los provenientes de las cunetas de hormigón. Los periodos en los que se han detectado valores más elevados (ninguno ha superado los 50 ppb) coinciden en distribución y fechas con los de la subcuenca-I. Estos caudales tampoco han modificado la concentración en MZ-0. Ver planos Anexo III Subcuencas.

Por otra parte, se ha verificado si en coincidencia con la ejecución de ensayos dentro del proyecto europeo “Life Surfing” a finales de agosto (17 de agosto a 24 de agosto) y en septiembre (de 02/09 a 30/09), por la inyección de trazadores y ejecución de pruebas con

oxidantes y sosa, en la la “celda de ensayo” (area desmantelada) y en el área utilizada y denominada como de “barrera de seguridad” para protección del río Gállego. Se ha podido generar afección a la calidad, por las incorporaciones laterales, y por el flujo subsuperficial o subterráneo bien al Barranco de Bailín (desde la capa M principalmente), bien al río. No generando incrementos notables por ello.

En resumen, en el punto de control **MZ-0** se han hecho 364 muestreos, con un total de **355 muestras** determinadas. En nueve ocasiones el muestreador no funcionó o no tomó muestras por las condiciones meteorológicas en las que se encontró el cauce, bien seco o helado. Ver Anexo IV resultados analíticos por puntos.

De las muestras tomadas y analizadas en 355 (100%) se detecta la presencia de alguno de los isómeros de HCH; mayoritariamente, beta y épsilon en 355 veces, alfa 350 veces, delta en 340 veces y gamma en 275 ocasiones. El valor máximo de suma de HCH ha sido de 6,54 µg/L, el 10/05/2021. Asociado a las lluvias. Al igual que nuevos incrementos en el paso de los meses de octubre a noviembre. Se observa que en media y teniendo en cuenta todas las muestras con determinación de suma de HCH, para todo el año, el promedio se situaría entorno a 1,38 µg/L. Más del 95% de los datos (percentil 95) se situarían por debajo de 2,87 µg/L. La dispersión de la medida respecto a la media se situaría entorno a 0,98 µg/L. En noviembre y diciembre la concentración de HCH descendió.

Señalar que desde junio se constatan altos valores de épsilon, que en media superan 1,5 µg/L, con máximos de 4,7 µg/L a finales de octubre, con muchos valores superando los 2,5 µg/L en octubre. El resto de isómeros, y en especial desde junio y hasta octubre se mantienen en general siempre por debajo del microgramo litro.

No obstante, en el Barranco y pese a los trabajos de mantenimiento, las limpiezas ejecutadas, los arrastres en tormentas y los ensayos ejecutados se comprueba cómo no se ha superado el valor límite de intervención (100 ppb).

Señalar que en diciembre se detectó una pluma de fenol, entre 24/11 y 27/12 en el agua del barranco. Detectando en 17 de las 38 muestras tomadas, un valor en promedio de 18,8 µg/L. Y máximos que alcanzaron en muestras integradas diarias el valor de 179 µg/L el (11/12/2021). El valor mínimo fue de 0,42 µg/L (el 14/12/2021).

Para comprobación de la calidad, de una de las surgencias identificadas en la pared de la aleta de hormigón del Aforador de Confederación Hidrográfica del Ebro, el 14/12/2021 se tomó una que verificó la no relación con la pluma de fenol. Ver tabla 12, página siguiente.

Para el resto de los contaminantes, incluidos en los Anexos IV y V del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, y en todos los puntos en los que se han caracterizado de forma completa las muestras, para criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, Anexos IV y V, todos los valores se sitúan por debajo de los criterios de Normativa de Calidad Ambiental (N.C.A.) media anual (M.A.) no superándose las cantidades máximas admisibles (C.M.A.). Ver tablas adjuntas Anexo IV "MZ-0". Se observa también que en ningún caso se supera el valor de 100 µg/L de suma de HCH.

BLANCO		14/12/21
OBSERVACIONES	UNID	AGUJERO PARED HORMIGON BARRANCO
1,1-DICLOROETANO	µg/l	<0,1
BENCENO	µg/l	<0,1
TRICLOROETILENO	µg/l	<0,1
TETRACLOROETILENO	µg/l	<0,1
TOLUENO	µg/l	<0,1
ETILBENCENO	µg/l	<0,1
m y p-XILENO	µg/l	<0,1
o-XILENO	µg/l	<0,1
CLOROB	µg/l	<0,1
1,3-DICLOROB	µg/l	<0,1
1,4-DICLOROB	µg/l	<0,1
1,2-DICLOROB	µg/l	0,21
1,3,5-TRICLOROB	µg/l	0,42
1,2,4-TRICLOROB	µg/l	<0,1
1,2,3-TRICLOROB	µg/l	<0,1
1,2,3,5+1,2,4,5-TETRACLOROBENCENOS	µg/l	<0,1
PENTAFLOROB	µg/l	<0,1
FENOL	µg/l	<0,1
2-CLOROFENOL	µg/l	<0,1
3-CLOROFENOL	µg/l	<0,1
4-CLOROFENOL	µg/l	<0,1
2,6-DICLOROFENOL	µg/l	<0,1
2,4-DICLOROFENOL	µg/l	<0,1
2,4,6-TRICLOROFENOL	µg/l	<0,1
2,3,5,6-TETRACLOROFENOL	µg/l	<0,1
2,3,4,6-TETRACLOROFENOL	µg/l	<0,1
2,3,4,5-TETRACLOROFENOL	µg/l	<0,1
PENTAFLOROFENOL	µg/l	<0,1
HEXAFLOROBENCENO	µg/l	<0,02
a-HCH	µg/l	<0,02
b-HCH	µg/l	0,07
g-HCH	µg/l	<0,02
d-HCH	µg/l	0,02
e-HCH	µg/l	4,03
SUMA HCH	µg/l	4,12

**Tabla 13.** Tabla resultados analíticos tubo pared aleta hormigón AFO-CHE 14/12/2021. Año 2021

El cauce del Barranco de Bailín ha quedado seco tres días en enero y seis días en agosto (09/01; 10/01; 16/01 y 07/08; 18/08; 20/08; 21/08; 22/08 y 24/08) en el periodo de control.

#### 4.3 *Análisis Depósito del Laboratorio Pirenarium, en Sabiñánigo:*

En el emplazamiento de Sabiñánigo, (laboratorio de Pirenarium) se comprueba la calidad del agua previa derivación desde el depósito de vertido del Laboratorio de Pirenarium, que vierte al colector de la ciudad, cuyo tratamiento se realiza en la depuradora de Sabiñánigo. Verificando en este caso y mes a mes (**12 muestras**) el cumplimiento de la calidad y la ausencia de concentración, situándose en todo momento por debajo del límite de detección del equipo.

SALIDA DEPÓSITO LABORATORIO	15/02/21	15/03/21	15/04/21	14/05/21	15/06/21
Observaciones	DEPOSITO SALIDA LABORATORIO				
HEXACLOROBENCENO	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
b-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
g-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
d-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
e-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
SUMA HCH	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

SALIDA DEPÓSITO LABORATORIO	15/07/21	13/08/21	15/09/21	15/10/21	15/11/21	15/12/21
Observaciones	DEPOSITO SALIDA LABORATORIO	DEPOSITO-SALIDA-LABORATORIO				
HEXACLOROBENCENO	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
b-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
g-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
d-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
e-HCH	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
SUMA HCH	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

**Tabla 14.** Tabla resultados analíticos de HCH, Salida de Depósito Laboratorio Pirenarium. Año 2021

#### 4.4 *Control de calidad de las aguas superficiales en el Río Gállego*

En el propio cauce del río Gállego, como se ha comentado, se valoran doce puntos para el control de la calidad del agua en el río, en relación a los residuos y contaminantes del Hexaclorociclohexano. Ver Figura 13.

Con la selección se puede averiguar la fluctuación y variación en relación a los focos de difusión principales, ya que al costado de cada orilla del embalse de Sabiñánigo se sitúan el vertedero de Sardas y la Fábrica del pesticida, Inquinosa. Y aguas abajo del embalse (unos

2.800 metros) el vertedero de Bailín. Además existen puntos distribuidos después de los embalses de referencia, teniendo en cuenta que el lecho puede haber lodos o sedimentos que contengan arrastres de residuos y se movilicen con las lluvias torrenciales o crecidas.

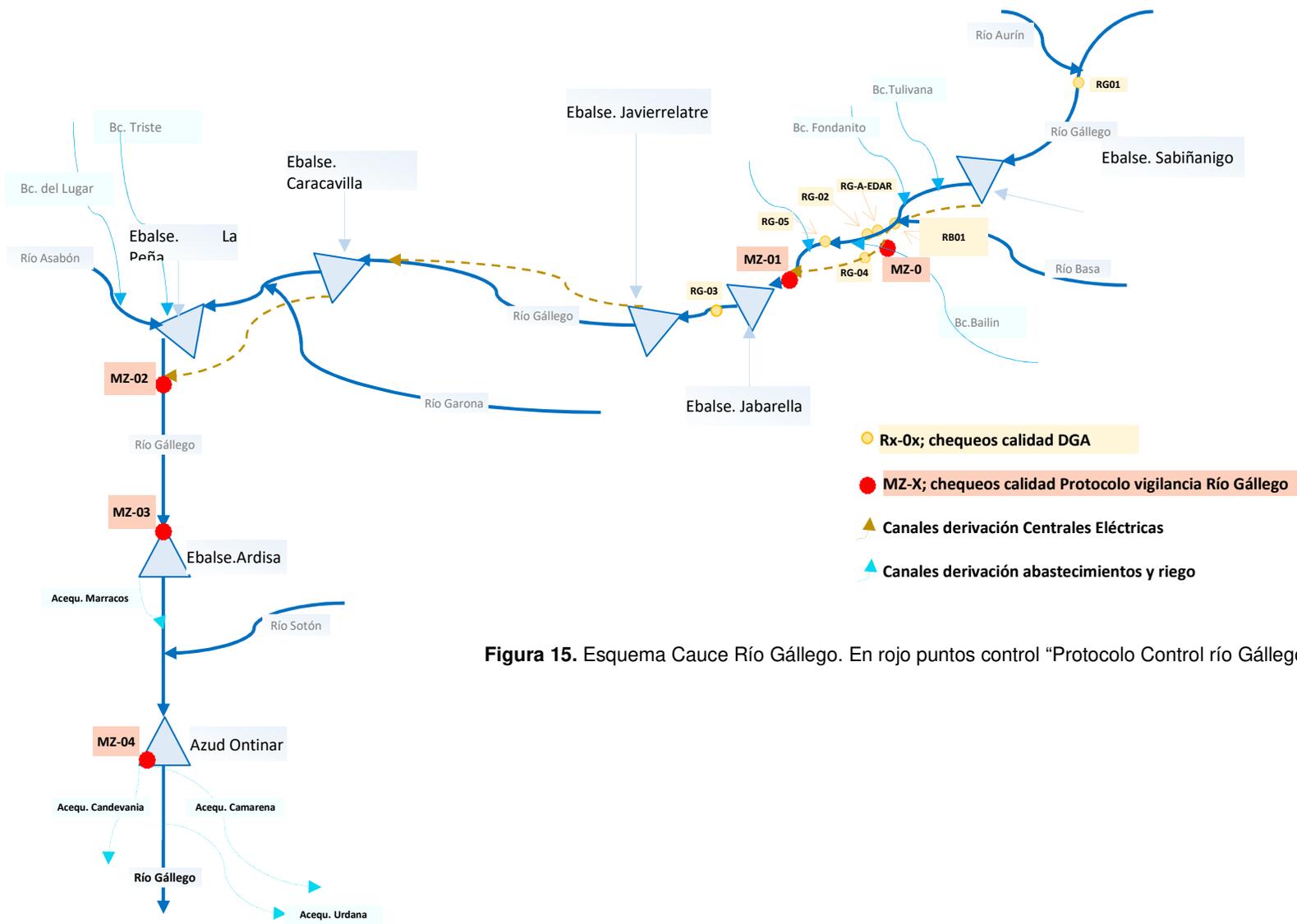
Se debe tener en cuenta también, que desde el embalse de Sabiñánigo, los caudales se mezclan y vuelven a derivar de forma continúa aguas abajo, turbinándose en varias ocasiones (Jabarella, Javierrelatre, Carcavilla, La Peña), para lo cual se extraen caudales conducidos por canales de hormigón paralelos al cauce. Los caudales y volúmenes de los canales y según tramos (kilométricos en todas las ocasiones) pueden superar diferencias o ratios de 5 veces e incluso 10 veces el caudal del río (para las valoraciones medias se utiliza 3 m<sup>3</sup>/s por el río, frente a 10 - 20 m<sup>3</sup>/s por el canal). Todo ello y la propia explotación de las infraestructuras en el río, hacen que la calidad y carga másica de contaminantes en los canales o en el río discorra de manera paralela pero poco vinculada, en ocasiones.

Así, en el primer tramo, el canal discurre entre el embalse de Sabiñánigo y el embalse de Jabarella (caracterizándose en el MZ-1), la calidad valorada en éste punto, recibe las influencias de varias zonas, con cargas variables, como son: la incorporada por el propio embalse (y sus dos emplazamientos afectados en las orillas), las incorporadas por las aguas subterráneas desde la capa litológica a la altura del barranco de Bailín, "Capa M", antes del "barranco de Bailín", la que incorpora el propio Barranco, a la que se añade el vertido que se realiza desde la depuradora. Y además y en todos los casos, influidas por las lluvias torrenciales, periodos de aguas altas o crecidas estacionales, que generan arrastres y movilizaciones extraordinarias, influyendo en la carga final del MZ-1.

Para valorar los resultados en MZ-1, como ejemplo, se deben considerar todos los aspectos que influyen en el río. Y aunque no se disponen de aforos en todos los puntos, la calidad está muy influida por las cargas laterales, que se reciben desde las antiguas instalaciones de la Fábrica de Inquinosa y del Vertedero de Sardas (básicamente por la incorporación de las aguas subterráneas y/o arrastres superficiales, muy controlados). Por la dilución posterior de los cauces laterales, río Basa, Barranco de la Tulivana, Barranco de Bailín, etc., y por las incorporaciones desde la capa M (oeste del valle de barranco de Bailín) y el propio Barranco de Bailín, que recibe los vertidos desde la depuradora (<50 µg/L). En este sentido facilita la tarea la valoración con los chequeos en RG-04 (canal hidroeléctrico) en contraste con el valor en RB-01 y RG-A-EDAR, RG-02 en el propio cauce del río, no disponiendo de aforos que permitan relacionar la carga másica-volumen.

En la Figura 13., a continuación, se presenta un esquema explicativo de las posiciones

de todos los puntos, incluidos los del barranco de Bailin (MZ-0), desde más arriba del embalse de Sabiñánigo (río Aurin) y en dirección aguas abajo: **{Río Estarrún}-{RG-01}-{RB-1}-{RG-A-EDAR}-{RG-02}-{RG-04}-{MZ-0}-{RG-05}-{MZ-01}-{RG-03}-{MZ-02}-{MZ-03}-{MZ-04}**.



**Figura 15.** Esquema Cauce Río Gállego. En rojo puntos control "Protocolo Control río Gállego"

A continuación se desglosa la valoración realizada para el río Gállego, en el año 2021:

En el punto **Río Estarrún**. Se ha tomado **12 muestras** puntuales, una al mes, aguas abajo de la desembocadura del Barranco en el desvío a las Tias Altas. No se ha detectado ningún valor de superación, por encima del límite de determinación del equipo analítico (<0.1 en el caso de volátiles y otros semivolátiles y 0,02 ppb en el caso de los isómeros del HCH). Ver Anexo IV, “resultados analíticos control del río Gállego”.

En el punto **RG-01**. Para éste periodo se han tomado **4 muestras** (una al trimestre), el día 02/03/2021 (integrada), 01/06/2021 (puntual), 07/09/2021 (puntual) y 07/12/2021 (integrada). Los valores se han situado en todo momento por debajo del nivel de detección del equipo analítico, no habiéndose detectado ninguna especie objeto del control. Ver Anexo IV, “resultados analíticos en los puntos de control del río Gállego”.

**RB-01** es el rimer punto, después del Embalse de Sabiñánigo, en la intersección del río Gállego y río Basa. Además se incorporan caudales por la derecha del Barranco de la Tulivana y Fondanito (sin chequeos ni resultados de afección histórica en ellos y que supone dilución en los caudales totales). En éste punto se han tomado un total de **4 muestras**, la primera y la última integradas y las otras dos centrales con carácter puntual los días 02/03/2021, 01/06/2021, 07/09/2021 y 07/12/2021. En ninguna de ellas se ha detectado la superación de ninguno de los parámetros, estando todas las especies analizadas por debajo del valor límite de detección del equipo analítico. Ver tablas adjuntas del Anexo IV, “resultados analíticos en los puntos de control del río Gállego”.

**RG-A-EDAR**, punto de chequeo aguas abajo del embalse, hasta éste punto se incorporan las aguas superficiales de los cauces por la derecha e izquierda del Bc. Tulivana, Bco Fondanito y río Basa (en principio sin afección histórica). En la calidad de éste punto influyen además las aguas contenidas en el embalse de Sabiñánigo y los vertidos de la depuradora de Sabiñánigo que trata los colectores de la ciudad y de los polígonos industriales de la misma. El punto se encuentra situado por encima de la capa M (que incorpora caudales subterráneos con afección al río Gállego desde las capas litológicas del Barranco de Bailín)

Se han tomado un total de **261 muestras**. Sólo en dos de los muestreos, el del 26/01 y el 16/08 se ha detectado la presencia del isómero b-HCH y alfa-HCH respectivamente, por lo que supone que en el 99,2% de los muestreos, la carga se sitúa por debajo del límite de determinación del equipo. Las cantidades del isómero detectado en el agua (alfa y beta) se sitúan en el límite (0,02 µg/L). Se puede indicar que teniendo en cuenta el total de análisis realizados y los valores obtenidos (99,2% por debajo del límite de detección) el percentil 95 de todos los datos se situaría en todo momento por debajo de 0,0 µg/L. Y teniendo en cuenta

todo el espacio muestral (261 muestras) y considerando los valores límite de detección “<0,10” como valores nulos (0) además de las muestras donde se ha detectado presencia del parámetro de HCH, el valor promedio sería inferior a 0,02 ppb (0,00019 µg/L).

En el **RG-02**, se han tomado un total de **53 muestras** durante el año. En este punto se realizaban normalmente muestreos trimestrales. Pero coincidiendo con la ejecución del ensayo “Life Surfing” y las obras y trabajos complementarios para su ejecución (construcción de la celda piloto, ensayos con trazadores, pruebas en zona de barrera de seguridad, instalación de tuberías e impulsiones, etc...), se decidió la ampliación de los muestreos, haciéndolos coincidir con las rutinas relacionadas con ensayos y pruebas previas con trazadores, surfactantes y con sosa y oxidantes en la barrera de seguridad.

De las 53 muestras, en 19 ocasiones se ha detectado la presencia de alguno de los isómeros de HCH (con valores de concentración que superan el límite de detección de 0,02 ppb) y otros compuestos (sin superar los valores de intervención). Se considera puede existir cierta relación con estos trabajos en ejecución y la calidad del agua en el punto RG-02, que se sitúa topográficamente por debajo de la intersección de la “Capa M” con el río Gállego e inmediatamente aguas abajo del RG-A-EDAR (oeste del Valle del barranco del Bailín). La capa ya viene incorporando de forma histórica aguas subterráneas con afección al río. De todos los muestreos en el RG-A-EDAR en el periodo de enero a agosto, también se detectaron afecciones, si bien ningún valor alcanzó los 0,5 ppb. (Nivel de intervención en el río) indicado en el protocolo de vigilancia del río. Los isómeros que se detectan en todos los casos son delta-HCH y épsilon-HCH.

El máximo detectado fue de 0,34 µg/L (04/01/2021, con 0,29 µg/L de delta y 0,05 µg/L de épsilon). El promedio para todos los valores en los que se ha detectado HCH de 0,067 µg/L. Para el caso de todas las muestras en las que se ha detectado su presencia, el percentil 95 sería de 0,28µg/L (excluyendo para este cálculo los valores por debajo del límite de detección del equipo “<0,02”).

En el resto de las 34 muestras (66%) no se ha detectado ningún isómero de HCH.

**RG-05.** Este punto se sitúa dentro del río Gállego y a posteriori de incorporarse las aguas del Barranco de Bailín (por lo que influye la calidad chequeada con el MZ-0) y aguas abajo de los puntos comentados anteriormente (RG-02, RG-A-EDAR, RB-01). Su calidad se genera como mezcla de las calidades provenientes de los puntos anteriores y las incorporaciones de las aguas no chequeadas del barranco de Tulivana, los desembalses no programados y de las aportaciones de aguas subterráneas comentadas (capa M).

La concentración en éste punto se debe analizar considerando las calidades previas aguas arriba y considerando según la documentación histórica y bibliográfica, que el caudal de aporte desde el barranco de Bailín (MZ-0) y la capa M suele ser bajo, con una concentración variable, comparativamente con el caudal en el río y en el canal hidroeléctrico.

Durante el año se han tomado **262 muestras** (prácticamente una diaria de forma integrada) en 13 ocasiones la muestra se tomó de forma puntual y en 249 ocasiones integrada, incluso de varios días (de viernes a domingo). En el anexo IV se ha incluido las tablas con el total de resultados.

Señalando que en 198 muestras (el 75,6% del total) se detecta alguno de los isómeros del Lindano. Concretamente en 147 ocasiones el isómero delta-HCH, en 86 ocasiones el isómero épsilon-HCH, en 81 ocasiones el alfa-HCH y en sólo una ocasión el gamma-HCH. La concentración más alta se detectó el 08/01/2021 con un valor de 0,16 µg/L. En 64 de las tomas realizadas los valores de suma de HCH se han situado por debajo del límite de determinación (“<0.1”).

El percentil 95 de la suma de isómeros de HCH, teniendo en cuenta todos los muestreos (incluidos los valores por debajo del límite de detección) se situaría por debajo 0,10 µg/L, con un promedio de 0,038 µg/L.

Llama la atención que mayoritariamente y entre 08/01 a 04/06 los isómeros detectados han sido delta y épsilon, para después y desde 04/06 detectarse de forma mayoritaria alfa y delta, no detectando ni épsilon, ni beta, ni gamma, se debe recordar que éste punto se sitúa aguas abajo e inmediatamente después de MZ-0 (donde se detecta mayoritariamente en octubre altos valores de épsilon, y de forma recurrente siempre alfa, delta, beta, épsilon y gamma, por orden de correlativo).

En el **RG-04** durante el año se han tomado **124 muestras**. De ellas en 64 reconocimientos (51,6 %) el valor se sitúa por debajo del límite de detección. En 60 muestras se ha detectado la presencia de alguno de los isómeros del Hexaclorociclohexano (alfa-HCH, delta-HCH y gamma-HCH) con un máximo de suma 0,11 ppb el 13/07/2021, y aunque se ha alcanzado y superado el valor indicado en el RD817/2015 de calidad de las aguas superficiales, no se detecta ningún valor superior al de intervención (0,5 µg/L). La concentración de alfa-HCH, ese día, fue la máxima con 0,07 ppb.

El percentil 95, para todas las muestras es de 0,04 ppb, con un promedio en la suma de HCH de 0,015 ppb. El 14/09/2021 se detectó un máximo en Benceno de 0,18 µg/L y el 24/08/2021 un máximo en Clorobenceno, con 0,78 µg/L

Teniendo en cuenta el alto volumen de agua que circula, frente al cauce superficial del río y realizando un cálculo aproximados, para estimar el balance de masa transportada suma de isómeros de HCH, en RG-04 el día 13/07/2021 según el valor de suma de HCH del día 13/07/2021 (0,11 ppb). Supuesto un caudal de 10 m<sup>3</sup>/s en 24 horas integradas, el tránsito de masa por la sección del canal hidroeléctrico, considerando la expresión:

masa = caudal x concentración = de 95,4 gramos de isómeros de HCH (alfa, delta y gamma) en el día.

Comprobamos también que desde el día 06/05/2021 a 20/09/2021 de forma consecutiva y en días alternos, bien cada 2 ó cada 4 días, se tomó una muestra en el canal hidroeléctrico, en las que se detectó la presencia del isómero alfa-HCH mayoritariamente o en ocasiones delta-HCH o gamma-HCH (en menor medida). Si en esta ocasión tenemos en cuenta el valor medio de las 55 muestras tomadas (incluido el máximo de 0,11 µg/L tomado en ese intervalo de días) este sería de 0,0287 µg/L (unos 0,03 µg/L). Aplicando la misma expresión para determinación de la masa que circula en el volumen de agua estimado (10 m<sup>3</sup>/s), se podría indicar que en los 55 días por la sección ha transitado una masa media de 1.425 gramos.

Con este mismo alcance y criterio, para las 117 muestras tomadas (en los 365 días de control) y aplicando el valor promedio aproximado de 0,014 µg/L de suma de isómeros de HCH, y con un caudal promedio de 10 m<sup>3</sup>/s, el balance medio de transito de masa de HCH en el canal y que se ha incorporado a la altura del MZ-1 una cantidad mínima de 4.415 gramos de isómeros, principalmente alfa.

En el punto **MZ-01** se han tomado un total de **315 muestras**, de las que 290 son integradas y el resto puntuales o tomadas en un rango menor de 24 horas (25 ud).

En 135 de ellas no se ha detectado la presencia de ningún isómero (42,9%), estando el valor por debajo del límite de detección del equipo (<0.02 µg/L por isómero). En 180 muestras (57,1%) se ha detectado la presencia de alguno de los isómeros de HCH, mayoritariamente alfa en 179 ocasiones, en seis de ellas el gamma-HCH y en una ocasión delta-HCH. La máxima concentración de suma de HCH se detecta el 28/12/2021 (con alfa con 0,07 µg/L y gamma-HCH con 0,03 µg/L). Otros valores elevados se detectaron en los meses de julio (el 24 y 31) y agosto (13, 14 y 21), siempre identificando isómero alfa-HCH con un valor máximo.

El valor promedio para toda la distribución muestral de suma de los isómeros de 0,023 µg/L. Considerando el percentil 95 de todas las muestras, el valor de los controles indicaría una carga por debajo de 0,07 µg/L.

En síntesis se puede indicar que de junio a septiembre (de 08/06 a 23/09) se detecta de

forma reiterada, salvo algunos días sueltos, la presencia generalmente del isómero alfa-HCH, en el MZ-1. Con un valor promedio de todos los análisis realizados de 0,023 µg/L. Señalando también, respecto al dato, que en el cauce del canal hidroeléctrico (RG-04) que deriva agua desde el embalse hasta el punto de muestreo MZ-1, también se detectaba la presencia mayoritaria del alfa-HCH (con un máximo el 13/07, 0,11 µg/L) y de forma reiterada entre el 06/05 y 04/10 (con un valor promedio teniendo en cuenta todos los resultados de 0,0217 µg/L ≈ 0,03 µg/L). Y vemos también que en el caso de RG-A-EDAR, apenas se detectan valores de presencia de isómeros de HCH (26/01 a 16/08).

Desde el Barranco de Bailín, chequeado en el MZ-0, que recibe los vertidos y surgencias de contaminantes del valle, se aporta la mayor variedad de isómeros (mayoritariamente y en orden correlativo alfa, delta, épsilon y gamma). También señalar que el RG-02 también se ha detectado la presencia de delta y épsilon del 04/01 a 22/03 y no se ha detectado ninguno de los isómeros entre el 30/08 a 04/10.

No se dispone de aforo para poder realizar valoraciones de las mezclas y los resultados de los distintos aportes. Si bien los caudales desde el Barranco son muy escasos en comparación con los circulantes por el canal hidroeléctrico o el propio río.

**RG-03.** Este punto se encuentra aguas abajo de MZ-1 (después del embalse de Jabarella y antes de llegar a la zona de Hostal de Ipies, zona del Puente de N-230 cruce hacia Orna), previo al punto vierten sus aguas diversos barrancos y arroyos por la derecha e izquierda del río Gállego (Bc. Centenero, Bc. Canaletas, Bco Fanlo y Bc. Fuendemala).

En este punto se han tomado **4 muestras** durante el año (una integrada y tres puntuales) Sólo en una de ellas se ha detectado el isómero épsilon-HCH con un valor de 0,02 ppb el 07/12/2021. El resto de parámetros y muestras se situó por debajo del límite de determinación.

**MZ-2**, durante 2021 se han tomado en éste punto **133 muestras**, 129 integradas y 3 tomadas de forma puntual o dentro de un intervalo inferior a las 24 h. Dejando el 10/01/2021 de tomar una muestra por las nevadas caídas. En el 99,25% de los muestreos no se ha detectado ninguna superación del límite de detección del equipo.

Solo se detectó un valor de superación del límite de detección el 17/05/2021, detectando la presencia del isómero gamma-HCH (en una concentración de 0,03 µg/L). No obstante para el MZ-2, la media y el percentil de datos se situaría por debajo del valor de detección del equipo de determinación <0,02 ppb, considerando la media de los 133 valores, y que se situaría en 0,0002 ppb (dato irreal dado que no existe equipo que pueda determinar ese valor)

En el punto y en la misma fecha, aguas arriba (MZ-1), no se detectó ningún valor de

concentración para ningún isómero. En fechas anteriores en el MZ-1 si se había detectado la presencia del isómero alfa-HCH (el 07/05 con 0,02 ug/L y el 08/05 con 0,03 µg/L) pero no se detectó gamma-HCH. Por lo que hace pensar que los sedimentos del río pueden tener retenidas partículas o contaminantes y movilizarse con las corrientes o turbulencias con las lluvias (entre el 20/04 y 20/05 cayeron 89 mm en la cuenca del río (E.M.T Bailin).

**MZ-3**, en éste punto se tomaron durante el año **111 muestras** de control, 105 de forma integrada y 5 de forma puntual. En 96 de ellas (86,9%) el valor se sitúa por debajo del límite de detección. El 10/01/2021 se dejó de tomar la muestra por la inaccesibilidad al cauce por las nevadas y heladas.

En 15 ocasiones (13,5%) se ha detectado la presencia del alfa- HCH y 2 ocasiones delta, con un máximo el día 28/07/2021 de 0,26 µg/L concretamente alfa-HCH con 0,24 µg/L y gamma-HCH con 0,02 µg/L. El 21/07 también se detectaron los dos mismos isómeros en menor concentración (0,06 ppb de alfa y 0,02 ppb de gamma).

La media respecto a todos los muestreos situaría la suma de HCH en el punto entorno a 0,006 µg/L según todo el espacio muestral. Con un percentil 95 de 0,03 µg/L para el balance del año. Por lo que más del 95% de las muestras se sitúan por debajo de éste valor. Con una desviación estándar respecto a la media de distribución del total de muestras de 0,027 ppb.

El valor medio de alfa para todos los registros se situaría en el entorno de 0,006 ug/L. El resto de promedios estarían por debajo del límite de determinación.

En relación con las detecciones entre finales de julio y agosto estarían algunos episodios de lluvia, pero no explicarían todos los días en los que se detectan valores medibles de isómeros de HCH en el río, los día 21, 28 y 30 de julio, en agosto los días 04, 11, 18 y 22, en septiembre los días 22 y 29; en octubre el día 27/10 y en noviembre los días 10 y 17. Asociado a las lluvias estaría los detectados en septiembre del 25/08 a 25/09, con 101 mm medidos en la E.M.T.

Los isómeros alfa y gamma en MZ-3, se detectan el 21/07 con 0,06 ppb de alfa y 0,02 de gamma y el 28/07 con 0,24 de alfa y 0,02 ppb de gamma, respecto a los datos del MZ-2 aguas arriba, no explicarían suficientemente su la presencia (en el MZ-2, alejado en el tiempo, el 17/05 se detectó 0,03 ppb pero sólo de gamma). Por otra parte, se detectan cantidades significativas en MZ-3 (que no alcanzan el nivel de intervención) pero que no quedarían suficientemente explicadas por los eventos meteorológicos ni por las concentraciones aguas arriba. Pudiendo tener otra explicación en los desembalses desde el Pantano de la Peña o por la presencia de suelos o sedimentos próximos o en el río que estuvieran afectado e influyeran en del MZ-3.

**MZ-4**, No se ha detectado ningún isómero de HCH en las **12 muestras** tomadas durante el

año, todos los valores se sitúan por debajo del límite de determinación del equipo.

En el Anexo VIII se incluyen las tablas síntesis de los resultados analíticos de los puntos comentados. Y en el dispositivo USB externo todos los datos analíticos en tablas Excel y los boletines de resultados (carpeta “Aguas Superficiales”).

En resumen y, para el análisis básico y el seguimiento realizado, para comprobación de la calidad del agua en los cauces se han tomado **1.695** muestras, el incremento respecto al año pasado se ha realizado en relación a pruebas dentro de las instalaciones del Barranco de Bailín (“Proyecto Life Surfing”), aumentando las rutinas en alguno de los puntos (RG-02, RG-A-EDAR, MZ-01) para comprobación de la calidad y seguimiento en el caso de superación de los valores indicados de vigilancia (en esta valoración no se incluyen las complementarias y de comprobación o blancos).

En síntesis:

De los controles efectuados sobre los puntos del protocolo de vigilancia del río Gállego, puntos MZ-0, MZ-1, MZ-2, MZ-3 y MZ-4, y en el resto de puntos controlados adicionalmente por Gobierno de Aragón (Río Estarrún, RB-01, RG-01, RG-A-EDAR, RG-02, etc.) no se ha detectado ninguna superación del valor límite de intervención (0,5 ppb). Apreciándose con distintas intensidades valores por encima de 0,02 µg/L y hasta máximos de 0,11 µg/L de alfa-HCH, gamma-HCH, delta-HCH y épsilon-HCH según el punto:

En el RG-02, se detectaron superación los meses de de enero a marzo y finales de diciembre con un valor máximo el 04/01 de 0,34 µg/L, promedio para todos los valores de 0,067 µg/L), mayoritariamente por alfa.

En el RG-04 principalmente de mayo a noviembre con valores de 0,02 µg/L a 0,11 µg/L (máximo de 13/07/2021) con alfa y gamma de forma mayoritaria, con un promedio anual que se situaría entorno a los 0,029 µg/L.

En MZ-1 en los meses de julio a agosto, con valores de 0,02 a 0,07 µg/L en alfa generalmente y gamma de forma ocasional, coincidiendo con valores de 0,09 a 0,10 µg/L, en cuyo caso aparecen los dos isómeros. El máximo se detecta en las dos últimas semanas de diciembre (el 28/12/2021 con un valor de 0,10 µg/L) el valor medio de suma de isómeros para los dos últimos meses de control estaría entorno a 0,05 µg/L, y el promedio para todo el año entorno a 0,23 µg/L. La calidad del agua en este caso se chequea muy pareja al comportamiento en RG-04, para la detección de las plumas y la concentración de los isómeros que también se extendería de julio a agosto principalmente, no así en las dos últimas semanas del año, cuyo máximo no aparece ni registra en RG-04. El MZ-0 también influiría en este aspecto, aunque el

máximo en este punto se detecta en mayo (10/05) y los caudales de aporte al río son muy bajos en volumen.

En MZ-3 se distingue aumento en la concentración a finales de julio y agosto, con detecciones en isómeros alfa-HCH y gamma-HCH. Con un máximo el 21/07 con 0,26 µg/L, de ellos la mayor parte isómero alfa-HCH (0,024 µg/L) el resto sólo gamma-HCH.

En relación con las detecciones realizadas entre de julio y agosto, se situán algunos episodios de lluvia, pero no explicarían todos los días en los que se detectan valores medibles de isómeros de HCH en el río, los días 21, 28 y 30 de julio, en agosto los días 04, 11, 18 y 22, en septiembre los días 22 y 29; en octubre el día 27/10 y en noviembre los días 10 y 17. Asociado a las lluvias podrían justificar por remoción de los sedimentos las detecciones en septiembre del 25/08 a 25/09, con un registro de 101 mm medidos en la E.M.T. Pero los isómeros alfa y gamma de MZ-3, detectados en julio (alfa y gamma) y respecto a los datos del MZ-2 aguas arriba, no explicarían suficientemente su presencia (en el MZ-2, alejado en el tiempo, el 17/05 se detectó 0,03 ppb pero sólo de gamma). Por otra parte, se detectan cantidades significativas en octubre y septiembre, en el MZ-3 (que no alcanzan el nivel de intervención) y que no serían suficientemente explicadas por los eventos meteorológicos ni por las concentraciones aguas arriba. Pudiendo tener otra explicación en los desembalses desde el Pantano de la Peña o por la presencia de suelos o sedimentos próximos o en el río que estuvieran afectados e influyeran en el MZ-3.

La carga y concentración se centra principalmente en el MZ-1, aportando y relacionándose con las identificaciones en RG-02 y RG-04 principalmente (aunque en estos no se detectan las superaciones de finales de diciembre de MZ-1).

En MZ-0 se identifican buena parte de los isómeros con más o menos representatividad (alfa, delta, gamma principalmente), si bien el caudal de aporte en relación con el río es muy bajo y su concentración también, pudiendo influir más en julio y agosto puesto que el caudal por el río desciende drásticamente.

Se comprueba por tanto que en algún momento se ha superado el valor de 0,1 µg/L, habiéndose informado, según procedimiento de comunicación, aquellos valores significativos para la realización de comprobaciones y seguimientos adicionales según la cadena de avisos, reflejando los resultados y la marcha de los análisis que se venían obteniendo, al Gobierno de Aragón.

## 5. CONTROL Y SEGUIMIENTO SUELOS

Para valorar la incidencia que puede tener el material particulado y las acciones de mantenimiento y ejecución de infraestructuras sobre la calidad de los suelos de los entornos de los focos, bien en la localidad de Sabiñánigo (Fábrica Inquinosa y el Vertedero de Sardas) o en el Barranco de Bailín en el propio Vertedero de HCH desmantelado, pudiendo valorar la influencia de las acciones y sus resultados sobre la calidad de los suelos y en relación al RD 9/2005 de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

La previsible afección se puede generar, bien por suspensión o resuspensión de partículas de HCH y suelos con afección y su deposición posterior en zonas limítrofes a los focos mencionados. Para ello se realizan muestreos en posiciones del entorno inmediato de los equipos de captación de partículas sedimentables, denominados **CS** (captadores sedimentables de partículas mayores de 10 micras). Estos se sitúan junto a los equipos de captación de Alto Volumen denominados **CAV**, para PM10, menores de 10 micras.

El muestreo rutinario permite establecer relaciones con la movilidad de partículas, los trabajos en ejecución y la meteorología. En todos los puntos se mide la presencia o ausencia de alguno de los cinco isómeros del HCH (alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH también llamado lindano, delta-HCH y épsilon-HCH), toda la red de puntos (9 en total, se emplazan en un radio aproximado de unos 5 km conteniendo los tres focos mencionados).

Los análisis se realizan en el laboratorio de Pirenarium (Gobierno de Aragón), algunas muestras se duplican o externalizan para valorar la variación respecto al propio laboratorio (IPROMA, para éste contrato).

Las campañas de muestreo son mensuales, en las posiciones históricas de los entornos de los captadores de calidad del aire, y que fueron seleccionados según estudio y modelo aerológico realizados en 2014, 2015 y ampliado en 2019. Según criterios de proximidad con las zonas de trabajo y de explotación de infraestructuras de descontaminación. La red de control de puntos para muestreo de suelos está formada por cinco puntos en el vertedero de Bailín y cuatro puntos en la localidad de Sabiñánigo (ver Anexo III, planos de posición de los puntos, Bailín y Sabiñánigo).

En este año se han realizado las siguientes tareas de mantenimiento:

- Adecuación del acceso al vertedero y a la depuradora de BAILIN, con el ripado de la pavimentación del vial, reposición de zahorras según sitios y reposición completa del aglomerado asfáltico (de septiembre a agosto de 2021)
- Construcción y finalización del acceso a la Depuradora y al campo de piezómetros de control de la pluma del vertedero de SARDAS, terraplén de zona de oficinas, desde el carril de empalme N-330 (de 1 de junio a 1 de octubre)
- Limpieza de cunetas, viales, desarenadores en el vertedero de BAILIN (realizadas el 16-17 de-febrero, con la limpieza y tala de arbustos del entorno del helipuerto)
- Trabajos de descontaminación LifeSurfing (instalación de equipos, zanjas de tuberías, pérgolas y perforación de sondeos en el vaso desmantelado, ejecución de ensayos de marzo a noviembre.

En relación con los vertederos de BAILIN Y SARDAS, indicar que en el entorno del vaso desmantelado del Vertedero de BALIN, se reciben importantes escorrentías y surgencias desde el subsuelo, generando arrastres y acumulación de sedimentos muy afectados, que se recogen en las balsas gunitadas al pie del Vertedero de Bailin. En el caso del Vertedero de SARDAS, y aunque este sellado, se recogen importantes surgencias en cunetas en tierras, por tanto y durante los periodos con más desecación y viento se puede generar resuspensión de partículas y polvo acumulado en los entornos de las celdas, caracterizándose los puntos principales a barlovento y sotavento. Ver plano Anexo III, emplazamiento de los captadores de calidad del aire.

Además y en el área de Sabiñánigo, desde el año 2016, se ejecutan trabajos de investigación complementaria bien en la fábrica de Inquinosa o en el Vertedero de SARDAS respectivamente, con la intención de afrontar los proyectos de desmantelamiento y remediación. Son pues focos difusos de partículas. Así, para valorar inicialmente estas influencias, en el entorno de la fábrica de Inquinosa, se han instalado medidores en continuo de partículas para chequear la cantidad de material particulado de fondo que hay previo a cualquier trabajo de desmantelamiento, habiendo comprobado también y en las inmediaciones de la fábrica (posiciones de GRIMM\_1 y GRIMM\_2) que los suelos del entorno de los medidores ya se encuentran impactados previo a cualquier trabajo.

En la tabla a continuación se incluyen todos los puntos mensualmente caracterizados. Cinco puntos en el entorno del vertedero de Bailín en las posiciones norte, sur, este y oeste de la Celda de HCH desmantelada. Y cuatro distribuidos en la localidad de Sabiñánigo (uno de los captadores se sitúa en zona pavimentada, CAV-9/CS-9, Molino Periel casco urbano de

Sabiñánigo, por lo que no se muestrea suelos) y dos de nueva incorporación, uno ya incluido en el segundo semestre de 2020, con el inicio del nuevo encargo 2020/1. En la posición NNW de Inquinosa, en terrenos de ERCROSS, posición GRIMM\_2. Y otro situado en la zona Norte de la fábrica, posición del GRIMM\_1, en los terrenos expropiados inmediatos al nuevo acceso a la fábrica de Inquinosa. Ver localización de todos puntos en los planos Anexo III.

VALLE DE BAILÍN COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE CONTROL DATUM ETRS89	X	Y	Posición Geográfica
CAV 1 / CS-1 / 8 CAPTADOR GASES PASIVOS. Suelos MS-1	716.712	4.707.231	Muestra de Suelo en el Área decantación y bombeo, al este de celda HCH desmantelada
CAV 2 / CS-2 / 6 CAPTADOR GASES PASIVOS. Suelos MS-2	716.766	4.707.344	Muestra de suelo en costados del Camino norte, nornoroeste de la celda HCH desmantelada
CAV 3 / CS-3 / 7 CAPTADOR GASES PASIVOS. Suelos MS-3	717.437	4.707.046	Zona plataforma al este sobre el vertedero de Residuos Industriales no Peligrosos
CAV 4 / CS4 (sin captador de gases pasivos). Suelos MS-4	716.795	4.707.077	Camino sur hacia AFO 1, límite Sur con barranco Bailín
CAV 5 / CS-5 / 9 CAPTADOR GASES PASIVOS. Suelos MS-5	716.518	4.707.361	Zona Oeste. Plataforma sobre el área de Oficinas
ÁREA URBANA DE SABIÑÁNIGO. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE CONTROL DATUM ETRS89	X	Y	Posición Geográfica
CAV-6 / CS-6. Suelos MS-6	718.899	4.709.439	Población de SARDAS, En la zona de huertos al Este del Pueblo.
CAV-7 / CS-7. Suelos MS-7	717.622	4.710.352	GRIMM_1: INQUINOSA. NNW Fábrica de Inquinosa, terrenos ERCROSS
CAV-8 / CS-8. Suelos MS-8	717.479	4.710.342	GRIMM_2: INQUINOSA. Norte terrenos contiguos Nuevo Acceso Inquinosa
CAV-9 / CS-9. Suelos MS-9	716.413	4.710.736	Área Residencial en Sabiñánigo. "MOLINO PERIEL" <b>Con pavimento, no se muestrea</b>
CAV-10 / CS-10. Suelos MS-10	716.311	4.711.695	Área Polideportiva (punto más alto). Polg. LA CORONA. La más al norte, detrás de las pistas de tenis y frontón. Zonas ajardinadas.

**Tabla 15.** Tabla de puntos de muestreo de suelos. Año 2021

La verificación continua de los suelos año a año, permite disponer en el momento y previo al inicio de cualquier intervención de un histórico de puntos y resultados, con la comparativa de concentraciones sin actividad y con actividades en el entorno de los focos difusos, en relación a la dispersión, se pueden realizar valoraciones del estado de los sitios previo y a posterior de trabajos a gran escala (remedicaciones, gestión de residuos, etc.)

Por otro lado y de cara al previsible desmantelamiento de la fábrica de Inquinosa (próxima al casco urbano de Sabiñánigo) se considera adecuado ampliar la red de puntos de caracterización, ajustando el número de parámetros y especies químicas a determinar (metales, organoclorados asociados a la producción del lindano, isómeros del Hexclorociclohexano, dioxinas-furanos), ya que por el momento sólo se dispone de un histórico

del HCH.

En éste capítulo sólo se han incluido los resultados de los análisis de las muestras tomadas del suelo del entorno de los captadores de alto volumen y sedimentables y se hace una presentación de la evolución del año 2021 exclusivamente.

### 5.1 Campañas de suelos en BAILÍN:

Los muestreos mensuales de suelos se han distribuido en 12 campañas de enero a diciembre de 2021 (incluida una adicional en febrero por el chequeo de los GRIMM), con un total de **56 muestras** (Ver plano, Anexo III, puntos de Bailín). No se tomaron las muestras de noviembre por la reparación y recalibrado de equipos de muestreo por lo que tampoco se realizaron los muestreos de suelos correspondientes al entorno del equipo.

De las once campañas se llevaron cuatro para analizar por un laboratorio externo, IPROMA. El objeto fue contrastar y verificar la calidad de los datos que se vienen midiendo, en un laboratorio acreditado. Las externalizadas fueron la de febrero, julio y septiembre.

Además, de febrero a abril (ambos inclusive) y con motivo de contrastar el análisis de la calidad con el equipo de medición automática en continuo de partículas, GRIMM (contador digital de partículas PM10, PM2,5 y PM1, por infrarrojos), se realizaron dos campañas en febrero (el 04/02/2021 y el 16/02/2021), una en marzo y otra en abril, al lado de la posición del medidor. Para este ejercicio, el CAP-4 / CS-4 /MS-4, se trasladó de la posición tradicional al sur del vertedero desmantelado hasta la estación de transferencia de residuos peligrosos, donde estaba emplazado el medidor en continuo (GRIMM-1).

Las posiciones como indicado en la Tabla 15. Se sitúan en las direcciones aproximadas de los vientos:

REFERENCIA CAPTADORES EN BAILIN CON FOCO DEL ANTIGUO VERTEDERO (*)					
REFERENCIA dirección grados medida sentido agujas reloj	CAV-1 OESTE CELDA DESMANTELADA	CAV-2 NORNOROESTE CELDA DESMANTELADA	CAV-3 VRINP	CAV-4 SUR CELDA DESMANTELADA	CAV-5 OESTE CELDA DESMANTELADA (OFICINA)
	270 - 292,5	315 - 337,5	112,5 - 90	202,5-225	292,5 - 315

**Tabla 16.** Tabla de posiciones y direcciones vientos, muestreo suelos Bailin. Año 2021

(\*) Ver Anexo III Planos, plano posición de captadores en área Bailín

Se incluye a continuación el resultado de las campañas realizadas, indicando el laboratorio donde se analizaron.

## Enero

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM – 20/01/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,149	0,023	0,014	0,016	0,014

## Febrero

ANALISIS SUELOS LAB. IPROMA – 16/02/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4 (*)	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,050	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

(\*) El 04/02/2021 se toma una muestra adicional en posición MS-4 (GRIMM-1) chequeo GRIMM-1. Analizada en Pirenarium (0,0894 mg/kg). En la tabla se incluye la muestra externalizada y tomada el 16/02/2021 a IPROMA. Posición E.T.Residuos Peligrosos.

## Marzo

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM -11/03/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4 (*)	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,004	0,010	0,005	0,484	0,008

(\*) El 11/03/2021 se muestrea la posición MS-4 (GRIMM-1) de la E.T.Residuos Peligrosos y se analizada en Lab. Pirenarium.

## Abril

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM – 14/04/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,181	0,001	0,001	0,276	0,026

(\*) El 14/04/2021 se muestrea la posición MS-4 (GRIMM-1) de la E.T.Residuos Peligrosos y se analizada en Lab. Pirenarium.

## Mayo

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM – 12/05/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,209	0,006	0,001	0,002	0,005

## Junio

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM – 09/06/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,128	0,004	0,002	0,002	0,003

## Julio

ANALISIS SUELOS LAB. IPROMA – 14/07/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,075	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

### Agosto

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM – 11/08/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,175	0,005	0,003	0,056	0,033

### Septiembre

ANALISIS SUELOS LABORATORIO IPROMA – 23/09/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

### Octubre

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM – 08/10/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,456	0,048	0,001	0,0003	0,003

### Noviembre

ANALISIS SUELOS	
PUNTOS	NO SE REALIZA LA CAMPAÑA CORRESPONDIENTE A NOVIEMBRE POR ESTAR LOS EQUIPOS DE LAS POSICIONES QUE SE MUESTREA EN REPARACIÓN Y RECALIBRACIÓN
SUMA HCH (mg/Kg)	

### Diciembre

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM – 21/12/2021					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,0054	0,0056	0,0022	0,0024	0,0045

Según el total de campañas, y teniendo en cuenta el histórico, se vuelve a comprobar cómo la posición MS-1, situada al oeste del foco desmantelado de la Celda Vieja, sigue registrando los máximos. La posición está influida por la dirección principal de dispersión y su colocación a barlovento-sotavento de los vientos (WNW y ESE). La Celda desmantelada constituye un foco y fuente principal de partículas y que se sitúa próxima al captador CAP-1/CS-1. Por ello MS-1, en enero presenta el máximo de las posiciones, con 0,149 mg/kg. Y después el máximo de mayo a diciembre. Los vientos en la zona circulan principalmente de mañana de WNW hacia ESE de 9:00 h a 17:00 con velocidades bajas a moderadas de 1m/s a 3,5 m/s y rachas máximas de 2,5 hasta 7,5 m/s (con diezminutales de hasta 12 m/s). Y vientos

de tarde, de ESE a WNW, más suaves e incluso calmas y velocidades de 0,9 m/s y 1,5 m/s con rachas puntuales diezminutales de 4,5-5 m/s.

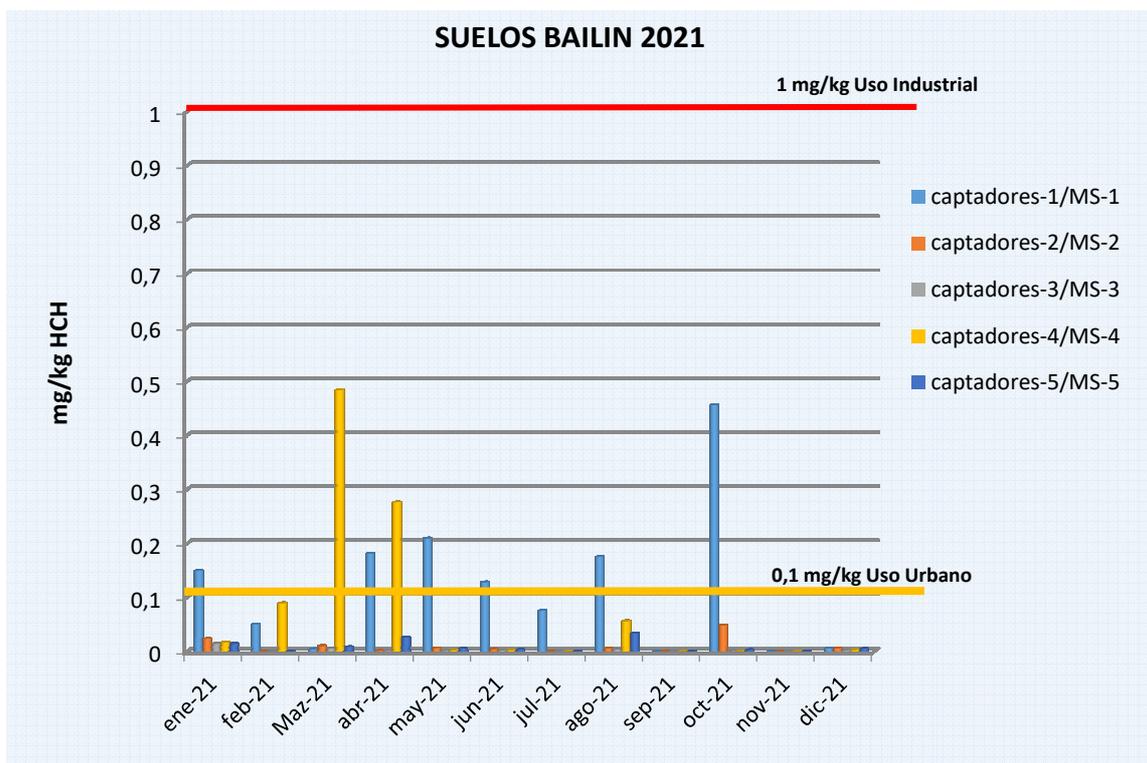
El máximo anual lo presenta la posición MS-4 (marzo), porque entre febrero y hasta el mes de abril incluidos, el captador cuatro se trasladó a la posición de la Estación de Transferencia de residuos peligrosos de Bailín; y por consiguiente los muestreos de los suelos de su entorno (MS-4), registraron valores altos (marzo 0,48 mg/kg y abril 0,27 mg/kg), respecto al histórico. La concentración que siempre había sido baja o inexistente en esta posición, cambia drásticamente y durante estos meses presenta incluso la máxima anual. El entorno de la Estación de Transferencia de Residuos peligrosos está contiguo al vaso desmantelado (posición al este del mismo), influenciada por los vientos de mañana WNW y que traería partículas desde el vaso desmantelado.

Por otro lado, los vientos, (WNW de mañana y ESE de tarde) en estos meses (marzo a abril), han resultado elevados con valores medios de 1,5 m/s a 5,5 m/s y rachas diezminutales que han alcanzado hasta los 7,5 m/s. Las direcciones, siempre las mismas, con vientos de mañana más altos de Oeste (270<sup>º</sup>– 370<sup>º</sup>) y de tarde más flojo a moderados, que han rolado de Este hacia Oeste (90<sup>º</sup>-200<sup>º</sup>) con velocidades de 1m/s a 3,3 m/s y rachas diezminutales < 5m/s)

Por tanto, y según estas particularidades, entre febrero y abril la posición MS-4 presenta el máximo de las tres campañas, con un valor de 0,484 mg/kg en marzo, (siendo además el máximo de las campañas de 2021), con un valor promedio para las tres campañas ejecutadas en esta posición de 0,21 mg/kg, (con el máximo comentado en marzo) y mínimo en febrero (MS-4 = <0.05 mg/kg, analizado por el laboratorio IPROMA).

Para el resto de mediciones y posiciones (mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y diciembre) los valores más altos se siguen registrando en la posición MS-1, con un máximo en octubre de 0,45 mg/kg. La media para el total de campañas en esta posición ha sido de 0,13 mg/kg con una desviación de igual magnitud.

Considerando el total de mediciones realizadas en los suelos de los emplazamientos (56 mediciones) el valor medio anual es de 0,046 mg/kg, con una desviación estándar de 0,101 mg/kg, un percentil 75 de 0,03 mg/kg y un percentil 98 de 0,43 mg/kg. No se superan los 0,5 mg/kg en ninguna posición. No hay correspondencia directa entre los valores en suelos y las captaciones de partículas del Alto volumen y sedimentables, pero si en la posición, más alta en CAV-1/CS-1/MS-1.



**Figura 16.** Tablas de resultados y Gráfico Evolución muestreo año 2021 Bailín

Variable Estadística Básica AÑO 2021	CAV/CS/MS	PUNTOS ENTORNO CAPTADORES BAILIN-2021
promedio CAV $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>1,983 E-6</b>	CAV-BAILIN
promedio CS $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	<b>2,226</b>	CS- BAILIN
maximo CAV $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>3,15 E-05</b>	CAV-4 Febrero (04-02-2021). Posición modificada al lado del GRIMM-1 E.T.Residuos Peligrosos.
Maximo CS $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	<b>13,054</b>	CS-3 Octubre (07/10 a 08/10)
Desviacion estd. CAV	<b>5,23 E-06</b>	DISPERSIÓN DE VALORES RESPECTO AL VALOR PROMEDIO
Desviacion estd. CS	<b>2,43</b>	
Percentil 98 CAV	<b>1,83 E-05</b>	El 98% de los datos se sitúan por debajo del valor indicado
Percentil 98 CS	<b>7,986</b>	
Promedio MS (suelos) mg/kg	<b>0,046</b>	Promedio Anual obtenido de todos los muestreos BAILIN
Maximo (Suelos) mg/kg	<b>0,4837</b>	Posición <u>MS-4 (11/03/2021)</u> Posición modificada al lado del GRIMM-1 E.T.Residuos Peligrosos. La posición MS-1 histórica, siempre ha dado máximos. En <u>MS-1 la máxima con 0,45 mg/kg (8/10/2021)</u>
Desviación estandar (Suelos) mg/kg	<b>0,1017</b>	VALORES DE DISPERSIÓN RESPECTO A LA MEDIA
Percentil 98 (Suelos) mg/kg	<b>0,4382</b>	El 98% de los datos se sitúan por debajo del valor indicado

**Tabla 17.** Síntesis de resultados en Bailín posiciones correlativas Captador aire y suelos. Año 2021

Para síntesis, se ha realizado un gráfico, Figura 16, con los principales resultados obtenidos en las muestras de suelos. Se incluye adicional en la Tabla 17 los datos obtenidos en las posiciones homólogas de calidad del aire (PM10 y partículas sedimentables) y los valores medios y máximos, así como el percentil 98 para las posiciones muestreadas.

Se pone de manifiesto la influencia y proximidad de la celda desmantelada con las concentraciones observadas, que coinciden con el Este de la Celda, en la posición del GRIMM-1 y CS-4/CAV-4/MS-4 y con el Oeste de la Celda, posición CS-1/CAV-1/MS-1.

En la campaña de octubre (07 a 08-de octubre-2021), y relacionado con las obras y el tráfico de vehículos pesados para el acondicionamiento y utilización de tierras en el vaso de Industriales no Peligrosos, para la reparación de láminas y anclado de nuevas, se generó un máximo en CS-3 en octubre, que no tiene correspondencia con su homólogo en suelos MS-3 (0,001 mg/kg, analizado en Lab.Pirenarium). Sin registro de PM10 (CAV-3, estropeado).

La posición MS-1, como se manifiesta en el histórico, es la más alta. En este año la posición MS-4 y con motivo de la comprobación de mediciones del medidor automático,

GRIMM-1 en la Estación de residuos Peligrosos de Bailín, también ha registrado valores elevados en los terrenos inmediatos a la Celda desmantelada.

Trabajos rutinarios y realizados durante 2021 fueron la poda y limpieza de arbustos, maleza, y cunetas en febrero-2021, que no generaron ninguna medición de incumplimiento en relación a la ejecución y movilización de maquinaria y tierras. Sin ninguna reseña o incidencia respecto a la calidad de los suelos. El captador CAV-4, de PM10, registró el máximo anual en la especiación realizada, aunque la cantidad total de partículas no es significativa, con 5,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Otros trabajos con movilización, excavación o transporte de tierras fueron el reacondicionamiento del vial de acceso a las instalaciones de Bailín, con escarificación y reposición del aglomerado asfáltico, para el empalme, del acceso desde N-330 hasta la depuradora de Bailín. Ejecutado en agosto, con extendido de una nueva capa de zahorras. Que no se tradujo en ningún valor reseñable ni en suelos ni partículas.

CAMPAÑA 2021 SUELOS BAILÍN												
	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
[ ] mg/kg en campañas		IPROMA					IPROMA		IPROMA			
captadores-1/MS-1	0,149	0,050	0,004	0,181	0,209	0,128	0,075	0,175	<0,05	0,456	sin campaña	0,005
captadores-2/MS-2	0,023	<0,05	0,01	0,001	0,006	0,004	<0,05	0,005	<0,05	0,048	sin campaña	0,006
captadores-3/MS-3	0,014	<0,05	0,005	0,001	0,001	0,002	<0,05	0,003	<0,05	0,001	sin campaña	0,002
captadores-4/MS-4	0,016	<0,05	0,484	0,276	0,002	0,002	<0,05	0,056	<0,05	0,0003	sin campaña	0,002
captadores-5/MS-5	0,014	<0,05	0,008	0,026	0,005	0,003	<0,05	0,033	<0,05	0,003	sin campaña	0,005
Uso Industrial (RD 9/2005)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Uso Urbano (RD 9/2005)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

**Tabla 18.** Síntesis de resultados de muestras suelos en Bailín. Año 2021

Los valores están sensiblemente sobreestimados en los boletines, ya que se indica la suma de cinco isómeros, para la consideración del límite y la superación en cada emplazamiento. Siendo solo alfa, beta y gamma, los considerados de riesgo.

Hay baja correlación de resultados analizados en laboratorio externo (IPROMA) en febrero, julio y septiembre. Los resultados están por debajo de límite acreditado (“<0,05 mg/kg”).

El análisis de febrero realizado por IPROMA, en la posición MS-1 (0,05 mg/kg sumaHCH, con Beta-HCH = 0,026 mg/kg y delta-HCH=0,024 mg/kg). También señala la presencia de isómeros de HCH. Ambos laboratorios registran presencia, aunque en el laboratorio Pirenarium, se detecta más masa y de forma general en todas las muestras (alfa, beta y gamma generalmente). La masa media en el emplazamiento, se sitúa por debajo de 0,5 mg/kg.

## ***5.2 Campañas de suelos en SABIÑÁNIGO:***

En los cuatro puntos de control de suelos del emplazamiento de Sabiñánigo se han realizado doce campañas, con la toma de 45 muestras, siendo válidas y analizadas dentro del cálculo estadístico 43 de ellas. Desestimando dos por error de manipulación en el análisis (muestreo 03/08/2021 muestras MS-8/MS-10). Además en noviembre no se realizó campaña, por la reparación de los captadores correspondientes.

En 2021, los trabajos para valoración de los equipos laser de medición automática en continuo (GRIMM) para material particulado, han obligado a modificar parcialmente los emplazamientos de toma de las muestras MS-7 y MS-8. Estas posiciones venían haciéndose históricamente en la zona de la cabañera (MS-8, cabañera ERCROSS y MS-7 en la plataforma superior del vertedero de Sardas). No obstante las nuevas ubicaciones están muy próximas a estas, pero en zonas más afectadas por la contaminación y proximidad con la empresa Inquinosa. Ver Anexo III Planos posición y muestreos calidad aire.

MS-8 se había trasladado ya en 2020 de la zona inicial, a unos 100 metros de la fachada Oeste trasera de Inquinosa, muestreando en el entorno de GRIMM-2, dentro de la parcela de ERCROSS. El seguimiento ha sido por tanto, de enero a diciembre de 2022. Y desde mayo y hasta diciembre, se reubicó la posición MS-7, al lado del GRIMM-1, en la parcela del nuevo acceso de Inquinosa (Fachada Norte Inquinosa). Ver plano Anexo III.

En la posición CAV9/CS-9 (molino Periel) no se muestrea por tener pavimento.

Todas las posiciones de muestreo fueron seleccionadas según criterio experto, tras la realización de un estudio de las variables aerológicas principales. Verificando la idoneidad de los emplazamientos en los entornos de los focos principales y a partir de una simulación y modelización dispersiva efectuada en 2019, que permitió la selección de otras zonas que pueden ser utilizadas como referencia para completar una red de vigilancia en el caso de realizarse los trabajos de desmantelamiento de la fábrica INQUINOSA. Los puntos de muestreo se encuentran en un círculo de unos 2 km en el entorno del diámetro entorno al foco. Y las mediciones se realizan en los entornos de los captadores, muestreando en las direcciones. Ver Planos Anexo III.

Actuaciones más señalables que pudieran influir en la dispersión y acumulación de partículas en el aire y su deposición posterior fueron la ejecución de un terraplén de tierras para disposición de la zona de oficinas de EMGRISA y perforación de nuevos sondeos en la meseta del vertedero. Que como se comprueba no han modificado con incrementos los resultados

REFERENCIA CAPTADORES EN SABIÑÁNIGO CON FOCO EN LA FÁBRICA INQUINOSA (*)					
REFERENCIA dirección grados medida sentido agujas reloj	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
	112,5-135	67,5-90	315 - 337,5	270 - 292,5	292,5 - 315

(\*) Ver Anexo III Planos, plano posición de captadores en área Sabiñánigo

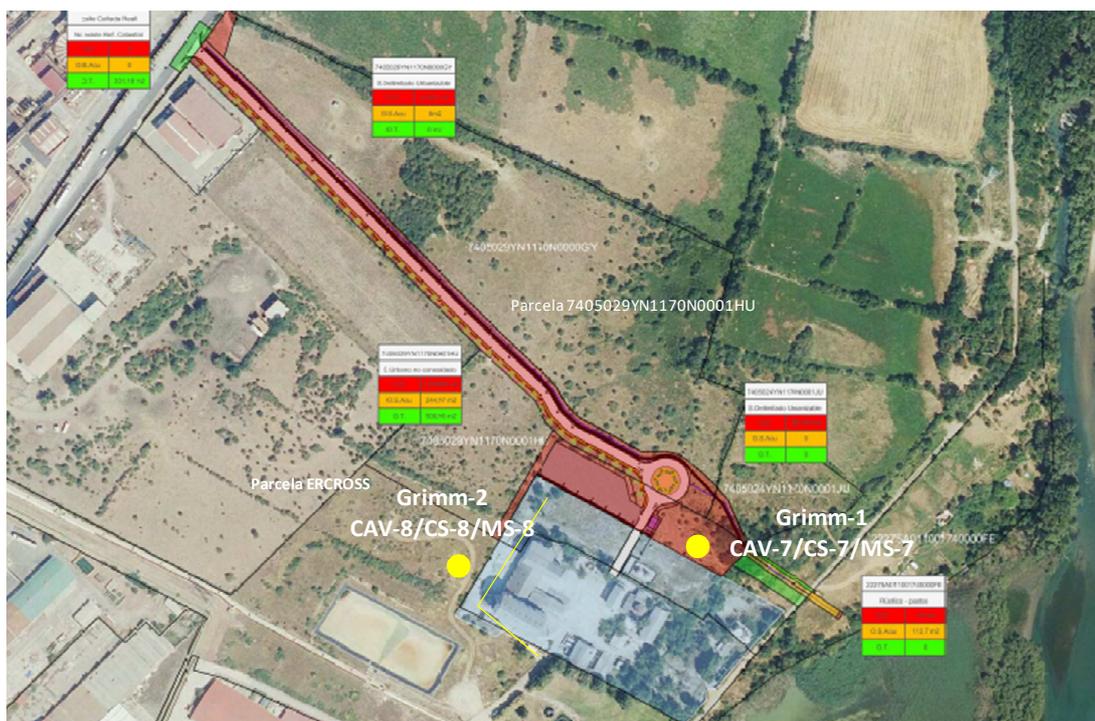


Figura 17. Vista Posiciones muestreo MS-7y MS-8 entorno Inquinosa.

Los resultados incluidos a continuación confirman cómo la posición histórica, del CAV-8/CS-8/MS-8, ubicada en el Camino de Cabañera, a unos 200 metros al norte de Inquinosa (de enero a abril de 2021) presentó valores similares al histórico con cargas entorno a 1 y 0,01 mg/kg. Sin embargo, en la nueva posición del GRIMM-2 (MS-8) a unos 70 metros de la fachada nornoroeste de Inquinosa dentro de la parcela de ERCROSS y la nueva de GRIMM-1 (MS-7 anterior), presentas concentraciones en varios ordenes de magnitud, con origen en la actividad histórica y por la proximidad a las naves de proceso y almacenaje y que pasamos a comentar según desarrollo de las campañas.

### Enero

ANÁLISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,010	0,019	0,023	0,016

## Febrero

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,022	0,0157	12,829	0,0134

(\*) El 16/02/2021 se toma una muestra adicional en posición MS-8 (GRIMM-2) para análisis en laboratorio IPROMA (1,785 mg/kg). En la tabla se incluye la muestra analizada por el laboratorio de Pirenarium en Sabiñánigo el 03/02/2021

## Marzo

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,0016	0,005	2,545	<0,01

## Abril

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,0028	0,029	2,223	0,0016

## Mayo

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7 (*)	MS-8 (*)	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,0015	0,0158	141,913	0,0236

(\*) En mayo (04/05/2021) se toman las muestras MS-7 (GRIMM-1) y MS-8 (GRIMM-2) en las posiciones próximas a los medidores en continuo de las partículas de aire. Situados en las inmediaciones de Inquinosa (fachada Nornoroeste y norte respectivamente).

## Junio

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,0034	1,321	67,839	0,0051

## Julio

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,0015	0,551	29,033	0,0025

## Agosto

ANALISIS SUELOS LAB. IPROMA				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)	MS-10 (*)
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	1,310	<0,05	36,00

(\*) El muestreo de 03/08/2021 se externaliza a laboratorio IPROMA, anulando los datos por previsible error de manipulación de la muestra, con valores anómalos en el histórico de la posición. Los resultados se excluyen para el cálculo estadístico

## Septiembre

ANALISIS SUELOS - LAB.PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,002	0,391	18,066	0,002

## Octubre

ANALISIS SUELOS LAB. IPROMA				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	0,090	14,04	<0,05

## Noviembre

ANALISIS SUELOS	
ISOMEROS	NO SE REALIZA LA CAMPAÑA CORRESPONDIENTE A NOVIEMBRE POR ESTAR LOS EQUIPOS DE LAS POSICIONES QUE SE MUESTREA EN REPARACIÓN Y RECALIBRACIÓN
SUMA HCH (mg/Kg)	

## Diciembre

ANALISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,002	1,209	20,358	0,003

La concentración de la posición CAV-8/CS-8/MS-8 (GRIMM-2) siempre se ha detectado más elevada que el resto de posiciones. Pero en 2022 se ha muestreado íntegramente en la posición del GRIMM-2, y el MS-8 ha ofrecido valores en mayo de 141,91 mg/kg y en junio 67,84 mg/kg, indicando en este caso que el suelo tendría la consideración de residuo, según Decisión 2014/955/UE, los contaminantes recogidos en la tabla del Anexo IV, si están presentes en determinada concentración, serán clasificados como residuos peligrosos cuando las concentraciones en que estén presentes sean iguales o superiores a las indicadas en el Anexo IV del Reglamento 850/2004. El cual ha sido modificado en diversas ocasiones, habiendo sido derogado en el artículo 21 del Reglamento (UE) 2019/1021 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2019 sobre contaminantes orgánicos persistentes (versión refundida) e indicando que las referencias al Reglamento derogado, se entenderán hechas al Reglamento vigente con arreglo a la tabla de correspondencias que figura en el anexo VII y donde se señala la concentración límite en 50 mg/kg Hexaclorociclohexanos, incluido el Lindano.

En el resto de campañas se detectan valores elevados por debajo de 50 mg/kg, con concentraciones que oscilan entre 0,02 mg/kg y 29,03 mg/kg (promedio de la posición 28,16 mg/kg). Los muestreos realizados de marzo a abril son contemporáneos y posteriores a los

trabajos de acometida eléctrica y excavación de zanja y tendido de línea al punto del GRIMM-1, considerando que la remoción superficial en el entorno de la zanja no afectó a la situación que presentaba el suelo (se tapó la zanja según indicaciones de obra con la propia tierra de excavación).

Esta posición, además, se encuentra muy cerca de la fachada oeste trasera de la antigua factoría de Inquinosa, donde se realizaban maniobras de producción, manipulación y envasado de producto, por lo que consideramos que esta posición ha sido la más impactada históricamente, mucho más que la anterior de la cabañera. Ver Figura 17.

Se considera que la realización de una investigación complementaria, permitiría estimar los sectores más afectados, y la necesidad de **realización de un estudio y análisis de riesgo**, a posteriori de la campaña de muestreo detallado, se puede valorar también la necesidad o no de gestionar algunos de los sectores identificados como más afectados, teniendo en cuenta la propiedad, el uso actual y futuro del suelo.

Se obtiene una diferenciación clara si se extrae del tratamiento estadístico la posición MS-8, pasando de una media para el emplazamiento de Sabiñánigo de 7,234 mg/kg a 0,207 mg/kg.

En el mismo sentido, la posición MS-7, ha incrementado también el valor de concentración, con un máximo de 0,029 mg/kg (abril) en la posición de la meseta del vertedero de Sardas a 1,32 mg/kg en junio en la nueva posición al costado del GRIMM-1. No obstante y desde el punto de vista del uso del suelo como agrícola, se habría incrementado entre tres órdenes de magnitud. Y considerando el uso industrial, el incremento sólo habría sido en masa, resultando el intervalo entre 0,01 mg/kg  $>[MS-7] \leq 1$  mg/kg, como ya se había indicado en el histórico. El valor promedio de esta nueva posición (GRIMM-1) sería entorno a 0,698 mg/kg. Y considerando todos los muestreos realizados en 2021, el valor promedio de MS-7 se situaría entorno a 0,45 mg/kg.

Resultaría aconsejable ampliar con un muestreo más detallado de la parcela la situación en otros puntos. La caracterización más adecuada podría coincidir con la realización de los trabajos de construcción del acceso nuevo a Inquinosa. Estos suelos también se considera pueden estar impactados por la extrema proximidad y la actividad histórica, habiendo quedado ya patente al efectuar muestreos en la traza del futuro vial de acceso a Inquinosa, coincidiendo con la redacción del “*Proyecto de acceso a la antigua fábrica de inquinosa, sabiñánigo (Huesca) n/ref.: 5108106*” detectando un valor de 5 mg/kg en una de las muestras (y en cuatro de ellas por debajo de 0,1 mg/kg). Y en el que también se señaló la presencia de

concentraciones significativas de Aluminio, para lo cuál se adoptan las medidas de protección indicadas en proyecto.

Respecto a los vientos, indicar que las cuatro posiciones que se chequean, también se sitúan a barlovento y sotavento de las direcciones principales de los vientos, que mayoritariamente se distribuyen de NNW a ESE en horario de mañanas entre las 10 am y 18 pm con velocidades medias entre 2,5 m/s a 3,5 m/s y rachas diezminutales de 4,5 m/s a 7 m/s y que en ocasiones pueden alcanzar puntualmente valores superiores a 10 m/s. De tarde las intensidades son más suaves de ESE hacia NNW, que no alcanzan los 2,5 m/s y diezminutales menores de 5m/s.

La posición MS-8, queda a barlovento de los vientos principales, y por tanto el foco de la fábrica (principal fuente de partículas) se situaría flujo arriba en la dirección principal y del punto de muestreo (MS-8). Estando en este caso MS-7 a sotavento de los vientos. Y en caso de rolar de ESE, cambia la situación, arrastrando partículas desde el vertedero de Sardas, con MS-7 a barlovento de esta dirección y la fábrica flujo arriba, en este caso MS-8 estaría a sotavento y recibiría las partículas desde la fábrica y el vertedero de Sardas, resultando predominantes las partículas provenientes de la Fábrica de Inquinosa.

En el caso de mayo (concentración máxima en MS-8) los vientos rolaron de dirección 290°-310°, con velocidades promedio de 2,9 m/s y máximas de 7,5 m/s y rachas diezminutales de 12,9 m/s, obteniendo en MS-8 el valor de 141,991 mg/kg (a barlovento de la posición y flujo abajo del foco), siendo las concentraciones más altas en partículas sedimentables las de la posición CS-7 y CS-8 (como cabría esperar).

Este valor tan alto en MS-8 no está relacionado con ninguna actuación en la zona, ni la especial disposición al viento. En esas fechas se ejecutó el tendido de la línea eléctrica de alimentación a los equipos de medición en continuo (GRIMM), pero no se aportaron tierras ni se renovó las del entorno de la excavación, por lo que la concentración que se viene obteniendo estaría más relacionada con la situación histórica de los suelos en la zona.

Se incluye a continuación una tabla síntesis con los valores medios de partículas sedimentables de alto volumen con los resultados obtenidos en los suelos del entorno de los captadores. De enero a mayo se aumentaron el número de mediciones de CAV/CS para valoración de las mediciones de los GRIMM.

Variable Estadística Básica AÑO 2021	CAV/CS/MS	PUNTOS ENTORNO CAPTADORES SABIÑÁNIGO-2021
promedio CAV $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7,033 E-06	CAV-BAILIN
promedio CS $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	2,614	CS- BAILIN
maximo CAV $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5,672 E-05	CAV-9 (02/02 a 03 /02/2021). Polígono Corona.
Maximo CS $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	16,635	CS-8 Diciembre (15 a 16/12/2021)
Desviacion estd. CAV $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,506 E-05	DISPERSIÓN DE VALORES RESPECTO AL VALOR PROMEDIO
Desviacion estd. CS $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	3,409	
Percentil 98 CAV $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5,494E-05	El 98% de los datos se sitúan por debajo del valor indicado
Percentil 98 CS $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	12,377	
Promedio MS (suelos) mg/kg	7,324	Teniendo en cuenta todas las campañas y posiciones anuales. Si se excluye de la valoración MS-8 el valor es de 0,158 mg/kg.
Maximo (Suelos) mg/kg	141,914	Posición <u>MS-8 (05/05/2021)</u> Posición modificada al lado del GRIMM-2 fachada oeste Inquinosa
Desviación estandar (Suelos) mg/kg	24,09	VALORES DE DISPERSIÓN RESPECTO A LA MEDIA. Excluida la posición MS-8 el valor es de 0,384 mg/kg
Percentil 98 (Suelos) mg/kg	79,69	El 98% de los datos se sitúan por debajo del valor indicado. Excluida la posición MS-8 el valor sería de 1,488 mg/kg

**Tabla 19.** Síntesis de resultados en Sabiñánigo posiciones correlativas Captador aire y suelos. Año 2021

Señalar que las concentraciones medias se situarían por debajo de 0,5 mg/kg, sin embargo la inclusión de las posiciones MS-7 y MS-8 (sobre todo la MS-8 del GRIMM-2) ha hecho que la media histórica se dispare hasta los 7,3 mg/kg. Siendo necesaria la valoración detallada de la zonas correspondientes, y la realización en el caso de que se precise, de un Análisis detallado de los riesgos. En 2021 (al igual que en los últimos muestreos de 2020 al trasladarse el punto de valoración al GIRMM-2, MS-8) se detectan valores superiores a 50 mg/kg, en las inmediaciones de la fachada de los edificios de proceso. Lo que y según la legislación obligaría a la consideración de estos suelos como residuos, precisando de un estudio detallado.

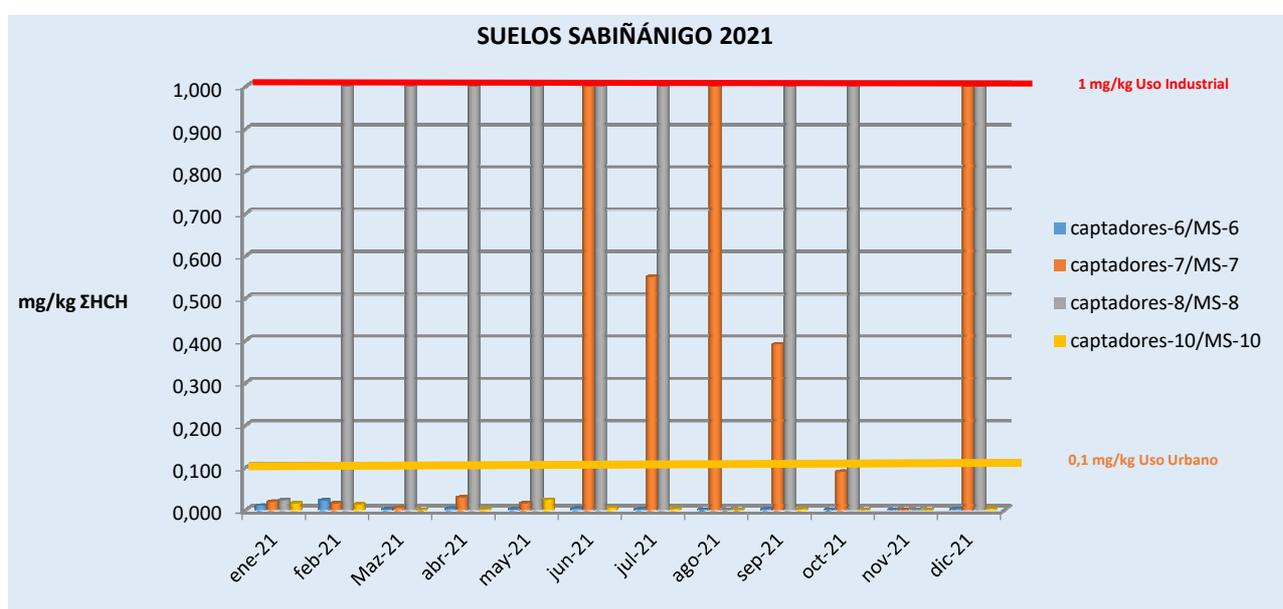
En general y dentro del perímetro de 2 km, y en los puntos monitorizados, las concentraciones estarían en un intervalo moderado de uso urbano a otros usos, debiendo verificar aquellas parcelas que teniendo la catalogación de “Otros Usos” o puedan ser susceptibles de variar el uso, deben situarse en todo momento por debajo de <0,01 mg/kg, o de 1 mg/kg en caso de industrial (RD 9/2005), valorando como necesaria a cualquier actuación

realizar un análisis previo detallado de todo el perímetro de la fábrica y las parcelas más próximas.

CAMPAÑA 2021 SUELOS SABIÑÁNIGO												
	ene-21	feb-21	Maz-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
[ ] mg/kg en campañas								IPROMA		IPROMA	sin campaña	
captadores-6/MS-6	0,010	0,022	0,002	0,003	0,001	0,003	0,001	<0,05	0,002	<0,05	sin campaña	0,002
captadores-7/MS-7	0,019	0,016	0,006	0,030	0,016	1,321	0,551	1,310	0,391	0,090	sin campaña	1,209
captadores-8/MS-8	0,023	12,830	2,546	2,224	141,914	67,840	29,033	(*)	18,066	13,240	sin campaña	20,358
captadores-10/MS-10	0,016	0,013	0,000	0,002	0,024	0,005	0,002	(**)	0,002	<0,05	sin campaña	0,003
Valor Uso Industrial (RD 9/2005)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Valor Uso Urbano (RD 9/2005)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

**Tabla 20.** Síntesis de resultados de muestras suelos en Sabiñánigo. Año 2021

Los valores MS-8 (\*) MS-7 (\*\*) se consideran error de manipulación de la muestra.



**Figura 18.** Tablas de resultados y Gráfico Evolución muestreo año 2021 Sabiñánigo

### 5.3 Aspectos generales sobre los muestreos en suelos:

Los valores reflejados en el boletín de análisis, están sobreestimados, al reflejarse el sumatorio de concentración de los cinco isómeros, por lo que la condición de superación debería realizarse descontando la masa determinada de isómeros delta y épsilon (de forma general siempre en menor concentración que los otros tres, alfa, beta y gamma), como se indica en el RD 9/2005, pudiendo de una campaña a otra modificarse la proporción en la que se presentan los isómeros y por tanto situarse en el límite de uso industrial (1 mg/kg), uso urbano (0,1 mg/kg), o bien superar la de otros usos (0,01 mg/kg).

- Según los datos externalizados, la correlación de resultados obtenidos en laboratorio externo frente a los analizados en el laboratorio Pirenarium es moderada a buena. La masa estimada por el laboratorio externo siempre es más baja que la estimada por el laboratorio

de Pirenarium, pero ambos laboratorios detectan la presencia de alfa, beta, gamma, delta y épsilon

En el laboratorio externo (IPROMA) también se registra la presencia de isómeros, sobre todo en aquellas posiciones donde hay afección histórica, coincidente con el entorno de los medidores en continuo de partículas, GRIMM-1, MS-7 en las muestras 03/08/2021 y 06/10/2021 y GRIMM-2, MS8 en las muestras campañas de 16/02/2021, 03/08/2021 y 06/15/2021.

Señalar por tanto que el laboratorio externo también detecta masa en las posiciones donde la determina el laboratorio Pirenarium.

La correlación entre partículas sedimentables y muestras de suelos resulta baja en algunas campañas, sin una clara relación entre el suceso meteorológico (se analiza sobre todo los vientos como vector dispersivo) y la cantidad registrada en el captador y en su muestra de suelo correspondiente, habiendo muestras con concentración apreciable pero con un periodo de “calma”, sin viento aparente. Por lo que habría que buscar otros fenómenos como resuspensión desde zonas afectadas o fuentes próximas en las que se realizan tareas que inducen fenómenos dispersivos puntuales (ejemplo los trabajos de Inquinosa, o en el vertedero de Sardas o en la zona de Bailín por los trabajos relacionados con acciones que suponen movimiento de tierras con partículas)

En Bailín, y con los muestreos analizados se observa como la meteorología tiene un importante control sobre las zonas con afección, coincidentes con los perímetros del vaso desmantelado y en las posiciones MS-1, MS-4. En menor se detectan en MS-2 y MS-5.

En Sabiñánigo los datos indican la circulación de partículas y movimientos en relación a los focos de Inquinosa y el Vertedero de Sardas, con presencia de partículas en todas las posiciones y captadores localizados, (CS-6, CS-7, CS-8, CS-9 y CS-10) y en sus respectivas muestras de suelos MS-6, MS-7, MS-8 y MS-10 (las concentraciones en suelos no superan los 0,5 mg/kg de forma histórica) si bien y al incluir posiciones próximas a la factoría de Inquinosa (MS-7 en el GRIMM-1 y MS-8 en el GRIMM-2) el promedio se ha disparado a 7,3 mg/kg de media en el emplazamiento de Sabiñánigo, con el máximo de 05 de mayo de 141,91 mg/kg en la posición de MS-8. En el caso de que esta posición no se tuviera en cuenta para el cálculo de la media esta se mantendría en 0,2 mg/kg. También se incrementa la media en la posición MS-7 al haberse trasladado a la parcela contigua de Inquinosa (de menos 0,05 mg/kg en 2020 a 0,45 mg/kg)

Los posibles trabajos ejecutados para limpiezas de instalaciones de Inquinosa, Vertedero

de Sardas (terraplén de tierras de 1 de junio a 1 de Octubre) y las indicadas en el Vertedero de Bailín, no han generado incrementos significativos sobre los valores medios que se vienen obteniendo. **El incremento en las posiciones de MS-7 y MS-8 se considera ocasionado por la proximidad a las instalaciones de proceso y fabricación en Inquinosa, y al estado histórico de los suelos en esos emplazamientos asociados a esta actividad histórica.**

Resultaría recomendable ampliar el chequeo de puntos para disponer de un mapa exhaustivo de puntos que muestren la calidad inicial de los suelos y el blanco de partida, ante cualquier previsible trabajo a realizar. Extendiendo, sobre todo la red de puntos según los modelos dispersivos evaluados a las fincas y parcelas contiguas a la fábrica de Inquinosa y Vertedero de Sardas. Disponiendo así de un histórico de la calidad de los suelos en relación a la presencia de residuos e isómeros de HCH.

## 6. VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AIRE. CONTROLES.

Se han realizado trabajos de medición de la calidad del aire en relación a actuaciones desarrolladas en Bailín desde 2014 (en relación a los trabajos desarrollados para desmantelamiento del vertedero de Bailín) y en Sabiñánigo desde 2016 (previo al reensacado y gestión de residuos realizados entre 2018 a 2020). La red de puntos se emplazó mediante la realización de estudios de los modelos aerológicos de los valles del barranco de Bailín y el valle del río Gállego (localidad de Sabiñánigo), y dispuestos según la dirección de influencia de los vientos y respecto a los focos previsibles que constituyen el vaso desmantelado del vertedero de Bailín, la fábrica de Inquinosa y el vertedero de Sardas.

Estos estudios aerológicos se realizaron, en el caso de Bailín y Sabiñánigo, por el Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) y por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Y en 2019 se elaboró un modelo dispersivo, por la empresa METEOSIM, situando los focos en la zona de trabajos de la propia fábrica de Inquinosa y el Vertedero de Sardas (localidad de Sabiñánigo), determinando con ello las áreas más afectadas y cuáles serían los puntos adecuados para emplazamiento de una red de control y alarma, coincidentes con algunos de los históricos que ya se explotan desde 2016, añadiendo otros posibles puntos de medición.

La empresa SARGA, en el presente encargo, realiza las mediciones y análisis de las muestras con una rutina mensual en la red de puntos. En el Anexo III Planos, se incluyen los puntos de la red de muestreo de Calidad del Aire según los emplazamientos principales, cinco puntos en Bailín y seis en Sabiñánigo. En ellos se miden partículas PM10 en captadores de Alto Volumen denominados **CAV**; partículas Sedimentables denominados **CS** y partículas y Gases Volátiles de HCH (Ciemat) en los captadores pasivos tratados en éste punto (2.5.1 Captadores pasivos de Gases).

Complementariamente y como se ha trasladado en el apartado anterior, se contrasta la situación del aire y la de los suelos (muestreos en zonas aledañas a la posición de los captadores, puntos denominados MS) dada la influencia de la migración por el aire de las partículas y su deposición e influencia en la calidad de los suelos.

En el punto CAV9-CS9 de Sabiñánigo, no se muestrean suelos, por estar con pavimento continuo. Además en el punto PIRENARIUM (Sabiñánigo) sólo se miden gases, y en la posición CAV-4, CS-4 de Bailín no se realiza medición de gases.

Se incluye una tabla resumen de los puntos en coordenadas UTM (Datum ETRS89):

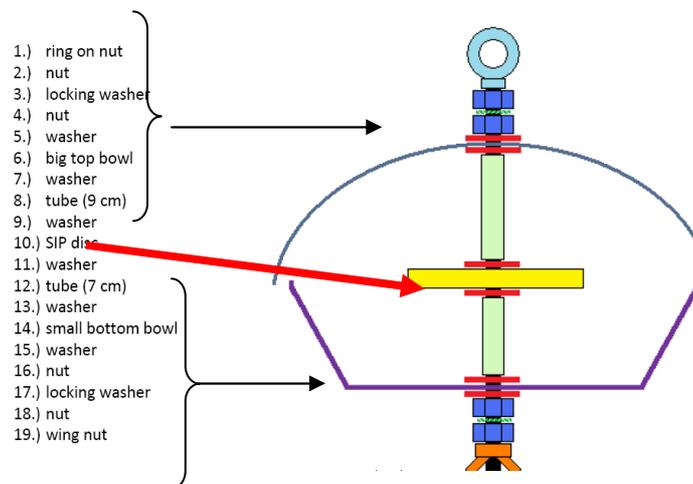
PUNTOS EN EL ÁREA DE BAILÍN MEDICIONES	X*	Y*	Posición Geográfica
CAV 1 / CS-1 / 8 CAPTADOR GASES PASIVOS. Suelos MS-1	716.713	4.707.231	Área decantación y bombeo, plataforma asfaltada al este de celda HCH desmantelada
CAV 2 / CS-2 / 6 CAPTADOR GASES PASIVOS. Suelos MS-2	716.798	4.707.327	Camino norte, nornoroeste celda HCH desmantelada
CAV 3 / CS-3 / 7 CAPTADOR GASES PASIVOS. Suelos MS-3	717.429	4.707.043	Zona plataforma al este sobre el vertedero de Residuos Industriales no Peligrosos
CAV 4 / CS4 (no tiene captador de gases pasivos). Suelos MS-4	716.826	4.707.060	Camino sur hacia Afo 1, límite Sur con barranco Bailín (enero y mayo a diciembre)
	716.959	4.707.067	E.Transferencia de Residuos Peligrosos Bailín.(feb-abril, Este Celda desmantelada)
CAV 5 / CS-5 / 9 CAPTADOR GASES PASIVOS. Suelos MS-5	717.429	4.707.043	Zona Oeste plataforma sobre el área de Oficinas
PUNTOS EN EL ÁREA DE SABIÑÁNIGO	X*	Y*	Posición Geográfica
PARKING PIRENARIUM (sólo se muestrean gases con captador pasivo incluidos en las analíticas campaña Bailín)	717.177	4.709.304	Parking de Pirenarium
CAV-6 CS-6. GASES PASIVOS. Suelos MS-6	718.899	4.709.439	Población de SARDAS
CAV-7 CS-7. GASES PASIVOS. Suelos MS-7	718.327	4.710.327	Vertedero de SARDAS (enero a abril) GRIMM_1. Inquinosa (mayo a diciembre)
	717.622	4.710.352	
CAV-8 CS-8. GASES PASIVOS. Suelos MS-8	717.479	4.710.342	GRIMM_2. Inquinosa. Fachada WNW
CAV-9 CS-9. GASES PASIVOS. Suelos MS-9	716.413	4.710.736	Área Residencial en Sabiñánigo. "MOLINO PERIEL"
CAV-10 CS-10. GASES PASIVOS. Suelos MS-10	716.311	4.711.695	Área Polideportiva (punto más alto). Polg. LA CORONA

**Tabla 21.** Síntesis de puntos monitorizados calidad aire. Captadores pasivos Gases 2021.

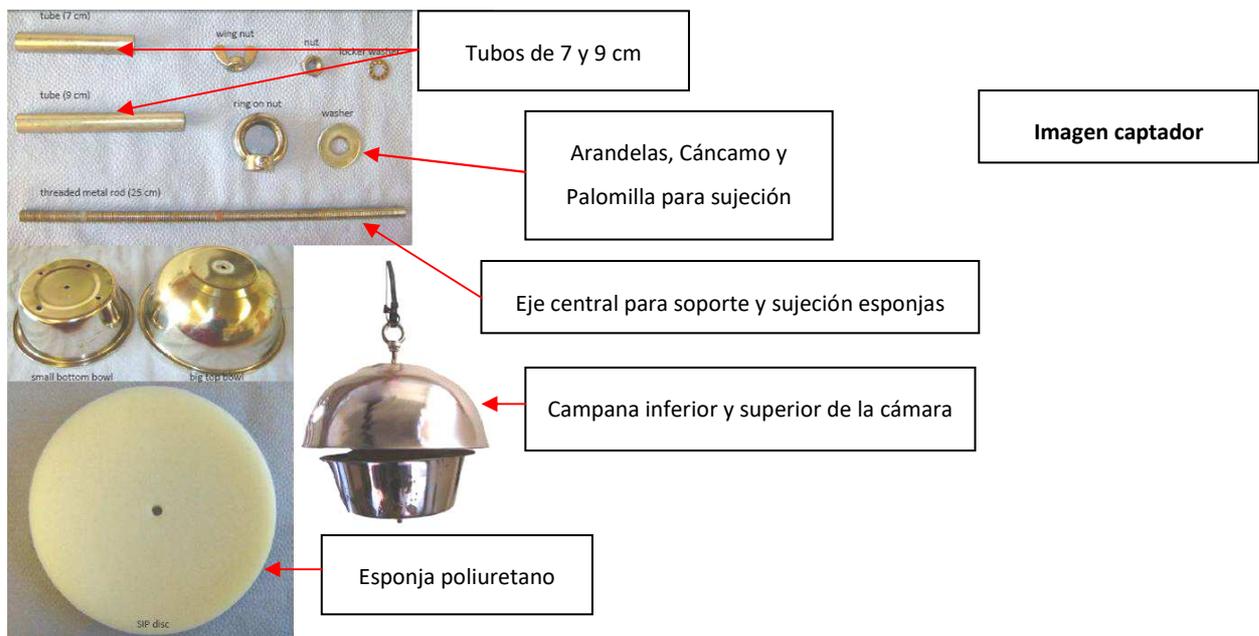
### 6.1 Calidad del Aire, Captadores Pasivos - Gases;

Se incluyen esquemas explicativos de los dispositivos utilizados para medir gases procedentes de la degradación de organoclorados (volátiles y semivolátiles).

El dispositivo consiste en un contenedor metálico circular, con una ranura central abierta a las circulaciones del viento, en cuyo eje se colocan esponjas de poliuretano purificadas con disolventes, que fijan de forma pasiva, y fijan por circulación de aire a través del interior de la cámara los gases presentes en el aire ambiente. Ver esquema e imagen a continuación.



**Figura 19.** Esquema y fotografía despiece del contenedor Pasivo de partículas facilitado por CIEMAT



En el Anexo I, DATOS ANALÍTICOS, del presente informe, se incluyen las siete memorias de resultados de las campañas ejecutadas en 2021, que contienen los resultados de los análisis de las diez campañas realizadas entre 24/11/2020 a 03/11/2021, y que de forma correlativa se denominan “LINDANO EN AIRE MA-COP-21-02” a “LINDANO EN AIRE MA-COP-21-08”. Los trabajos realizados, también incluyen una memoria anual de evaluación de las campañas desde 2014 y hasta 2021. Se incluye en el Anexo I.

En la memoria final de resultados “Evaluación de resultados correspondiente a los muestreos  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - y  $\epsilon$ -Hexaclorociclohexano, pentaclorobenceno y Hexaclorobenceno en aire, realizados en los emplazamientos de Bailín, Sabiñánigo y Sardas, desde agosto de 2014 a noviembre de 2021”, se sintetizan todos los datos y resultados de 2021 correspondientes al encargo 2020/1, del presente informe y respecto al histórico disponible. Con las campañas M1 a M74, siendo M65 a M74 las correspondientes al año 2021, realizadas tanto en Sabiñánigo como en Bailin.

Los muestreos, se prolonga de forma continua durante cinco semanas. Con una media de duración entorno a 35 días por campaña, según la recomendación experta del CIEMAT, dada la capacidad limitada por saturación de las esponjas.

Las memoria anual editada y elaborada por el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) incluye la evolución de las campañas y resultados, así como la legislación de referencia a considerar. Con una discusión de los datos y resultados principales según captadores y posiciones. Correlacionándolos con resultados de la red nacional e internacional para los mismos parámetros y respecto a la legislación considerada. Y planteando la situación e incidencia de las concentraciones en relación a la salud humana.

En el análisis estadístico se excluyen las dos primeras campañas M1 y M2 realizadas en Bailin, dado que se realizaban trabajos de desmantelamiento, con valores de concentración muy superiores y que inducen sesgos en los análisis.

Los muestreos en el emplazamiento de Bailín se realizan en cinco puntos indicados en las tablas de calidad del aire (cuatro en el Vertedero de Bailín y uno en Sabiñánigo, Pirenarium), más un blanco en la localización Pirenarium (60 muestras totales).

En la localidad de Sabiñánigo se ejecutan en cinco puntos e incluyen también un blanco en la posición CAV-10, CS-10, MS-10 (60 muestras totales). Por tanto se realizan 120 determinaciones para isómeros de HCH y 40 para determinación de Pentaclorobencenos (PeCB) y Hexaclorobencenos (HCB) y suma de Clorobencenos ( $\Sigma$ CB).

Las campañas en 2021 se han distribuido desde 24/11/2020 a 03/11/2021, incluidos.

### **Emplazamiento de Bailín:**

Se observa de manera reiterada y como se ha detectado históricamente, que el emplazamiento del muestreador CAP-1 (la posición de CAV-1/CS-1/MS-1 en el decantador físico de fase densa no acuosa) es el que mayor concentración presenta, con promedio anual de 82,77 ng/m<sup>3</sup> (suma de isómeros). Presenta un máximo anual de 223,5 ng/m<sup>3</sup> en la campaña de junio a julio (22/06 a 27/07) y un mínimo en la campaña de noviembre a diciembre de 2020 de 30,3 ng/m<sup>3</sup>. Para esta posición-1, el isómero mayoritario es el gamma (en 9 de 10 campañas) con un valor promedio anual de 34,2 ng/m<sup>3</sup>, con un máximo de 99 ng/m<sup>3</sup> en la campaña de junio a julio y un mínimo con 9,5 ng/m<sup>3</sup> en la primera campaña de 24/11/2020 a 29/12/2020. Los percentiles de distribución (percentil 98) del isómero gamma son de 90,72 ng/m<sup>3</sup>, el de delta es 64,48 ng/m<sup>3</sup>, el de alfa 39,25 ng/m<sup>3</sup>, épsilon con 11,21 ng/m<sup>3</sup> y beta con 4,18 ng/m<sup>3</sup>. Alfa y delta solo se han detectado de forma mayoritaria en una campaña cada uno.

Este emplazamiento se sitúa en las proximidades del decantador de fase (zona de bombeo y extracción de la pluma de residuos de aguas subterráneas) y al oeste de la celda desmantelada. Se considera por tanto que los trabajos realizados para ejecución del ensayo “Lifesurfing”, con bombeos y extracciones adicionales, además de los bombeos realizados durante el año para control de la pluma, han sido incrementados, además de la perforación de nuevos puntos para ampliación de la red de control (que obligan a bombear y tratar los caudales adicionales para perforación) en la zona de la celda desmantelada, incrementando los envíos a decantación. En el periodo de verano se incrementa la evaporación de junio-septiembre. Con el máximo comentado en la campaña de junio-julio (22/06 a 27/07) de 223,599 ng/m<sup>3</sup> y un mínimo de 0,2 ng/m<sup>3</sup> en la campaña de 24/11 a 29/12 de 2020.

La posición-2, al norte del vaso desmantelado, es otra en la que históricamente se detecta alta concentración, con un promedio anual de 28,6 ng/m<sup>3</sup>, un máximo de 62,6 ng/m<sup>3</sup> en la campaña de septiembre a noviembre de 2021, y un mínimo en la campaña de diciembre de 2020 a febrero de 2021 con un valor de 5,4 ng/m<sup>3</sup>. Para esta posición el isómero mayoritario es delta en 5 de las diez campañas, apareciendo el gamma y el delta en dos de las diez respectivamente. El percentil 98 por isómeros de esta posición-8, es para delta de 27,7 ng/m<sup>3</sup> para alfa 22,58 ng/m<sup>3</sup>, para gamma 13,70 ng/m<sup>3</sup>, para beta 4,06 ng/m<sup>3</sup> y para épsilon de 2,92 ng/m<sup>3</sup>.

Muestras Bailín-2021				Isómeros Hexaclorociclohexano (ng/m <sup>3</sup> )					
Muestreo	Fecha inicio	Fecha Fin	Posición	α-HCH	β-HCH	γ-HCH	δ-HCH	ε-HCH	ΣHCH
M65B	24/11/2020	29/12/2020	CAP1	9,5	1,5	9,5	8,5	1,3	30,3
			CAP2	3,1	0,7	3,3	3,8	0,4	11,3
			CAP3	0,3	0,04	0,2	0,1	0,01	0,7
			CAP5	0,4	0,1	0,3	0,2	0,03	1,0
			Pirenarium	0,1	0,01	0,1	0,04	0,001	0,21
M66B	29/12/2020	02/02/2021	CAP1	10,0	2,9	11,1	8,3	0,7	33,0
			CAP2	1,6	0,3	1,4	1,7	0,2	5,4
			CAP3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,02	0,6
			CAP5	0,2	0,03	0,2	0,1	0,02	0,6
			Pirenarium	0,1	0,04	0,1	0,1	0,002	0,23
M67B	02/02/2021	09/03/2021	CAP1	10,9	2,3	17,1	9,1	0,9	40,3
			CAP2	2,8	0,7	3,1	2,4	0,7	9,6
			CAP3	0,2	0,04	0,2	0,1	0,01	0,5
			CAP5	0,9	0,1	1,0	0,6	0,1	2,8
			Pirenarium	0,1	0,01	0,1	0,02	0,003	0,16
M68B	09/03/2021	14/04/2021	CAP1	22,7	4,4	37,9	17,5	3,7	86,1
			CAP2	4,5	1,3	6,1	5,3	1,1	18,4
			CAP3	0,9	0,1	0,5	0,4	0,1	2,0
			CAP5	1,1	0,1	1,1	0,6	0,05	2,9
			Pirenarium	0,3	0,03	0,1	0,1	0,02	0,5
M69B	14/04/2021	18/05/2021	CAP1	15,9	0,5	27,1	16,2	0,5	60,2
			CAP2	4,5	1,1	3,5	4,8	0,8	14,7
			CAP3	1,0	0,2	0,7	0,6	0,1	2,6
			CAP5	0,9	0,1	0,6	0,7	0,17	2,5
			Pirenarium	0,8	0,19	0,4	0,2	0,05	1,7
M70B	18/05/2021	22/06/2021	CAP1	30,5	1,6	49,4	50,4	8,9	140,8
			CAP2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
			CAP3	1,3	0,2	0,7	0,4	0,1	2,6
			CAP5	2,3	0,3	1,4	0,8	0,31	5,1
			Pirenarium	0,4	0,06	0,3	0,1	0,01	0,9
M71B	22/06/2021	27/07/2021	CAP1	41,2	3,3	99,8	67,6	11,7	223,5
			CAP2	11,5	2,2	7,0	10,3	2,1	33,2
			CAP3	1,2	0,3	0,5	0,6	0,1	2,9
			CAP5	0,7	0,2	1,0	0,6	0,12	2,6
			Pirenarium	0,4	0,02	0,1	0,1	0,01	0,6
M72B	27/07/2021	27/08/2021	CAP1	12,3	1,3	22,8	18,9	3,9	59,2
			CAP2	14,0	2,3	8,1	14,9	1,1	40,4
			CAP3	1,5	0,4	0,5	0,7	0,1	3,2
			CAP5	2,0	0,4	1,4	1,4	0,35	5,6
			Pirenarium	0,5	0,1	0,4	0,3	0,04	1,3
M73B	27/08/2021	29/09/2021	CAP1	17,4	1,6	40,8	29,2	6,5	95,4
			CAP2	12,4	4,1	13,1	29,1	2,8	61,4
			CAP3	1,7	0,4	0,8	1,0	0,1	4,0
			CAP5	2,8	0,5	2,2	2,0	0,43	8,0
			Pirenarium	0,5	0,1	0,3	0,2	0,03	1,0
M74B	29/09/2021	03/11/2021	CAP1	17,2	0,2	26,1	12,3	3,2	59,0
			CAP2	24,2	3,7	13,8	17,9	2,9	62,6
			CAP3	2,5	0,5	1,1	0,6	0,1	4,8
			CAP5	1,3	0,1	0,8	0,7	0,1	3,0
			Pirenarium	0,2	0,02	0,1	0,1	0,01	0,5

**Tabla 22.** Tabla síntesis de resultados captadores pasivos Bailín. 2021

El promedio para todo el emplazamiento de Bailín, considerando el sumatorio de todos los isómeros sería de 23,47 ng/m<sup>3</sup>, registrando los máximos en la posición-1 comentada, y los mínimos en el emplazamiento de Pirenarium (en la localidad de Sabiñánigo).

### **Emplazamiento de Sabiñánigo:**

Los resultados de los muestreos señalan, como en el histórico, a la posición CAP-7 y CAP-8 como las de mayor concentración anual. De las diez campañas analizadas en 2021 la posición del CAP-7 supera en nueve ocasiones la concentración de todas las posiciones y la posición-8 (CAP-8) en una ocasión, habiéndose invertido la tendencia de CAP-8 como la de mayor concentración de forma permanente. En las posiciones se observa cómo la concentración aumenta en ambos puntos (incluso CAP-9) a partir de marzo y hasta septiembre, coincidiendo con actuaciones de perforación de nuevos sondeos, así como bombeos de contención de la pluma y ensayos en el vertedero de Sardas durante 2021.

La posición CAP-7 situada en la meseta del vertedero de Sardas, ha estado expuesta a las obras y actuaciones de perforación de nuevos sondeos, sobre todo en los meses de primavera y verano. El promedio anual de este emplazamiento es de 19,7 ng/m<sup>3</sup>, presentando un máximo en el muestreo 09/03 al 14/04, con un valor de 64,79 ng/m<sup>3</sup> ΣHCH (máximo anual). Siendo de forma recurrente el isómero alfa el mayoritario en concentración en esta posición, en un 60% de las ocasiones y el gamma en el 40% de las ocasiones. El mínimo de esta posición se registra en la campaña de 29/12/2020 a 02/02/2021 con un valor de 1,43 anual ng/m<sup>3</sup> ΣHCH. Atendiendo al percentil 98, en la posición el isómero alfa se situaría en 33,61 ng/m<sup>3</sup>, el gamma en 13,7 ng/m<sup>3</sup>, el delta en 7,86 ng/m<sup>3</sup> y el beta y épsilon en 3,85 ng/m<sup>3</sup> y 1,49 ng/m<sup>3</sup> respectivamente.

En el caso de la posición-8 (CAP-8), el máximo se registró en la campaña de agosto a septiembre, con un valor de 17,53 ng/m<sup>3</sup>. El mínimo se detecta en la campaña de 29/12/2020 a 02/02/2021 (0,48 ng/m<sup>3</sup>). El promedio de la posición para el año 2021 sería de 6,57 ng/m<sup>3</sup>. El isómero que se presenta de forma mayoritaria siempre es el alfa en un 100% de los casos, con un percentil 98 de 6,39 ng/m<sup>3</sup>. El siguiente percentil más alto es del gamma con un valor de 5,04 ng/m<sup>3</sup>. Delta con un valor de 3,58 ng/m<sup>3</sup>, beta con 0,98 ng/m<sup>3</sup> y épsilon el más bajo con 0,42 ng/m<sup>3</sup>.

Señalar en la posición-9 del casco urbano (Molino Periel, CAP-9), los registros que se producen del isómero gamma, mayoritario en el 70% de las campañas, con valores máximos de 0,55 ng/m<sup>3</sup> y mínimos de 0,04 ng/m<sup>3</sup>. El promedio de suma de HCH en esta posición es de 0,73 ng/m<sup>3</sup>, con un máximo de 1,25 ng/m<sup>3</sup> en la campaña de 22/06 a 27/07 de 2021 (verano) y un mínimo de 0,073 en la campaña de diciembre-2020 a febrero-2021. Los mayores percentiles 98 son para alfa (0,56 ng/m<sup>3</sup>) y gamma (0,53 ng/m<sup>3</sup>).

Según la suma de isómeros, Sabiñánigo se situaría en un promedio de 5,58 ng/m<sup>3</sup>,

con el máximo comentado de 64,79 ng/m<sup>3</sup> en CAP-7 en marzo-abril y el mínimo 0,03 ng/m<sup>3</sup> en la posición-10 (CAP-10) en la campaña diciembre-febrero.

Muestreos Sardas-2021				Isómeros Hexaclorociclohexano (ng/m <sup>3</sup> )					
Muestreo	Fecha inicio	Fecha Fin	Posición	α-HCH	β-HCH	γ-HCH	δ-HCH	ε-HCH	ΣHCH
M65S	24/11/2020	29/12/2020	CAP 6	0,08	0,01	0,06	0,01	0,002	0,16
			CAP 7	0,68	0,05	0,77	0,33	0,04	<b>1,87</b>
			CAP 8	0,36	0,03	0,24	0,11	0,01	<b>0,75</b>
			CAP 9	0,05	0,02	0,09	0,03	0,001	0,19
			CAP 10	0,04	0,01	0,02	0,01	0,000	0,07
M66S	29/12/2020	02/02/2021	CAP 6	0,05	0,01	0,03	0,02	0,001	0,10
			CAP 7	0,36	0,03	0,70	0,31	0,03	<b>1,43</b>
			CAP 8	0,21	0,04	0,13	0,09	0,01	<b>0,48</b>
			CAP 9	0,02	0,004	0,04	0,01	0,000	0,07
			CAP 10	0,01	0,002	0,01	0,005	0,000	<b>0,03</b>
M67S	02/02/2021	09/03/2021	CAP 6	0,11	0,01	0,05	0,02	0,002	0,19
			CAP 7	3,76	0,21	2,34	1,34	0,10	<b>7,75</b>
			CAP 8	0,74	0,14	0,40	0,21	0,03	<b>1,52</b>
			CAP 9	0,09	0,02	0,14	0,03	0,002	0,28
			CAP 10	0,06	0,003	0,04	0,02	0,002	0,12
M68S	09/03/2021	14/04/2021	CAP 6	0,28	0,03	0,09	0,05	0,02	0,48
			CAP 7	37,14	4,16	14,98	8,09	0,42	<b>64,79</b>
			CAP 8	1,59	0,21	0,81	0,39	0,05	<b>3,05</b>
			CAP 9	0,16	0,01	0,19	0,03	0,01	0,40
			CAP 10	0,12	0,02	0,06	0,02	0,01	0,21
M69S	14/04/2021	18/05/2021	CAP 6	0,68	0,07	0,23	0,16	0,03	1,17
			CAP 7	17,57	2,47	5,17	5,16	1,07	<b>31,44</b>
			CAP 8	2,90	0,28	0,99	0,92	0,06	<b>5,16</b>
			CAP 9	0,50	0,08	0,27	0,12	0,02	0,98
			CAP 10	0,27	0,03	0,11	0,09	0,02	0,52
M70S	18/05/2021	22/06/2021	CAP 6	0,27	0,02	0,14	0,12	0,03	0,58
			CAP 7	9,37	1,14	7,34	6,78	1,48	<b>26,12</b>
			CAP 8	3,56	0,66	2,28	1,68	0,33	<b>8,51</b>
			CAP 9	0,58	0,03	0,36	0,18	0,02	1,17
			CAP 10	0,27	0,01	0,12	0,10	0,01	0,51
M71S	22/06/2021	27/07/2021	CAP 6	0,29	0,03	0,15	0,15	0,01	0,63
			CAP 7	6,26	0,81	4,34	3,69	0,71	<b>15,81</b>
			CAP 8	3,59	0,53	2,12	1,95	0,37	<b>8,57</b>
			CAP 9	0,40	0,07	0,55	0,21	0,01	1,25
			CAP 10	0,10	0,01	0,05	0,03	0,00	0,19
M72S	27/07/2021	27/08/2021	CAP 6	0,61	0,10	0,34	0,26	0,04	1,35
			CAP 7	12,21	1,13	7,87	6,32	1,50	<b>29,04</b>
			CAP 8	4,27	0,86	2,98	2,27	0,27	<b>10,63</b>
			CAP 9	0,41	0,08	0,47	0,15	0,03	1,13
			CAP 10	0,18	0,02	0,14	0,10	0,01	0,46
M73S	27/08/2021	29/09/2021	CAP 6	0,42	0,09	0,35	0,22	0,04	1,12
			CAP 7	1,26	0,19	1,72	1,34	0,44	<b>4,95</b>
			CAP 8	6,74	1,01	5,49	3,86	0,43	<b>17,53</b>
			CAP 9	0,50	0,06	0,47	0,18	0,02	1,24
			CAP 10	0,20	0,03	0,16	0,12	0,02	0,52
M74S	29/09/2021	03/11/2021	CAP 6	0,23	0,02	0,19	0,05	0,02	0,51
			CAP 7	4,62	0,32	5,17	3,01	0,72	<b>13,85</b>
			CAP 8	4,82	0,37	2,71	1,30	0,26	<b>9,46</b>
			CAP 9	0,23	0,04	0,23	0,08	0,01	0,58
			CAP 10	0,18	0,02	0,09	0,04	0,00	0,32

**Tabla 23.** Tabla síntesis de resultados captadores pasivos Sabiñanigo. 2021

**En síntesis, respecto a las campañas**, señalado en el informe anual del CIEMAT:

- La existencia, evidente, de gases en relación con isómeros de Lindano en el aire de Bailín (CAP-1 y CAP-2) y Sabiñánigo (CAP-7, CAP-8) en relación a sus vertederos y al foco de Inquinosa (CAP-8). Considerando a estos en concentraciones de varios órdenes de magnitud superiores a los encontrados en otros puntos de España (de la Torre et al., 2016) y del resto de Europa (Estellano et al., 2017; Halse et al., 2011; Pozo et al., 2009).
- Los niveles registrados en suma de isómeros de HCH en las posiciones CAP1, CAP2, CAP3 y CAP5 (vertedero de Bailín) y de CAP7 y CAP8 (vertedero de Sardas) indican que ambos vertederos y la antigua fábrica de INQUINOSA se comportan, en la actualidad, como focos difusos de emisión de isómeros de HCH, en el término municipal de Sabiñánigo. La concentración medida es comparativamente varios órdenes de magnitud superior a las obtenidas en la red nacional (de la Torre et al., 2016) y del resto de Europa (Estellano et al., 2017; Halse et al., 2011; Pozo et al., 2009). Y está en los órdenes en los que se detecta en zonas de fabricación actual del producto (como China e India).
- Los puntos de muestreo CAP7 y CAP8 presentaron valores de concentración más altos respecto al resto de posiciones para todos los isómeros ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -,  $\epsilon$ -, y  $\Sigma$ HCH). Estos dos puntos de muestreo se sitúan en las inmediaciones del vertedero de Sardas (CAP7) y en la fábrica de INQUINOSA (CAP8), señalando a estos dos emplazamientos como fuentes de emisión de HCH al aire.
- En 2021 entre las campañas M17 a M67 ya se había indicado un predominio de concentraciones elevadas en CAP-7 y CAP-8 frente a las otras posiciones. Y mayor en CAP-8 incluso frente a CAP-7, para algunos isómeros. Sin embargo desde las campañas M68 a M74 (desde la primavera) se ha observado un cambio de patrón de isómeros de HCH, en el CAP-7 > CAP-8. Con incrementos del orden de magnitud en los isómeros alfa, beta y gamma principalmente en alguna de las campañas, invirtiendo la tendencia respecto al CAP-8 (hasta ahora mayoritario) e incrementándose en masa y orden de magnitud respecto al resto de posiciones. Llegando a registrar el máximo anual en M68 con 64,79 ng/m<sup>3</sup>.
- Siendo, este un fenómeno que se considera asociado a la ejecución de sondeos y de bombeo de fase en la plataforma del vertedero de Sardas.
- El CAP-9 se detecta cómo desde M17 y hasta la actual M74, el predominio del isómero  $\gamma$ -HCH, respecto al resto, no siendo valores altos en concentración pero llamando la

atención su posición dentro del casco urbano de la localidad. Y Donde gamma resulta mayoritario frente al resto de isómeros (70% de prevalencia). Las tendencias y valores detectados en 2021, confirman por tanto el histórico analizado en el documento anual

- Ordenando de mayor a menor los valores de concentración localizados (en el caso de los isómeros alfa, beta, delta y épsilon  $CAP-7 > CAP-8 > CAP-6 = CAP-9 > CAP-10$ ), encontrando un valor elevado y nuevo de concentración de gamma en el CAP-7 y CAP-8 ( $CAP-7 > CAP-8$  se invierte desde la primavera en 2021) y en la posición CAP-9.
- Las concentraciones obtenidas de PeCB en Sardas (CP-7) y Sabiñánigo (CAP-10) en  $pg/m^3$ ; valor medio, valor máximo y mínimo, son varios ordenes de magnitud más elevadas que en otros puntos de España, en comparación con estudios y valores descritos (2008 a 2018), ya sean localizaciones remotas o rurales.

CAMPAÑAS / POSICIÓN		PentaClorobenceno $pg/m^3$		HexaClorobenceno $pg/m^3$	
		CAP-7	CAP-10	CAP-7	CAP-10
24/11/2020 a 29/12/2020	M65S	33,16	9,82	15,37	30,63
29/12/2020 a 02/02/2021	M66S	15,94	0,89	7,21	2,36
02/02/2021 a 09/03/2021	M67S	142,33	14,11	18,90	32,95
09/03/2021 a 14/04/2021	M68S	145,56	9,44	27,13	18,28
14/04/2021 a 18/05/2021	M69S	318,20	7,92	38,82	30,03
18/05/2021 a 27/06/2021	M70S	151,64	13,96	17,79	16,97
27/06/2021 a 27/07/2021	M71S	311,50	3,34	19,44	12,58
27/07/2021 a 27/08/2021	M72S	139,71	2,49	17,38	22,05
27/08/2021 a 29/09/2021	M73S	30,85	10,07	6,90	20,81
29/09/2021 a 03/11/2021	M74S	71,73	3,36	23,90	14,87
<b>Valor promedio</b>		<b>136,12</b>	<b>7,56</b>	<b>28,61</b>	<b>21,06</b>
<b>Valor mínimo</b>		<b>15,94</b>	<b>2,02</b>	<b>18,17</b>	<b>11,37</b>
<b>Valor máximo</b>		<b>318,20</b>	<b>12,08</b>	<b>46,57</b>	<b>27,87</b>
<b>Valor promedio emplazamiento</b>		<b>71,80</b>		<b>19,72</b>	

**Tabla 24.** Síntesis de resultados captadores pasivos (Clorobencenos) Sabiñánigo. 2021

- Todos los datos de concentración obtenidos en los diferentes captadores, en Bailín y Sabiñánigo son inferiores a  $0,5 mg/m^3$ , que es el VLA-ED para  $\gamma$ -HCH (VLA-ED, valor límite ambiental de exposición diaria) establecido por el Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo.
- En ninguno de los muestreos realizados y en ninguna de las posiciones, se ha superado el valor de la concentración de referencia del  $\alpha$ -HCH ( $RfC = 0,00025 mg/m^3 = 0,25 \mu g/m^3 = 250 ng/m^3$ ) establecido dentro del marco del Convenio de Estocolmo para el perfil de riesgos en el caso de este tipo de sustancias, y determinado mediante el estudio de toxicidad en el hígado de las ratas, y en donde se

determinó un valor de  $0,025 \text{ mg/m}^3$ , aplicando un factor de incertidumbre de 100.

- Tampoco se ha superado el valor de la concentración de referencia del  $\gamma$ -HCH (RfC =  $0,0003 \text{ mg/m}^3 = 0,3 \text{ } \mu\text{g/m}^3 = 300 \text{ ng/m}^3$ ) establecido por la Agencia de Protección Ambiental de California en ninguno de los puntos tomados en éste semestre.
- De todos los datos por campañas, la concentración más alta se registró en junio-julio 2021 con  $223,5 \text{ ng/m}^3$  en la posición CAP-1 ( $0,2235 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ , suma de isómeros) estando alfa y gamma muy por debajo de los límites de referencia indicados.
- Con el histórico de campañas disponible (74) se observa que la concentración ha descendido desde el inicio de las mediciones en 2014. Las concentraciones más elevadas en nanogramos/metro cúbico, están asociadas a los trabajos que se ejecutaron en el vertedero después del desmantelado, observando cómo desde 2014 se produce un descenso casi de forma exponencial de varios ordenes según captador.
- En relación con la concentración base, el CIEMAT, menciona además de forma expresa que las posiciones donde se ubican los captadores 1 y 2 en el área de Bailín (de forma permanente y durante todas las estaciones) y las posiciones de captación 6, 7 y 8 en la localidad de Sabiñánigo, presentan concentraciones muy superiores al resto de puntos en sus emplazamientos, sobre todo en verano en el caso de Sabiñánigo.
- Esta situación de prevalencia en masa también es coincidente con la concentración de partículas PM10 y Sedimentables que se obtienen en los medidores de partículas activos (CAV y CS) y que son coincidentes en posiciones y campañas, confirmándose también con las muestras de suelos en esos emplazamientos.
- Las concentraciones están influidas por los trabajos, las condiciones meteorológicas (los vientos y la humedad). La degradación fotoquímica parece estar más asociada a radicales por oxidación que a la temperatura, aunque el patrón de temperatura influye como se ha señalado sobre todo en las posiciones de muestreo de Sabiñánigo, al aumentar la concentración en los puntos con la llegada del verano (se observa claramente en los muestreos de abril a septiembre) aspecto a tener en cuenta de cara a la programación de trabajos.

## ***6.2 Calidad del aire en los muestreadores de partículas Sedimentables y Alto Volumen (PM10):***

Durante 2021 se ha aumentado el número de campañas en cada uno de los emplazamientos (de las doce anuales que se hacían), con motivo de la valoración y equivalencia de mediciones entre los captadores de gravimetría y las mediciones que realizan los nuevos equipos de medición en continuo (laser óptico de conteo de partículas, GRIMM). No se ha realizado la campaña de noviembre por estar los equipos en reparación y mantenimiento.

En Bailín se realizan campañas desde agosto de 2014 y en Sabiñánigo desde febrero de 2016, hasta la actualidad, en los puntos especificados, Ver tabla 21, posiciones de los captadores. Y Ver Anexo II, de Planos con las posiciones de puntos de muestreo de calidad del aire en Bailín y Sabiñánigo. Siempre y en relación a los focos y trabajos para la descontaminación de los sitios a partir de puntos propuestos según estudios aerológicos y de dispersión, por especialistas.

Para el seguimiento de éste año, se ha continuado con la explotación de los captadores de masa, medidores de alto volumen de partículas PM10 (partículas de 10 micrones, PM10), y con los captadores de partículas sedimentables (partículas > 10 µ). Y se ha iniciado las pruebas, incorporando los medidores GRIMM-1 y GRIMM-2 en las inmediciaciones de la fábrica de Inquinosa. Si bien y previo al emplazamiento definitivo, en las posiciones indicadas se procedió al chequeo y verificación, con mediciones de equivalencia entre ambos tipos.

Por ello y en 2021, se han realizado 22 campañas en Bailín y 24 campañas en Sabiñánigo. En todas las comprobaciones internas de los medidores en continuo (GRIMM), se colocó al menos un captador de masa al costado de cada uno de los GRIMM. Para ello se hubo de modificar algunas de las posiciones de los captadores (CAV-4 en Bailín y CAV-8/CAV7 en Sabiñánigo), Ver Tabla 21.

En el caso de emplazamiento de Bailín se modificó la posición del CAV-4/CS4, trasladándose unos metros hasta la Estación de Transferencia de residuos peligrosos al este de la “Celda de HCH” -716.959/4.707.067-.próxima al GRIMM-1 Realizando entre febrero y mayo 14 campañas adicionales de comprobación de masa frente a las mediciones en continuo del GRIMM. En enero y de junio a diciembre los muestreos fueron rutinarios.

En total en Bailín se efectuaron 22 campañas (14 de comprobación) y se tomaron un

total de 132 muestras, siendo válidas para el análisis de la calidad del aire 61 de las tomadas en los captadores de sedimentables (CS) y 60 de las tomadas en los captadores de alto volumen (CAV. Se perdiendo cinco de sedimentables por la rotura de envases. Y seis de alto volumen por fallos de funcionamiento en los captadores y una por error de manipulación.

En el caso de Sabiñánigo se realizaron las mismas 11 campañas (la de noviembre no pudo hacerse), incrementando en 13 campañas adicionales. Por lo que en total se hicieron 24 campañas. Tomando un total de 142 muestras, de ellas fueron válidas 70 CS y 69 CAV. Para la comprobación interna de masa, en primer término se situó la posición GRIMM-2 con el CAV-8 (que ya se venía midiendo desde el último trimestre de 2020), en la fachada WNW de Inquinosa (717.479 / 4.710.342). Dos de las muestras de captadores de alto volumen (CAV) se perdieron por fallos en el equipo y una de captadores sedimentables se perdió por fallo de manipulación

Y de mayo a diciembre, la posición del CAV-7, se acabó trasladando desde la meseta del vertedero de Sardas, a la nueva posición del GRIMM-1 (Ver Tabla 21) en la fachada norte Inquinosa, 717.622 / 4.710.327). En esta posición CAV-7 se hicieron las tres últimas campañas adicionales de mayo, repitiendo medición sólo en esta posición. De mayo a diciembre se continuaron las mediciones en el nuevo emplazamiento del GRIMM-1, si modificar la posición.

Por tanto se han tomado un total de 274 muestras, 137 muestras en captadores de alto volumen (129 CAV válidas) y 137muestras en captadores de partículas sedimentables (132 válidas).

#### **6.2.1 Legislación y valor umbral adoptado (CS-PM10):**

Respecto a la legislación aplicable (más allá de los valores normativos indicados por la legislación española Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire y las modificaciones incorporadas a posterior con el Real Decreto 678/2014 que modificaba los objetivos de calidad del sulfuro de carbono establecidos en la disposición transitoria única. Y el Real Decreto 39/2017, que transpone a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 2015/1480, sobre normas relativas a los métodos de referencia, validación de datos y ubicación de los puntos de medición para la evaluación de la calidad del aire ambiente, y que incorpora nuevos requisitos de intercambio de información establecidos en la Decisión 2011/850/UE.

No existe legislación expresa para realizar valoración de la calidad del aire de las partículas objeto de éstos muestreos (isómeros del Hexaclorociclohexano), por lo que y previo al análisis y valoración de los registros realizados se aclaran los siguientes aspectos:

Para el caso de las partículas sedimentables (CS) se sigue el criterio incluido por Gobierno de Aragón en la autorización ambiental integrada para ejecución de los trabajos de desmantelamiento del vertedero de Bailín, entre mayo y octubre de 2014, y en el que se marcó la cantidad de **60  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día**, el valor de deposición de partículas sedimentables en los suelos. Al no haber ningún dato indicativo de referencia, salvo el de 300  $\text{mg}/\text{m}^2$  día, niveles de inmisión a los que se refería el Decreto 833/1975, en los Anexos de la Orden de 10 de agosto de 1976. El Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono, derogó el valor límite de partículas sedimentables y los apartados 2 y 3 del Anexo 2 de la citada Orden, donde se establecía un procedimiento para la determinación gravimétrica de las partículas en suspensión con captadores, aspecto que no ha sido expresamente derogado del apartado 4 del Anexo 2 y el Anexo 5 de la Orden de 10 de agosto de 1976. Donde se indica la metodología y el procedimiento para determinar el nivel de inmisión de partículas sedimentables.

Tomando en este caso el valor de referencia de 300  $\text{mg}/\text{m}^2 \times \text{día}$  como indicador del umbral de molestia para la población por la presencia de polvo en el aire.

En el caso de los captadores del Alto Volumen (CAV) PM10, y que son inferiores a 10 micras, permanecen en suspensión largos periodos y se desplazan a grandes distancias, siendo algunas respirables. La legislación no indica valores límite para ninguno de los compuestos e isómeros de HCH. En el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO), se indica de forma genérica en el RD 102/2011 de calidad del aire, sobre niveles que no deben superarse en cuanto a concentración de partículas menores o iguales de 10 micras y de 2,5 micras, de naturaleza expresa como SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10 genéricas y PM<sub>2,5</sub>; plomo (Pb); benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), monóxido de carbono (CO); ozono (O<sub>3</sub>) y arsénico (As), cadmio (Cd), níquel (Ni) e hidrocarburos aromáticos policíclicos representados por el benzo(a)pireno. Como causantes de daños a la salud humana y ecosistemas. Y otras sin regulación específica aún, como los Compuestos orgánicos volátiles (COV's) precursores del ozono.

En la legislación respecto a las partículas PM10, se marca la cantidad de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

como valor límite diario (24 horas) que no puede superarse, o en un máximo en 35 ocasiones de forma anual (50% margen de tolerancia), y con un valor límite anual de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media (y un margen de tolerancia de 20%). Y en el caso del benceno la regulación indica un valor 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor límite anual, año civil, (que se controla dentro de los gases con los medidores pasivos junto al Clorobenceno y el Hexaclorobenceno,  $\Sigma\text{CB}$ )

Estos valores son fijados tomando como base el conocimiento científico con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto. Así, se indican los valores límite y se establecen en ciertos contaminantes valores umbrales de alerta a la población, niveles a partir de los cuales una exposición de breve duración supone un riesgo para la salud humana. La superación de estos umbrales debe ser informada a la población afectada.

En relación a los pesticidas organoclorados (con isómeros de HCH) de la red de puntos que se explota, no se disponía de ningún valor de referencia, por lo que y hasta disponer de valores umbrales, Gobierno de Aragón adoptó lo indicado en el RD 833/75 (Derogado en la actualidad), donde se señalaba que los contaminantes no incluidos en el Anexo III del citado Real Decreto, no podían superar la treintava parte (1/30) de la concentración máxima permitida para el ambiente interior de explotaciones según Reglamento 2414/61 de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP). Por ello y partiendo de la concentración de no superación del valor medio diario de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de partículas PM10, para el caso de los isómeros del HCH, decidió por el momento y hasta no tener una regulación clara, establecer como valor de referencia la treintava parte (1/30; de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de media diaria de partículas PM10, por isómero). Al ser cinco isómeros ( $\alpha$ -HCH /  $\beta$ -HCH /  $\delta$ -HCH /  $\gamma$ -HCH /  $\epsilon$ -HCH) se adopta el valor máximo de 1,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  media diaria por isómero, con **límite de 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  diario de partículas PM10 de sumatorio de isómeros de HCH**. No habiendo amplios estudios de afección por superación de estos valores ni experiencias en el control específico de estas sustancias en seres humanos.

Los niveles indicados han servido de referencia durante la ejecución de las campañas, y para el control de los valores de fondo en los emplazamientos de Bailín y Sabiñánigo. Pero ante la ejecución de trabajos que puedan suponer la movilización en masa de materiales, residuos, o suelos con cantidades apreciables de isómeros de HCH y sus compuestos de degradación, se someterá a estudio y valorará la posible aplicación de niveles aún más restrictivos, función de los trabajos y condiciones meteorológicas en los que se desarrollen. En relación a esto, se ha avanzado en la realización de un estudio “*Servicio de caracterización y simulación del movimiento y dispersión de partículas asociadas a los*

trabajos de demolición de la antigua fábrica de Inquinosa, establecimiento de una red de control y avisos” (realizado por la empresa Meteosim), para implantar unos umbrales de trabajo y nuevos puntos de control, incluso más de los actuales en explotación que sirvan para valorar las campañas y actuaciones.

Los niveles más restrictivos, que se pretende considerar de cara a las futuras actuaciones en las proximidades del casco urbano, se extraen a partir del estudio de simulación mencionado, considerando los trabajos a realizar, los estudios y la bibliografía recopilada. Se consideran, también los umbrales y límites incluidos en las normas y legislación actual indicadas anteriormente por el Ministerio de Transición Ecológica (MITECO), y la Organización Mundial de la Salud (OMS), relativas al material particulado (PM10 y PM 2,5) y los riesgos asociados a su exposición prolongada, para la salud humana.

En aplicación de estos criterios los valores del “Proyecto de desmantelamiento de la fábrica de Inquinosa”. Tienen en cuenta los siguientes umbrales de parada de trabajos en relación a PM10 y PM2,5 en inmisión:

**PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)** media diaria en aire ambiente > **40 µg/m<sup>3</sup>**

**PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)** media diaria en aire ambiente > **20 µg/m<sup>3</sup>**

Y que se corresponden con el 80% del valor límite diario legislado para PM10 y el 80% del valor diario indicado en las guías (GCA) recomendado por la OMS para el PM2,5. Comparando para éste caso las campañas realizadas en 2021 para PM10 (no se efectúan mediciones para PM2,5).

**Y Respecto al nivel de suma de isómeros de HCH**, se considera incorporar los valores de proyecto de desmantelamiento de la fábrica de Inquinosa, que consideran según el histórico de mediciones realizadas, el valor de la mediana de especiación obtenida en todas las muestras en la zona, y que es entorno a 10<sup>6</sup> veces menor que el valor de concentración de partículas de PM10, considerando un **nivel de parada** entorno a **5,6 x10<sup>-5</sup> µg/m<sup>3</sup> de HCH en inmisión (0,000056 µg/m<sup>3</sup>)**. **Aún en revisión.**

Así, las indicaciones de los resultados en 2021 también se hace respecto a estos.

#### **6.2.2 Controles y comprobaciones sobre las mediciones realizadas:**

Con el objetivo de verificar la calidad en las determinaciones y para comprobación de los equipos, se realizan chequeos mediante comprobación de aforos de caudal en los captadores, blancos previos a los muestreos y duplicados o externalización de las analíticas

durante las campañas (en todo el periodo de 2020 no se han realizado aforos de caudal).

Se han realizado blancos y determinación sobre el agua de lavado de los equipos, ejecutando además:

- Lavado de los soportes de los filtros.
- Lavado de los embudos de captación de sedimentables
- Blancos en las posiciones de los equipos de análisis y determinación analítica (cromatógrafo)

De los trabajos realizados para verificación de la calidad de los muestreos, se comprueba y según los blancos de las limpiezas y la sustitución de los cabezales dentro de cada posición, que en ocasiones, supone una incertidumbre la detección de concentración en el equipo. En el caso de los captadores de Alto Volumen la masa es menor, pero muy alta en el caso de las partículas sedimentables.

La situación se complica por el uso doble que se debe dar a cada equipo, muestreándose en dos posiciones diferentes con un mismo equipo (CAV-3 en Bailín pero CAV-6 en Sabiñánigo). Esta cuestión añade nuevas incertidumbres para valorar dos puntos muy diferentes y distantes de los focos difusores.

Para amortiguar el efecto, se utilizan los equipos de modo que aquellos que menor concentración remanente presentan, se colocan en las posiciones de menor contaminación. No obstante, todo acaba introduciendo un conjunto incertidumbres respecto a los valores definidos para la concentración de fondo.

Se incluye un ejemplo respecto a las incertidumbres para explicar el alcance de lo indicado. En el se muestran los valores del lavado obtenidos por el laboratorio de Pirenarium, en los equipos de sedimentables, durante la campaña de agosto-2021 en Sabiñánigo, y frente a ellos se incluye los datos de muestras determinadas por el laboratorio externo IPROMA en esa muestra (CS-6/CS-9 IPROMA frente CS-6/CS-9 Pirenarium).

Observando cómo en la determinación del agua de lavado de los equipos (toma de blancos determinada en el laboratorio Pirenarium) se detecta la presencia de una masa en la fracción soluble de isómeros de HCH (de 5,8 µg/L en el caso del CS-6 y 8,66 µg/L en el caso del CS-9). Es reseñable que en la mayoría de los muestreos no se detecta masa apreciable en las partículas insolubles sedimentables y sí solubles.

		02/08/21	02/08/21	02/08/21	02/08/21
OBSERVACIONES	UNID	AGUA LAVADO CS-6	AGUA LAVADO CAV-6	AGUA LAVADO CS-9	AGUA LAVADO CAV-9
HEXACLOROBENCENO	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
a-HCH	µg/l	3,98	1,64	5,85	1,47
b-HCH	µg/l	0,25	<0,02	0,34	7,27
g-HCH	µg/l	1,02	0,57	1,56	0,56
d-HCH	µg/l	0,41	0,78	0,69	0,38
e-HCH	µg/l	0,14	0,16	0,22	0,16
SUMA HCH	µg/l	5,80	3,15	8,66	9,84

**Tabla 25.** Resultados lavados de Captadores, blancos campaña agosto 2021

Utilizando la tabla de cálculo para partículas sedimentables (incluida a continuación. Fig.20 valoración de  $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{día}$ ) con la que se determinan los datos de especiación respecto al total de partículas captadas (Orden 10/08/76) según los valores de los boletines enviados por el laboratorio IPROMA, para partículas insolubles y solubles (ver Boletín de resultados en el Anexo I de Datos Analíticos de Aire/Suelos). Y si comparando los datos de partículas solubles determinados por el laboratorio externo, frente a los obtenidos por el laboratorio Pirenarium, del lavado de los equipos (agua destilada+metanol que ha solubilizado Lindano al limpiar el equipo captador). Las concentraciones son más altas que las determinadas según procedimiento acreditado del laboratorio externo. Introduciendo una incertidumbre elevada, señalando el grado de afección del propio equipo. Con  $1,74 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{día}$  en los valores de la muestra analizada por IPROMA, frente a los  $71,41 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{día}$  determinado considerando los resultados con el agua de lavado, determinado en el laboratorio Pirenarium. La fracción insoluble (N.D. no determinable,  $<0,04 \mu\text{g}/\text{muestra}$  como indica el laboratorio externo) se ha decido mantener igual en ambos casos.

Esto sólo es un ejemplo teniendo en cuenta los blancos del lavado del equipo, no se ha realizado análisis de la variación del analista, del método de uno u otro laboratorio, o la variación sobre una misma muestra repetida dentro de un mismo laboratorio. Ver figura 20. Observándose que en el caso de CS-9, ni siquiera se detecta masa apreciable de partículas totales en el captador, estando la concentración por debajo del límite de determinación ( $<6\text{mg}/\text{muestra}$ , estimándose en este caso para el cálculo que este es al menos de  $0,006\text{gr}$ ). Y detectando valores de  $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{día}$

CAPTADORES SEDIMENTABLES						
MUESTRAS LÍQUIDAS (Sedimentables) Orden 10/08/76						
MUESTRA	FILTRO	Peso Filtro (gr)	Estufa a 105 °C Peso Filtro + Sólidos (gr)	Sólidos en filtro (gr)	Operado por F=13,68 factor corrector del embudo de captación para extensión del resultado a mg/m2 día	
CS-6-0308				0,0069		
CS-9-0308			(*) n.d. ESTIMADO	0,0060		
				<b>13,68</b>		
LIQUIDOS			PARTE SOLUBLE DATOS BOLETÍN LAB. IPROMA PARA CÁLCULO ANÁLISI CS-6 / CS-9 (método CGM/019-a)		PARTE SOLUBLE DATOS DE BLANCOS DEL AGUA LAVADO LAB. PIRENARIUM PARA CÁLCULO CS-9 / CS-9	
UNID,	CS-6-0308	CS-9-0308	PARTE SOLUBLE		CS-6-1008	CS-9-0308
a-HCH	µg/L	<0,04	0,110		3,980	5,850
b-HCH	µg/L	<0,04	0,250		0,250	0,340
g-HCH	µg/L	<0,04	<0,04		1,020	1,560
d-HCH	µg/L	0,070	0,170		0,410	0,690
e-HCH	µg/L	0,050	<0,04		0,140	0,220
SUMA HCH	µg/L	<0,2	0,530		5,8	8,660
Volumen de agua destilada del lavado	l	0,9	0,88		0,9	0,88
FILTROS			PARTE INSOLUBLE DATOS BOLETÍN LAB. IPROMA PARA CÁLCULO PARTÍCULAS TOTALES CS-6 / CS-9 (método CGM/028-n)		LA PARTE INSOLUBLE SE INCLUYE LA DETERMINADA POR LAB. IPROMA CS-9 / CS-9 (método CGM/028-n)	
UNID,	CS-6-0308	CS-9-0308	PARTE INSOLUBLE		CS-6-1008	CS-9-0308
a-HCH	µg/muestra	<0,04	<0,04		<0,04	<0,04
b-HCH	µg/muestra	<0,04	<0,04		<0,04	<0,04
g-HCH	µg/muestra	<0,04	<0,04		<0,04	<0,04
d-HCH	µg/muestra	<0,04	<0,04		<0,04	<0,04
e-HCH	µg/muestra	<0,04	<0,04		<0,04	<0,04
SUMA HCH	µg/muestra	<0,20	<0,20		<0,20	<0,20
volumen de muestra extracto (l)						
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADORES DE PARTICULAS SEDIMENTABLES Orden 10/08/76						
Periodo de captación en días		1,00	1,00		1,00	1,00
Isómeros	UNID,	CS-6-0308	CS-9-0308		CS-6-1008	CS-9-0308
a-HCH	µg/m2 día	<0,04	1,324		49,002	70,425
b-HCH	µg/m2 día	<0,04	3,010		3,078	4,093
g-HCH	µg/m2 día	<0,04	<0,04		12,558	18,780
d-HCH	µg/m2 día	0,862	2,047		5,048	8,306
e-HCH	µg/m2 día	0,616	<0,04		1,724	2,648
SUMA HCH	µg/m2 día	1,477	6,380		71,410	104,253
Porcentaje de partículas HCH frente al total:	partículas totales µg/muestra	0,108	0,466		5,220	7,621
	Sólidos totales en filtro seco (µg)	6900	6000		6900	6000
	%	0,001565%	0,007773%		0,075652%	0,127013%

Figura 20. Tabla de resultados de análisis de incertidumbre con datos IPROMA vs aguas lavado CS

Se ha realizado el mismo análisis, en el caso de los captadores de alto volumen, con el agua del lavado de los equipos, detectándose la misma incertidumbre, en este caso se analiza el agua del lavado de los soportes del filtro limpio y del cabezal, con agua destilada y metanol. Estas aguas se analizan en el laboratorio Pirenarium, mostrando concentraciones de 3,15 µg/L en el caso de CAV-6 y 9,84 µg/L. Si utilizamos estos valores para el cálculo de

la masa en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , por cada captador. Se observa, cómo siendo los resultados determinados por el laboratorio externo acreditado  $<0,4 \mu\text{g}/\text{L}$  (por debajo del límite de detección); se obtiene ligera concentración en alguno de los isómeros, en CAV-6 y CAV-9, (cálculos realizados a partir de análisis del laboratorio de Pirenarium). Comprobando que las aguas de lavado de los filtros y soportes de PM10, tanto en CAV-6 ( $0,00018 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como en CAV-9 ( $0,0005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mantienen contaminación residual. Figura 21.

CAPTADORES ALTO VOLUMEN						
FILTROS DE MUESTREADOR CAPTADORES DE ALTO VOLUMEN						
MUESTRA	FILTRO	Peso Filtro (gr)	Estufa a 105 °C		Volumen total en muestreo( $\text{m}^3$ )	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Peso Filtro + Sólidos (gr)	Sólidos totales en filtro seco (gr)		
CAV 6	51632	0,9601	0,9720	0,0119	719,00	16,579
CAV 9	51635	0,9371	0,9462	0,0091	719,20	12,597
			CÁLCULO DE VALORES CON DATOS ANALÍTICOS DETERMINADOS POR LAB. IPROMA PARA EL CÁLCULO CAV-6/CAV-9 ESPECIACIÓN Y % FRENTE A TOTAL		CÁLCULO DE VALORES CON DATOS DE BLANCOS DEL AGUA LAVADO LAB. PIRENARIUM PARA CÁLCULO CAV-6/CAV-9 ESPECIACIÓN Y % FRENTE A TOTAL	
FILTROS	UNID,	CAV 6	CAV 9		CAV 6	CAV 9
a-HCH	$\mu\text{g}/\text{L}$	$<0,08$	$<0,08$		1,64	1,47
b-HCH	$\mu\text{g}/\text{L}$	$<0,08$	$<0,08$		$<0,02$	7,27
g-HCH	$\mu\text{g}/\text{L}$	$<0,08$	$<0,08$		0,57	0,56
d-HCH	$\mu\text{g}/\text{L}$	$<0,08$	$<0,08$		0,78	0,38
e-HCH	$\mu\text{g}/\text{L}$	$<0,08$	$<0,08$		0,16	0,16
SUMA HCH	$\mu\text{g}/\text{L}$	$<0,4$	$<0,4$		3,15	9,84
Volumen extracto para análisis	(l)				0,04	0,04
Volumen aire filtro	$\text{m}^3$	719,00	719,20		719,00	719,20
Duración del ciclo (día)	días	1,00	1,00		1,00	1,00
Contenido en partículas $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
(*) dado que se han encontrado concentraciones por debajo del límite de cuantificación no se considera el valor obtenido $<0,1 \mu\text{g}$ , para el cálculo de cantidad de partículas por metro cúbico de aire	UNID,	CAV 6	CAV 9		CAV 6	CAV 9
	a-HCH	$<0,08$	$<0,08$		0,000091	0,000082
	b-HCH	$<0,08$	$<0,08$		$<0,02$	0,000404
	g-HCH	$<0,08$	$<0,08$		0,000032	0,000031
	d-HCH	$<0,08$	$<0,08$		0,000043	0,000021
	e-HCH	$<0,08$	$<0,08$		0,000009	0,000009
SUMA HCH $\mu\text{g}/\text{m}^3$		$<0,4$	$<0,4$		0,00018	0,0005
Porcentaje de partículas HCH frente al total:	partículas totales de HCH en muestra ( $\mu\text{g}$ )	No detectable	No detectable		0,12600	0,39360
	Sólidos totales en filtro seco ( $\mu\text{g}$ )	11920	9060		11920	9060
	%	No detectable	No detectable		0,001057%	0,004344%

**Figura 21.** Tabla de resultados de análisis de incertidumbre con datos IPROMA vs aguas lavado CAV

Se debe señalar, que para disminuir la incertidumbre y el error acumulado con la utilización de los equipos en el laboratorio de Pirenarium (Sabiñánigo) se actúa:

- Según procedimiento de análisis se disponen los filtros en los mismos dispositivos siempre para realizar la extracción en cada campaña, con la realización de blancos por posición.
- La operativa de determinación de la concentración de partículas de aire y sedimentables, ahora se realiza en una zona limpia, separada y aislada de otros trabajos que se realizan en el laboratorio con muestras y análisis con concentraciones más elevadas. (Separación en “zonas sucia” y “zona limpia”)

- No obstante se considera recomendable disponer de cabezales PM10 de alto volumen (incluso varios de 2,5 micrones para valoración de este tipo de partículas), así como de embudos para captación de partículas sedimentables en exclusiva y para cada punto y posición a caracterizar, tanto en Sabiñánigo como en Bailín. Estos equipos de nueva adquisición permitirían la caracterización única y la eliminación de posibles concentraciones residuales tras la limpieza de los equipos, aminorando las incertidumbres. Incluso guardarlos protegidos en cada emplazamiento, no siendo trasladados en cada campaña, eliminando así la posible contaminación cruzada en el traslado.
- Parte de los equipos se adquirieron según la anterior norma UNE-EN 12341 y UNE-EN 14907, disponiendo en el momento de redactar esta memoria (enero-2022) de tres nuevos equipos con cabezales PM-10 y PM2,5, según UNE-EN 12341:2015, por tanto se disminuirán las incertidumbres, pudiendo si se desea disponer de datos comparados respecto a equipos de referencia, aplicar análisis según “*Guía para los estados miembros sobre medidas de PM10 e intercomparación con el método de referencia*”. Pudiendo a su vez obtener valores de correlación, según posición geográfica y equipos de referencia, que permitan la valoración de las campañas ejecutadas y las futuras programadas.
- Por el momento se continua con el trabajo de caracterización de los valores de fondo por campañas mensuales y posiciones, seleccionando la posición CAP-9 / CAP-8 Y CAP-10 para emplazamiento fijo de los nuevos captadores.

Respecto a las incidencias y los datos desestimados por fallos de equipo o de manipulación en 2021, no se valoran para el cálculo estadístico y su análisis los datos de:

- **En el caso de Bailín:**

Datos descartados para el análisis estadístico y valoración de resultados Bailín-2021			
CAMPAÑA	FECHAS	MUESTRAS	CAUSAS
FEBRERO	Campaña 15/02 a 16/02	Los 5 SEDIMENTABLES "CS"	Manipulación envases (rotura)
MARZO	Campaña 10/03 a 11/03	CAV-2	Fallo alimentación eléctrica captador
JUNIO	Campaña 08/06 a 09/06	CAV-2	Fallo alimentación eléctrica captador
AGOSTO	Campaña 10/08 a 11/08	CAV-5	Fallo alimentación eléctrica captador
SEPTIEMBRE	Campaña 22/9 a 23/09	CAV-3	Fallo placa escada Captador
OCTUBRE	Campaña 11/50 a 12/40	CAV-3 / CAV-4	Fallo placa escada Captador-3 / Corte Alimentación CAV-4

**Tabla 26.** Datos desestimados para cálculos y valoración estadística en Bailín 2021

- **En el caso de Sabiñánigo**

Datos descartados para el análisis estadístico y valoración de resultados Sabiñánigo-2021			
CAMPAÑA	FECHAS	MUESTRAS	CAUSAS
FEBRERO	Campaña 15/02 a 16/02	Sedimentable "CS-8"	Manipulación envases (rotura)
SEPTIEMBRE	Campaña 22/9 a 23/09	CAV-6	Fallo placa escada Captador
OCTUBRE	Campaña 11/50 a 12/40	CAV-6	Fallo placa escada Captador

**Tabla 27.** Datos desestimados para cálculos y valoración estadística en Sabiñánigo 2021

### 6.2.3 Resultados obtenidos en las campañas realizadas en Bailín:

A continuación se indican los periodos y distribución de las campañas, así como los resultados básicos obtenidos, en las páginas siguientes:

Campañas en los puntos de BAILIN AÑO 2021			
	INICIO	FINAL	TOTAL DÍAS
Campaña 1	18-1-21 11:20	20-1-21 12:30	2
Campaña 2	15-2-21 12:40	16-2-21 13:40	1
Campaña 3	10-3-21 12:20	11-3-21 11:10	1
Campaña 4	13-4-21 13:00	14-4-21 13:50	1
Campaña 5	11-5-21 11:20	12-5-21 12:10	1
Campaña 6	8-6-21 11:30	9-6-21 12:10	1
Campaña 7	13-7-21 11:20	14-7-21 13:20	1
Campaña 8	10-8-21 10:20	11-8-21 11:40	1
Campaña 9	22-9-21 11:50	23-9-21 13:50	1
Campaña 10	7-10-21 11:40	8-10-21 12:40	1
Campaña 11	NO SE REALIZA	NO SE REALIZA	
Campaña 12	20-12-21 12:20	21-12-21 12:30	1

Tabla 28. Periodos de campañas y duración CAV/CS en Bailín 2021

Ubicación de los puntos de captación según vientos principales REFERENCIA CAPTADORES EN BAILIN CON FOCO DEL ANTIGUO VERTEDERO					
REFERENCIA dirección grados medido sentido agujas reloj	CAV-1 OESTE CELDA DESMANTELADA	CAV-2 NORNOROESTE CELDA DESMANTELADA	CAV-3 VRINPL	CAV-4 SUR CELDA DESMANTELADA	CAV-5 OESTE CELDA DESMANTELADA (OFICINA)
	270 - 292,5	315 - 337,5	112,5 - 90	202,5-225	292,5 - 315

Tabla 29. Tabla de distribución de emplazamiento de Captadores Bailín

## Campaña 1

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2	CAV-3	CAV-4	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	1,9522	0,5994	0,1255	0,3175	0,1865

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,149	0,023	0,014	0,016	0,014

Análisis realizados en las posiciones históricas y en campaña de 48 horas de duración

## Campaña 2

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO IPROMA					
ISOMEROS	CAV-1	CAV-2	CAV-3	CAV-4 (*)	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO IPROMA					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4 8*)	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)					

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO IPROMA					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,050	<0,05	<0,05	0,089	<0,05

Se realizan 3 campañas adicionales el 03/02/2021, el 11/02/2021 y el 23/02/2021 de 24 horas en la posición CAV-4/CS-4/MS-4

## Campaña 3

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2 (**)	CAV-3	CAV-4 (*)	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,0000086		<0,1	0,0000098	0,0000201

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4 (*)	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	1,0373	1,8078	1,5896	2,4519	1,2432

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,004	0,010	0,005	0,484	0,008

(\*) Se realizan 3 campañas adicionales el 03/03/2021, el 23/03/2021 y el 30/03/2021 de 24 horas en la posición CAV-4/CS-4. (\*\*) Fallo eléctrico en el CAV-2 durante el muestreo, se desestima muestra.

### Campaña 4

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2	CAV-3	CAV-4 (*)	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4 (*)	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	1,9152	1,4682	0,5025	2,1376	0,8643
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,181	0,001	0,001	0,276	0,026

Se realizan 3 campañas adicionales el 07/04/2021, el 19/04/2021 y el 27/04/2021 de 24 horas en la posición CAV-4/CS-4

### Campaña 5

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2	CAV-3	CAV-4 (*)	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	6,22348E-06	<0,1	2,26116E-06	<0,1
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4 (*)	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	1,7382	1,1745	0,6030	0,3616	0,5062
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,209	0,006	0,001	0,002	0,005

Se realizan 1 campaña adicional el 03/05/2021 de 24 horas en las posiciones CAV-4/CS-4

### Campaña 6

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LAB. PIRENARIUM					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2 (*)	CAV-3	CAV-4	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	2,6828	1,7500	1,7737	1,1892	1,4895
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,128	0,004	0,002	0,002	0,003

(\*) Se desestima para análisis la muestra CAV-2 sólo dos horas de funcionamiento por fallo alimentación eléctrica

## Campaña 7

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO IPROMA					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2	CAV-3	CAV-4	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO IPROMA					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	2,1140	1,4926	1,2972	0,8062	0,9311
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO IPROMA					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,075	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

## Campaña 8

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10)					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2	CAV-3	CAV-4	CAV-5 (*)
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS)					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	1,817	1,636	1,379	1,007	5,237
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,175	0,005	0,003	0,056	0,033

(\*) Se desestima para análisis la muestra CAV-5 sólo estuvo tres horas de funcionamiento por fallo alimentación eléctrica

## Campaña 9

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO IPROMA					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2	CAV-3 (*)	CAV-4	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,4	<0,4		<0,4	<0,4
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO IPROMA					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	6,888	6,399	6,387	6,586	6,230
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO IPROMA					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

(\*) Rotura CAV-3, fallo equipo

## Campaña 10

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2	CAV-3 (*)	CAV-4 (*)	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1			<0,1
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	8,2605	1,7097	13,0537	1,0665	0,6539
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,456	0,048	0,001	0,000	0,003

(\*) Rotura CAV-3 reparación equipo. Desconexión de CAV-4, ciclo de 1h15`

## CAMPAÑA 12

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	CAV-1	CAV-2	CAV-3	CAV-4	CAV-5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	4,83E-06	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	0,3741	0,3885	<0,1	<0,1	<0,1
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,005	0,006	0,002	0,002	0,005

Del análisis de los resultados de las campañas mensuales, se comprueba que ninguna muestra de material grueso sedimentable (CS), supera el valor considerado como límite de referencia por parte de Gobierno de Aragón de **60  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día en partículas sedimentables (CS)**. Tampoco se supera el valor estimado de seguridad por Gobierno de Aragón para las partículas de los captadores de Alto Volumen (CAV) estimado en **1,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  media diaria por isómero de HCH de PM10**. Tampoco se detectó superación de masa de partículas PM10, según el umbral indicado en el RD 102/2011 relativo a la mejora de calidad del aire (< 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Se incluye una tabla resumen, síntesis de los datos principales recabados:

Variable Estadística Básica 2021	CAV/CS	CAPTADORES
promedio CAV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,91E-06	CAV-BAILIN
promedio CS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	2,1311	CS- BAILIN
maximo CAV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,15E-05	CAV-4 FEBRERO (campaña 03/02 a 04/02) Posición GRIMM-1 E.T. Residuos Peligrosos de Bailín. Campaña adicional de contraste GRIMM-1
Maximo CS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	13,0537	CS-3 OCTUBRE (07 a 08 –octubre-2021) Posición Vertedero de Industriales no Peligrosos
desviacion estandar CAV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5,23E-06	DISPERSIÓN DE VALORES RESPECTO AL VALOR PROMEDIO
desviacion estandar CS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	2,43	
Percentil 98 CAV	1,85E-05	VALORES POR DEBAJO DEL CUAL SE SITÚA EL 98% DE LA MUESTRA
Percentil 98 CS	7,99E+00	

**Tabla 30.** Síntesis Estadístico Captadores CAV/CS en Bailín 2021

**La concentración más alta de partículas PM10** se obtiene en la posición del CAV-4, partículas PM10 (de 10  $\mu\text{m}$ ), en el mes de febrero, con una masa total de PM10 de 5,18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y una masa especiada de suma de HCH de  $3,15 \cdot 10^{-05} \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el captador contiguo y correspondiente a sedimentables (>10  $\mu\text{m}$ , CS-4), registró un peso total de partículas solubles+insolubles fue de 0,1 mg (100 microgramos), con un valor de masa especiada de HCH de 1,502  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día (esta era una campaña complementaria de 03/02 a 04/02 de valoración el GRIMM-1)

La actuación especial, que se identifica, aunque no es correlativa en la fecha exacta del día de campaña, es la de limpiezas de cunetas, podas y desaterrado de viales, realizada en días no consecutivos de febrero. Y que pudo generar dispersión particulada. Pero se señala también la proximidad al vaso desmantelado, que es fuente de material particulado también. Siendo los resultados de la masa del captador de partículas gruesas, bajo respecto a otras campañas, en las cuales no había actividad. Ver tabla síntesis a continuación.

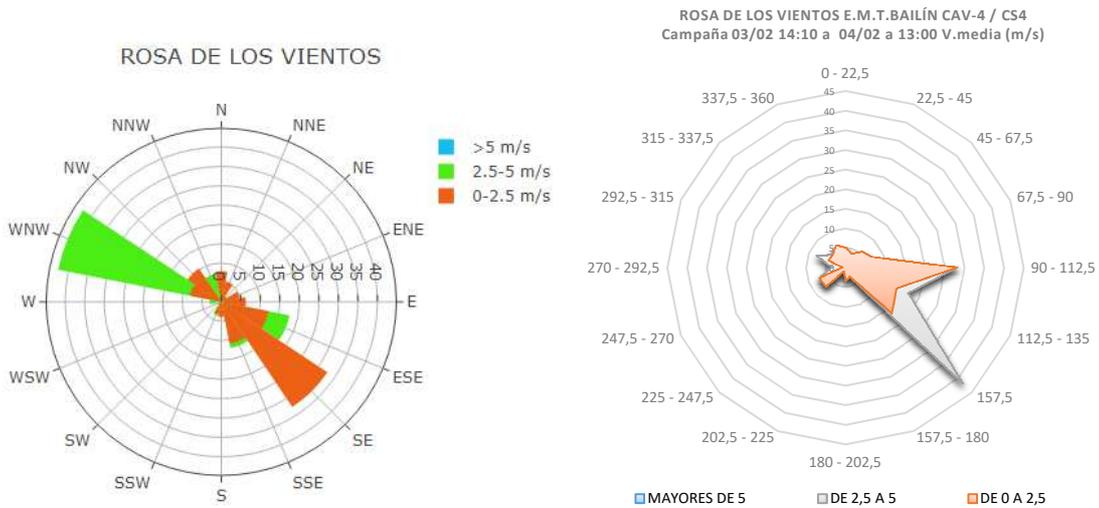
Espección Campaña Febrero 03/02 a 04/02	CAV 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CS-4 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	Pm 10 GRIMM-1	1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
a-HCH	1,58E-05	8,26E-01	Gravimetrico CAV-4 (PM10)	5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
b-HCH	<0,02	6,60E-01		
g-HCH	<0,02	<0,02		
d-HCH	1,58E-05	1,72E-02		
e-HCH	<0,02	<0,02		
SUMA HCH	3,152E-05	1,503E+00		

**Tabla 31.** Síntesis de resultados y datos espección máximo CAV en Bailín 2021

Los vientos principales fueron entre 90°-150°, entre las 17:00 h del día 03/02 a 7 AM del día 04/02. El captador PM10, respecto al viento, se situaba a barlovento de los flujos principales de ese día (hacia donde iba el viento), y antes del vertedero desmantelado.

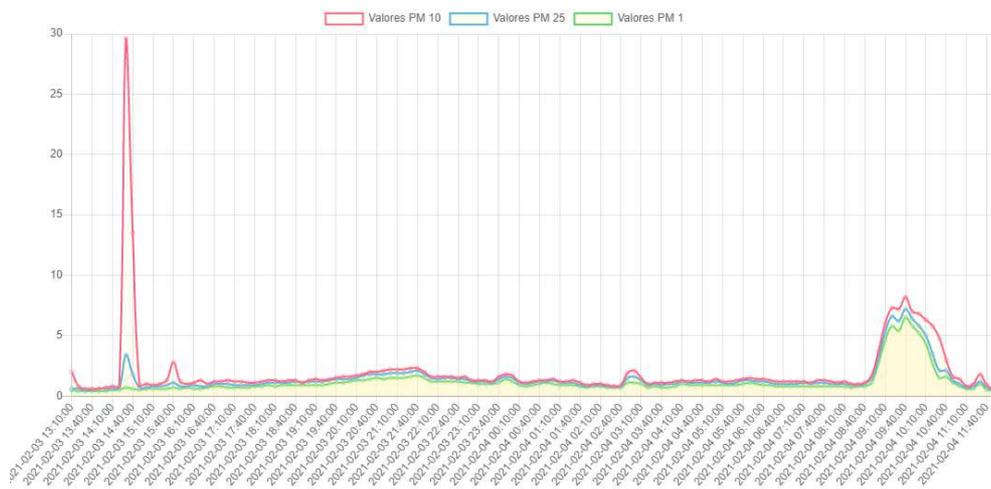
Esta dirección tuvo una intensidad relativa de baja-calma, con  $V_{media} = 1,4$  m/s y rachas diezminutales máximas de 4 a 7 m/s en sentido hacia el captador, y rachas diezminutales máximas de 7,5 m/s. El vaso desmantelado se sitúa flujo abajo (a sotavento). Los vientos de mañana de NNW, no fueron importante y mayoritariamente son calmas, con intensidades medias < 1,4 m/s y rachas máximas entre 2,5 a 5 m/s, actuando entre las 14:00 a 17:00 principalmente del día 03/02, las rachas máximas no superaron los 5,5 m/s.

La suspensión del material que había, en relación a las actividades que se realizaban, se detectó como un pequeño pico diezminutal que alcanzó los 29,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM10 a las 14:30 UTC GRIMM-1 (15:30 local). Sin embargo el valor medio para toda la campaña (24 horas) fue de 1,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (medición del GRIMM), frente a la masa total de partículas del Captador CAV-4 que fue de 5,10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Se incluye la Fig.22, con las rosas de los vientos de la Estación meteorológica del GRIMM-1 (izq) y la de la Estación Meteorológica de Bailín (drch. de todo el emplazamiento).



**Figura 22.** Gráficos de Rosa de los Vientos GRIMM-1 (izqd) y E.M.T Bailín (drcha)

En la Figura 23, se muestra el pico indicado y cómo no se ha superado en las 24 horas de campaña el valor de referencia de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  día. Las horas proyectadas son hora solar de la campaña de 13:10 a 12:00 coincidente con la Gravimetría de la campaña realizada con el CAV-4/CS-4, del 03/02 a 04/02 hora local 14:10 a 13:00.



**Figura 23.** Campaña 03/02 a 04/02 medido en GRIMM-1 concentración PM10v tiempo diezminutal

**La concentración más alta de partículas sedimentables (CS)** Se registró en la campaña de octubre-2021 de 07/10 a 08/10 de 11:40 a 12:40 en el captador CS-3 con una concentración 13,05  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día y un peso total de partículas de 1 mg (1000 microgramos). El punto se sitúa al este del emplazamiento, y al norte del Vertedero de Industriales no peligrosos. No se dispone de los valores correspondientes de CAV-3, por rotura del equipo (no se muestreo). Si se tomó la muestra correspondiente de suelos MS-3 (0,0006 mg/kg) que no presentó afección reseñable; situándose en los valores históricos y normales, inferiores a 0,1 mg/kg.

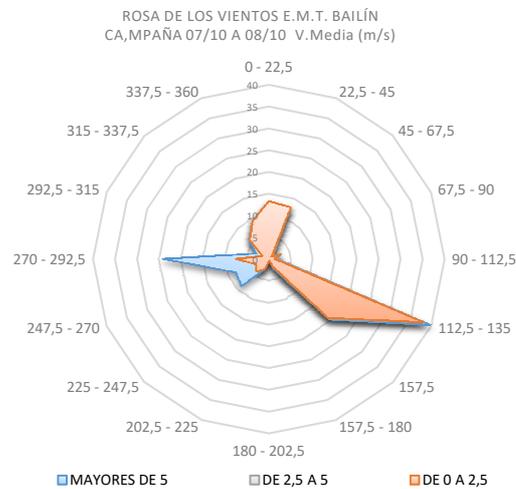
Consideramos que la masa de partículas gruesas que se registró y la consiguiente especiación (13,05  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día) se deba a las actuaciones para reimpermeabilización de la Celda de Industriales no Peligrosos (incendiada durante el verano), siendo causa suficiente el tráfico y movimiento de tierras que se realizó para reexcavado de las zanjas de anclaje, reubicación necesaria de los residuos, durante la reparación, y recolocación de residuos tras la reparación. Esto justificaría la resuspensión de material granular y particulado y su resedimentación posterior. Aún así el valor se sitúa por debajo de los 60  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día considerados de referencia.

Periodo de captación en días (0,98)		07/10/2021 11:40 a 08/10/2021 12:40:00	MS-3
Isómeros	UNID,	CS-3-0810	0,000617 mg/kg 0,16 $\mu\text{g}/\text{kg}$
a-HCH	$\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	1,18670	Masa Total CS-3 1 mg
b-HCH	$\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	<0,02	
g-HCH	$\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	6,05216	
d-HCH	$\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	3,91611	
e-HCH	$\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	1,89872	
SUMA HCH	$\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	13,0537	
Porcentaje de partículas HCH frente al total:	partículas totales $\mu\text{g}/\text{muestra}$	0,935	
	Sólidos totales en filtro seco ( $\mu\text{g}$ )	1000,0000	
	%	0,093500%	

**Tabla 32.** Síntesis de resultados y datos especiación máximo CS en Bailín 2021

Las medidas en el resto de captadores de sedimentables no fueron significativamente altas, la mayor de las otras cuatro fue CS-1, con 8,62  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día. Situada a más distancia y protegida de la influencia de la zona de trabajos respecto a las partículas gruesas. En el resto de puntos se obtuvieron valores inferiores a 1,7  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día. El volumen de partículas PM10 totales en suspensión no superó los 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , estando todas las mediciones de los captadores por debajo del Límite de detección PM10 < 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Aspectos que apoyan a la

proximidad de los trabajos en el vaso de R.Industriales no Peligrosos, como la causa principal.



**Figura 24.** Rosas de los vientos E.M.T GRIMM-1-07/10 a 08/10-campaña Maximo Anual "CS-3"

Los vientos en esta campaña se registraron de mañana (de 11:40 AM a 17:00 del día 07/10) entre 270º-290º con intensidad inferior a 1,7 m/s de velocidad media y rachas máximas (diezminutales) de 3,5 a 4,9 m/s. Con vientos de tarde y noche de 100º a 150º (SE) con velocidades medias menores de 1 m/s (calma) y rachas máximas diezminutales de 3,3 a 4,9 m/s de 17:00 a 7:00 AM del día 08/10. Aún no siendo vientos considerados importantes para la movilidad de partículas gruesas, la disponibilidad de material suelto por los trabajos y la proximidad de la Celda de Industriales no peligrosos, pudo influir para alcanzar la concentración indicada 13,05 µg/m<sup>2</sup> día. Que no se corresponde con la concentración de suelos (escasa o inexistente), ni de PM10, ni tampoco con el resto de captadores.

### **Aspectos generales:**

Los captadores situados en las direcciones a sotavento de los flujos (con el foco, del vaso desmantelado interpuesto) suelen presentar mayor concentración que a barlovento. Aunque, sin una correspondencia sistemática, al haber zonas con afecciones históricas que actúan como focos difusos. Los vientos sí son recurrentes, con flujos del oeste hacia el este de mañana y de este hacia oeste de tarde y en periodo nocturno.

La disponibilidad de material bien desde el vaso desmantelado u otros puntos, puede generar resuspensión fácil con brisas o vientos moderados o flojos, dando lugar a masa en los captadores, simplemente por la propia disponibilidad. Siendo el captador más próximo a la actividad desarrollada, el que más masa de sedimentables ha presentado, como la

campaña de febrero (desaterrado de cunetas, limpiezas y podas en la E.T. Transferencia de Residuos o la reimpermeabilización del vaso de industriales no peligrosos).

Ningún valor ha superado los umbrales estimados por Gobierno de Aragón respecto al límite de especiación de partículas sedimentables ( $60 \mu\text{g m}^2/\text{día}$ ), ni de especiación por isómero en el caso de Alto Volumen, PM10 ( $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Sumatorio de isómeros), en el emplazamiento de Bailín, según las campañas realizadas. Tampoco se ha alcanzado el valor de partículas PM10 totales ( $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

En relación a los umbrales que están en estudio para partículas PM10, PM2,5 y su especiación (suma de isómeros de HCH), frente a futuras actuaciones para desmantelamiento de Inquinosa, por la demolición y movilización de materiales con residuos y/o trabajos de descontaminación, en el caso de la vigilancia de la calidad del aire, se observa:

De las 22 campañas realizadas de PM<sub>10</sub>, se detecta en dos de ellas, un valor de concentración de PM10 de  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en febrero (de 23/02 a 24/02) y otro de  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en marzo (de 03/03 a 04/03). Esta ligera superación del umbral (en estudio, con el valor considerado de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , media diaria). Se considera pueda estar en relación con los trabajos de limpieza, desaterrado de cunetas y podas de limpiezas y/o a intrusión de partículas de modo externo (“intrusión sahariana”, informada).

Para los de especiación complementaria de suma de isómeros de HCH en inmisión y según el valor de no superación de  $5,6 \times 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  de HCH en inmisión;  $0,000056 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y que supondría la parada de actividades (Proyecto en revisión de demolición de Inquinosa), no se ha detectado ningún incumplimiento de masa total de PM10 en las 22 campañas realizadas.

En síntesis, los trabajos y actuaciones realizadas que han podido influir en la movilización de material particulado, son:

- Las limpiezas, desaterrados, podas realizada en febrero, se considera ha podido influir en el registro de valores en el CAV-4 (E.T. Residuos peligrosos de Bailín) de forma puntual, no en el resto de puntos. Siendo la propia celda desmantelada un foco difuso de aporte permanente.
- Otras actuaciones realizadas durante el año, pero que no tienen reflejo en las concentraciones detectadas en los captadores son la reposición del aglomerado asfáltico del vial, con la reposición de la capa de zahorras en agosto de 2021.

- La reeimpermeabilización del vaso con movimientos de reubicación y movimiento de los residuos, excavado de zanjas y recolocación y sustitución de láminas deterioradas del Vaso de Industriales no Peligrosos, de septiembre a octubre de 2021.

No hay una correlación directa, entre captadores de partículas gruesas (sedimentables) y partículas PM10. Llamando la atención que en una misma campaña no se detecte registro de partículas PM10 ni concentración reseñable en suelos y sí concentración de partículas sedimentables. La detección de masa puede producirse incluso con vientos considerados calmas o flojos.

Se debe apuntar, respecto a las determinaciones del laboratorio IPROMA, que los datos obtenidos en las muestras de los captadores de sedimentables (CS, se menciona septiembre como ejemplo), nunca registran masa en la parte insoluble, si bien en la parte soluble siempre hay valores reseñables. Aspecto que introduce incertidumbre respecto a la contaminación residual del equipo. Si estos valores se trasladan a los cálculos para evaluar la contaminación, siempre se detectan valores reseñables, aún no habiendo masa insoluble.

Ambos laboratorios (el externo de IPROMA y el interno de Pirenarium) detectan masa medible e isómeros de HCH en las muestras sedimentables. No coincide en el caso de PM10, donde el laboratorio externo IPROMA no detecta masa por encima del límite de determinación. La masa detectada siempre es más alta en el laboratorio Pirenarium. La incertidumbre se plantea al considerar que la contaminación sea de los equipos de sedimentables y los portafiltros de PM10, a los que se les hace limpieza y blancos en Pirenarium.

**El valor de fondo especiado para PM10 en 2021 se situaría en media en  $1,9 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en  $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^2$  día para las partículas sedimentables.** Siendo el valor medio anual en masa para las gravimetrías de PM10 de  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  según medidor continuo GRIMM-1) y la masa total media de sedimentables se situaría entorno a los 2,15 mg.

Se incluyen los gráficos por posición con las concentraciones de ambos captadores (alto volumen y partículas sedimentables) durante las 11 campañas rutinarias.

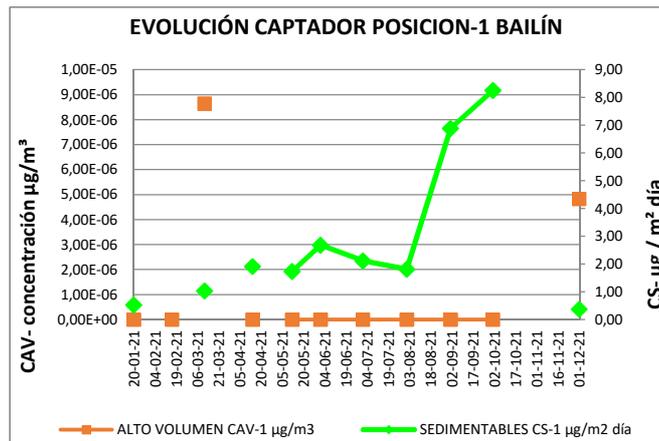


Figura 25. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-1 Bailín"

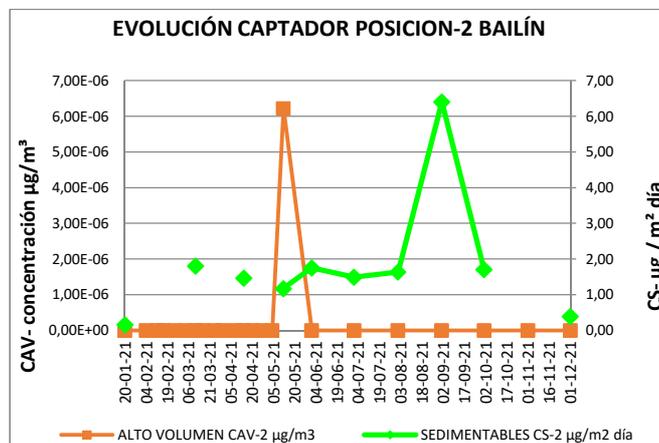


Figura 26. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-2 Bailín"

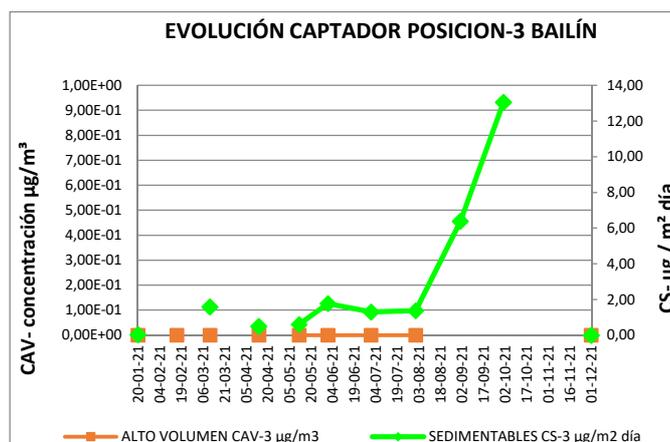


Figura 27. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-3 Bailín"

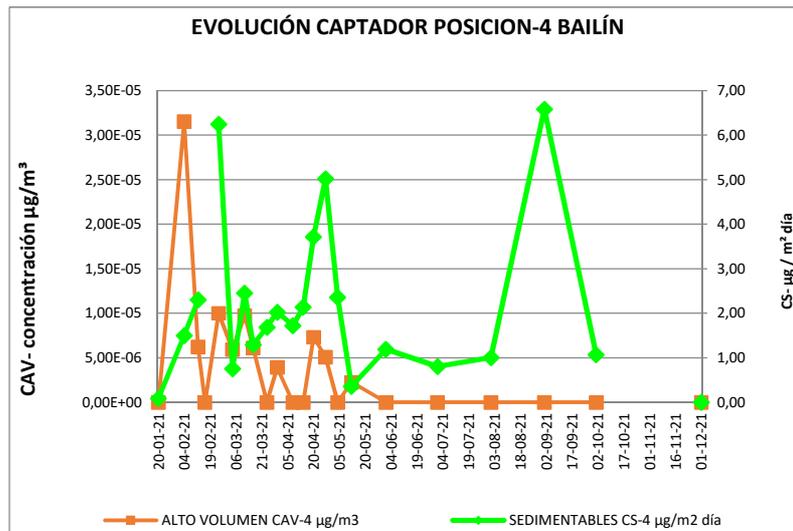


Figura 28. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-4 Bailín”

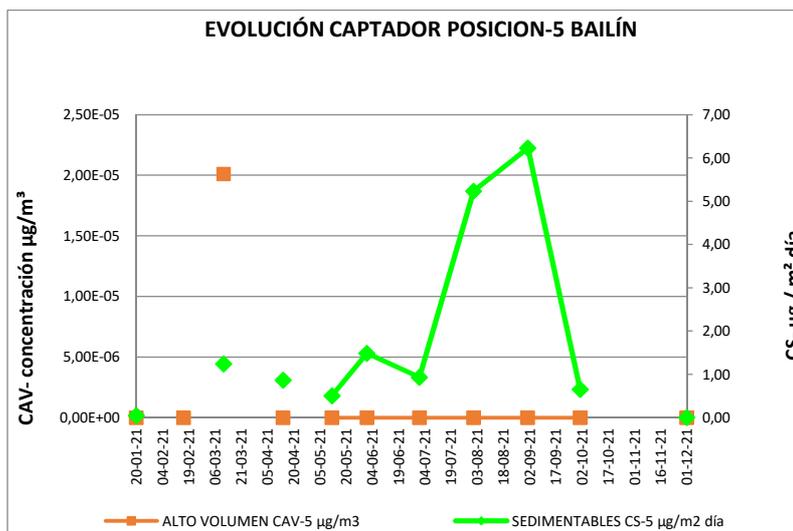


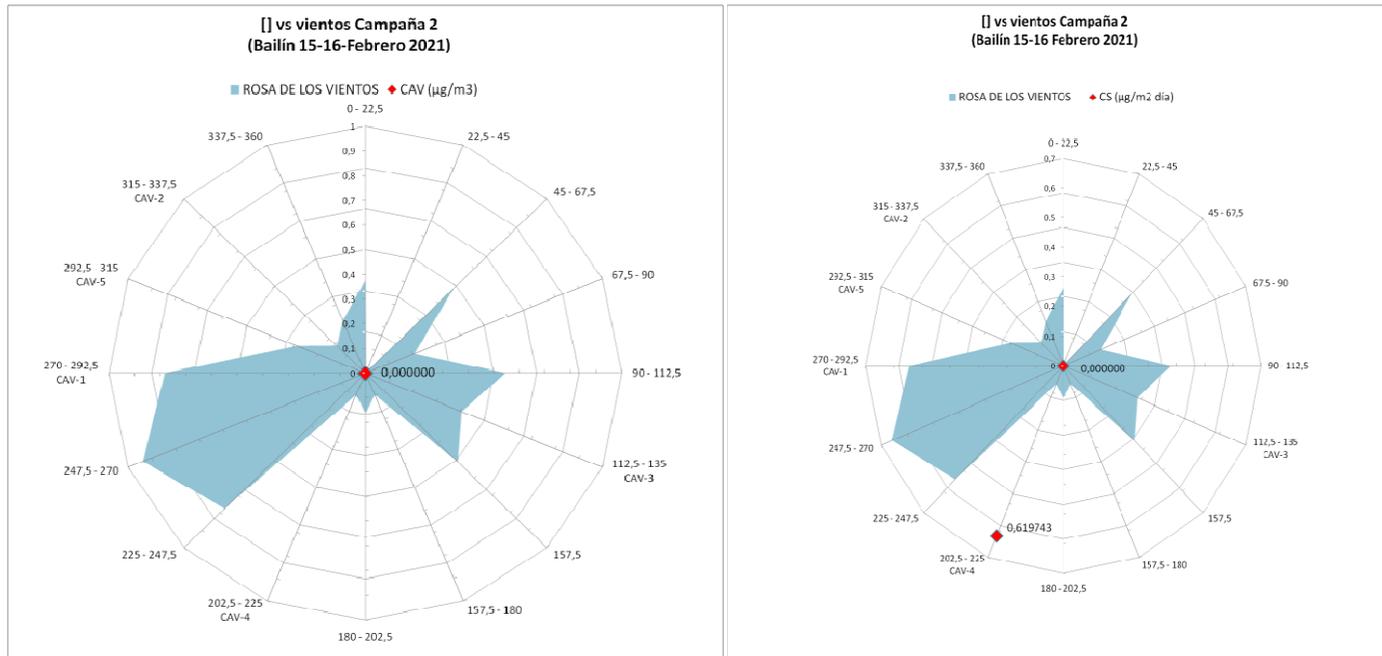
Figura 29. Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-5 Bailín”

Se ha dibujado la rosa de los vientos de cada campaña rutinaria, para los once meses evaluados, proyectados según la dirección en la que están emplazados, lo que facilita la comprobación de la correlación de la masa obtenida, los flujos y direcciones principales en cada campaña. Para cada muestreo se incluye la tabla de datos con las muestras de suelos de los primeros cinco centímetros superficiales y contiguos a cada captador. Las direcciones e intensidades medias han sido habituales en el emplazamiento de Bailín, con moderada a baja correlación con los vientos.



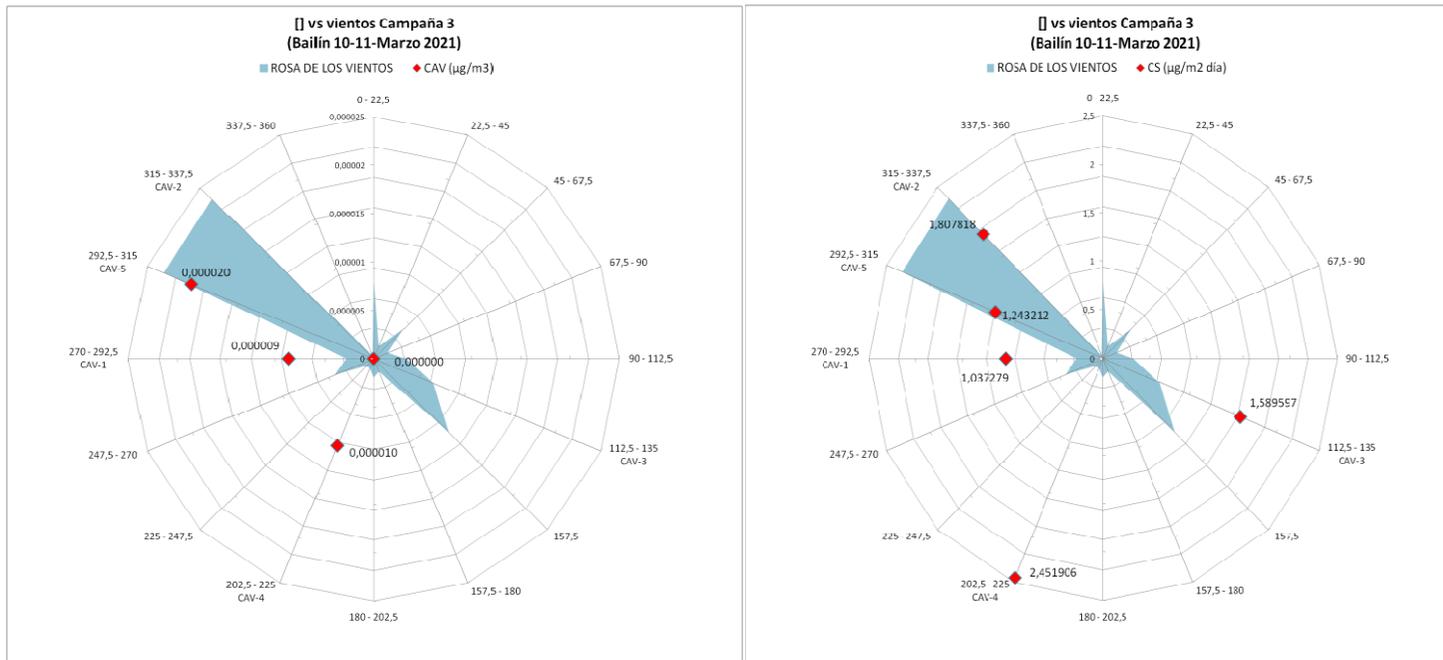
ANÁLISIS SUELOS laboratorio PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,149	0,023	0,014	0,016	0,014

Figura 30. Campaña 1 (18-20 enero 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



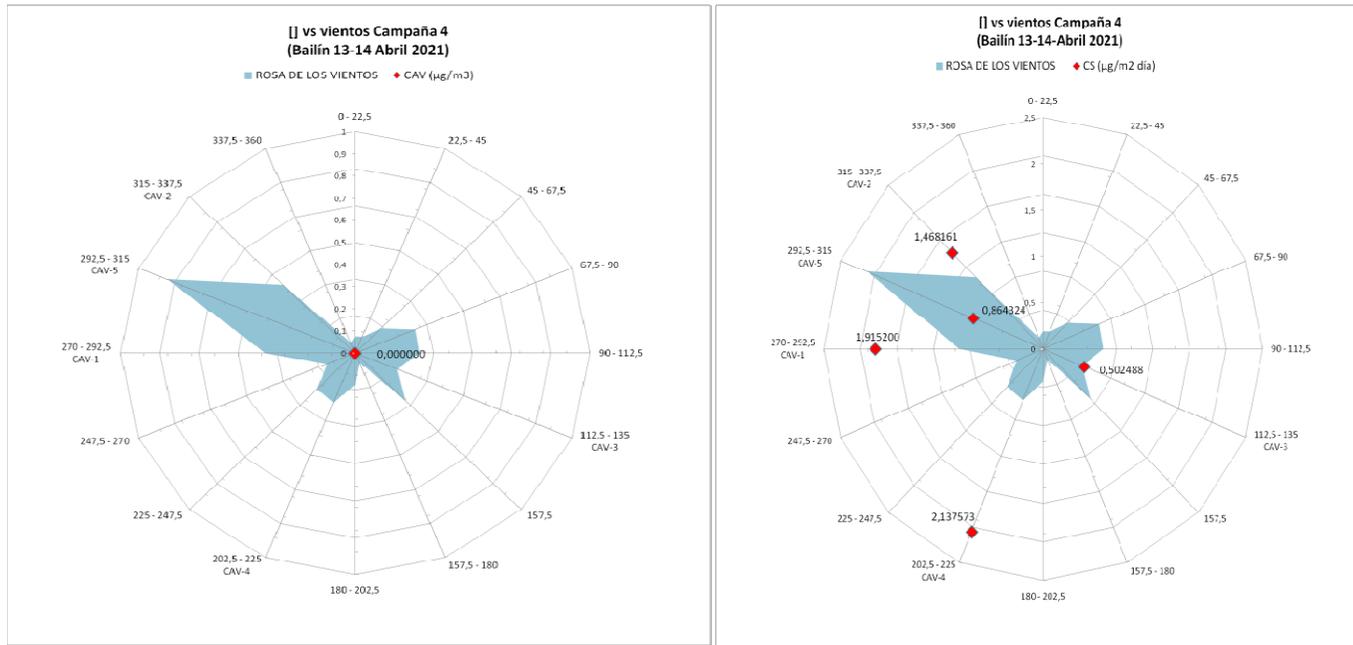
ANÁLISIS SUELOS Laboratorio IPROMA					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,05	<0,05	<0,05	0,089	<0,05

Figura 31. Campaña 2 (15-16 febrero 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



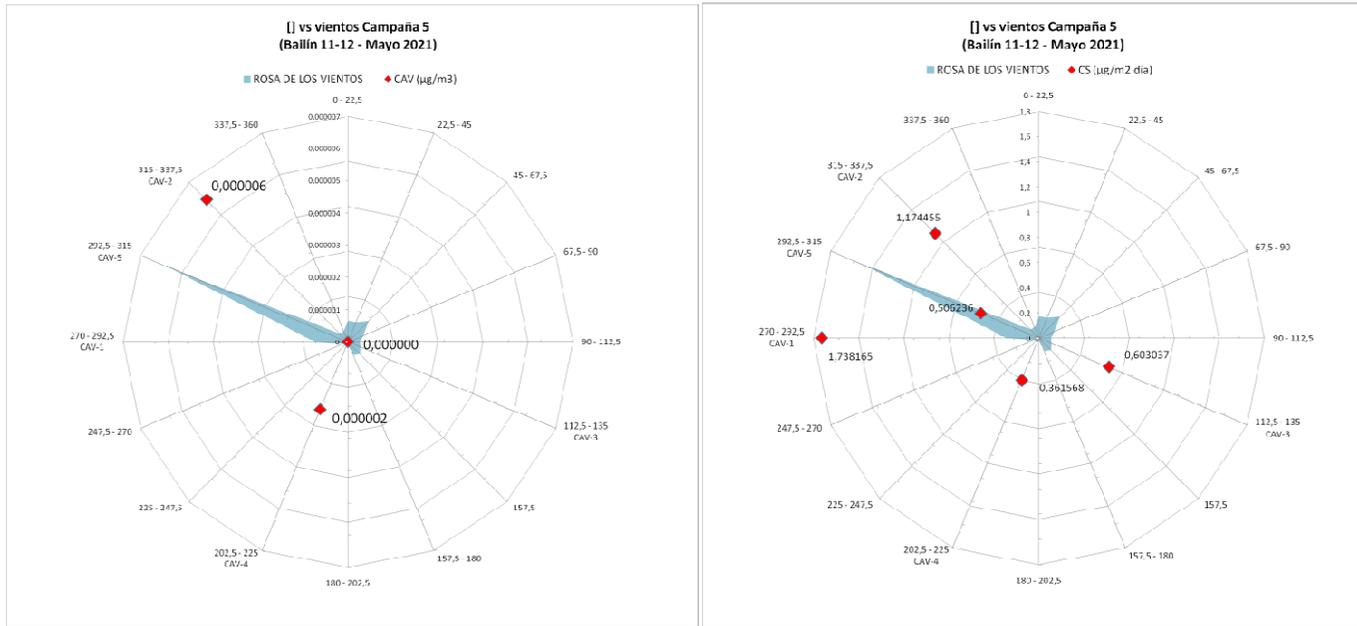
ANÁLISIS SUELOS laboratorio PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,004	0,010	0,005	0,484	0,008

Figura 32. Campaña 3 (10-11 marzo 2021), BAILÍN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



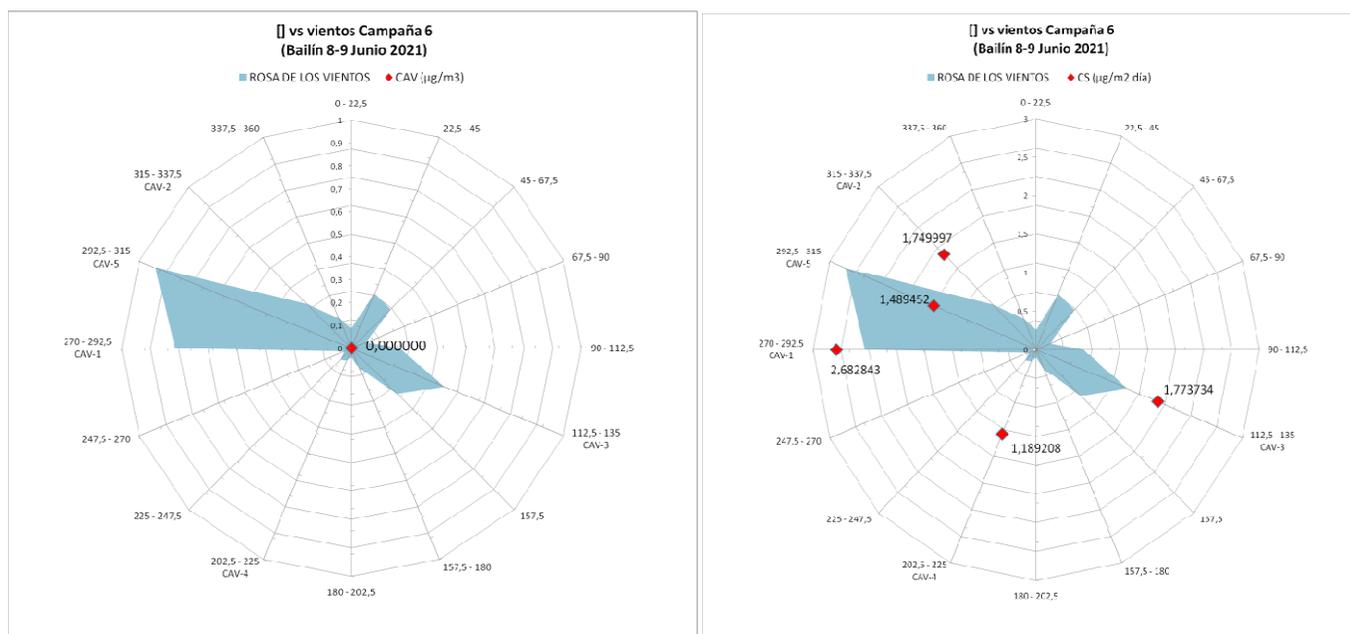
ANÁLISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,181	0,001	0,001	0,276	0,026

Figura 33. Campaña 4 (13-14 abril 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



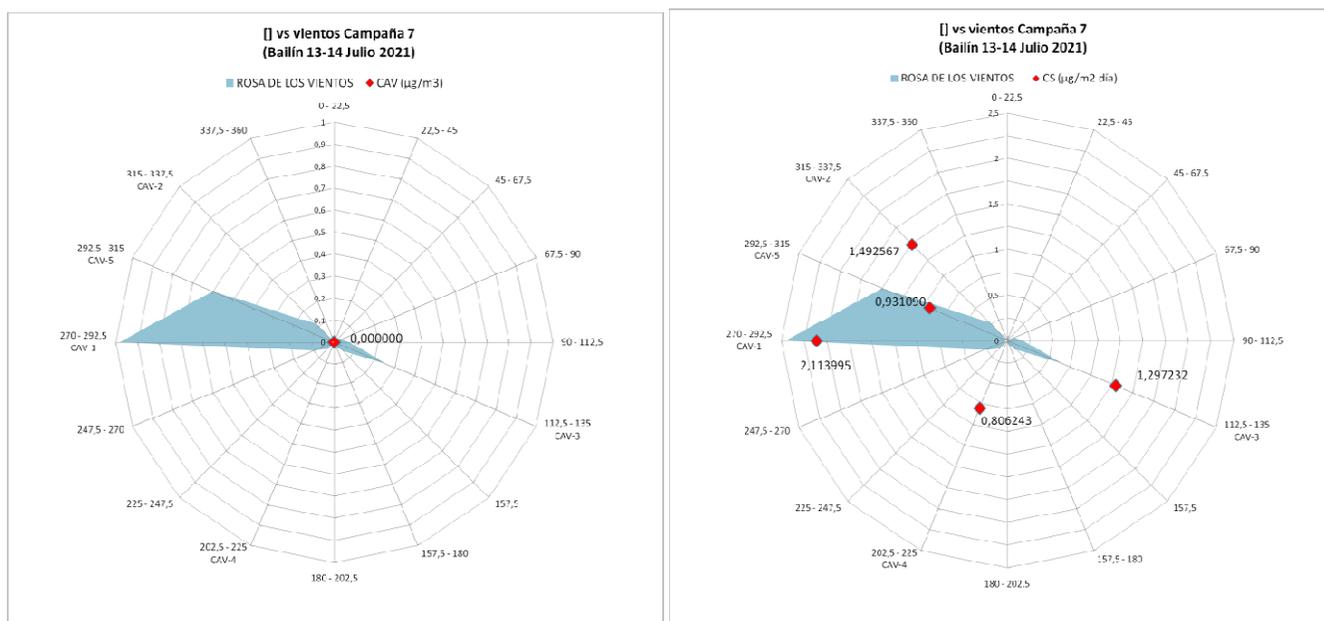
ANÁLISIS SUELOS LAB. IPROMA					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,209	0,006	0,001	0,002	0,005

Figura 34. Campaña 5 (11-12 mayo 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



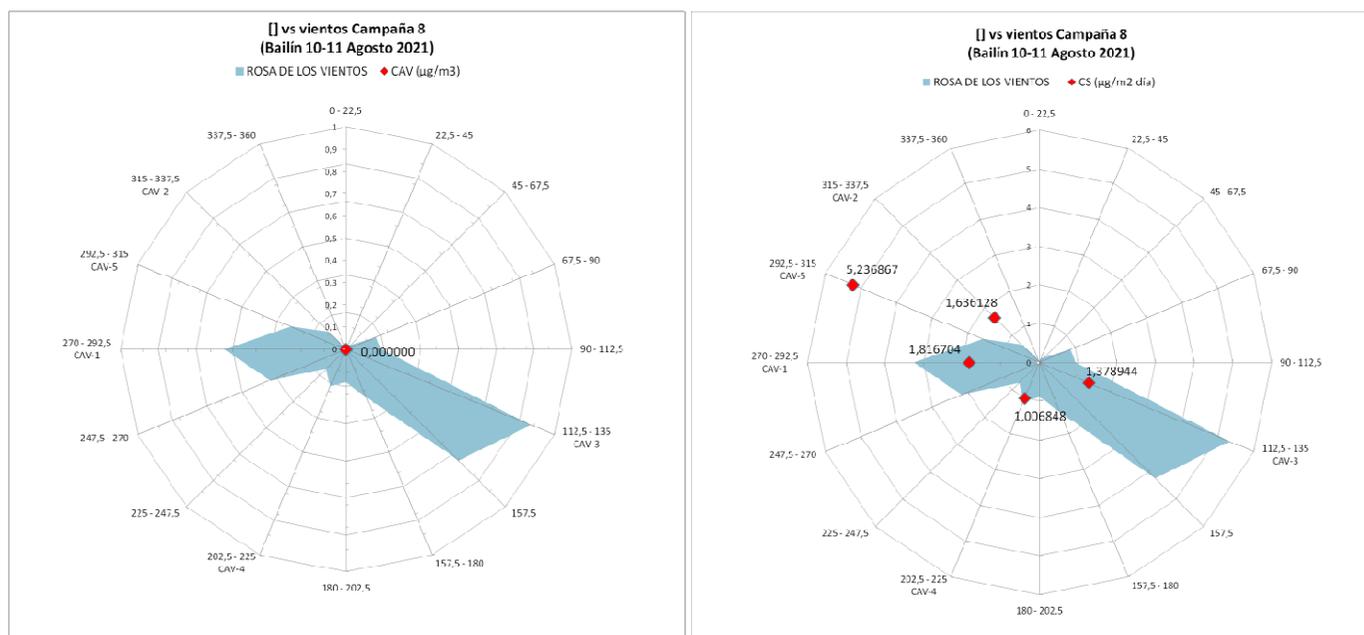
ANÁLISIS SUELOS LAB. PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,128	0,004	0,002	0,002	0,003

Figura 35. Campaña 6 (8-9 junio 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



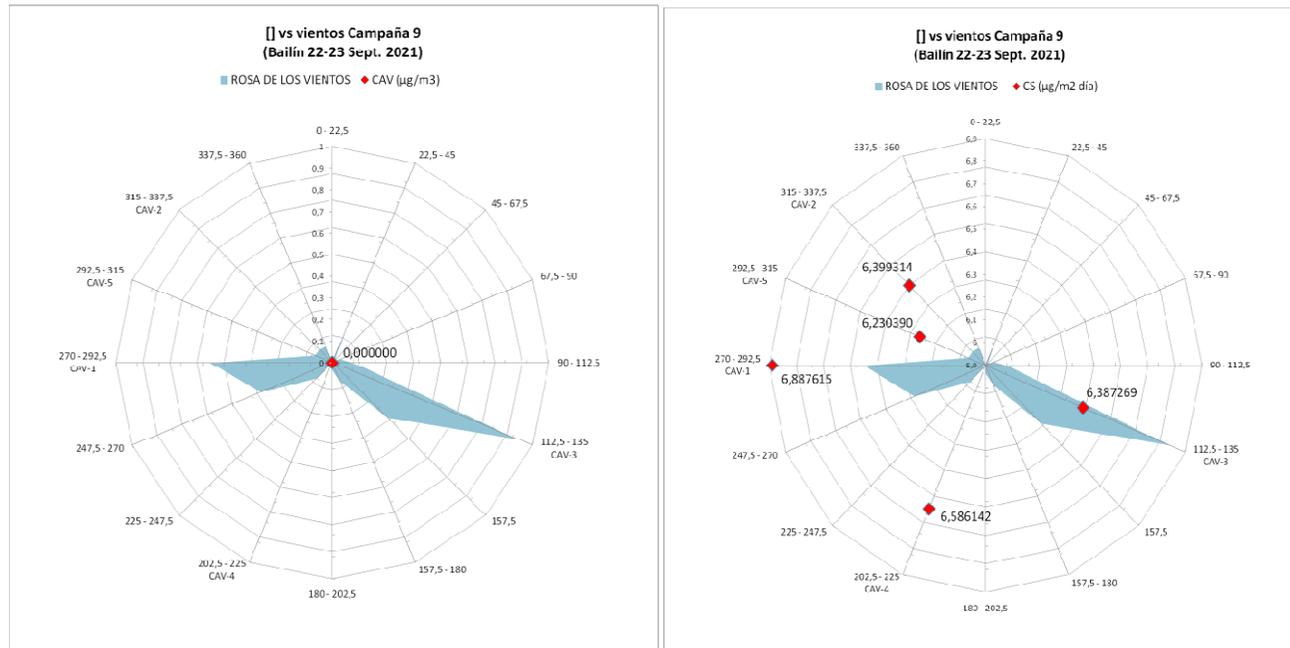
ANÁLISIS SUELOS					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,075	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Figura 36. Campaña 7 (13-14 julio 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



ANÁLISIS SUELOS					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,175	0,005	0,003	0,056	0,033

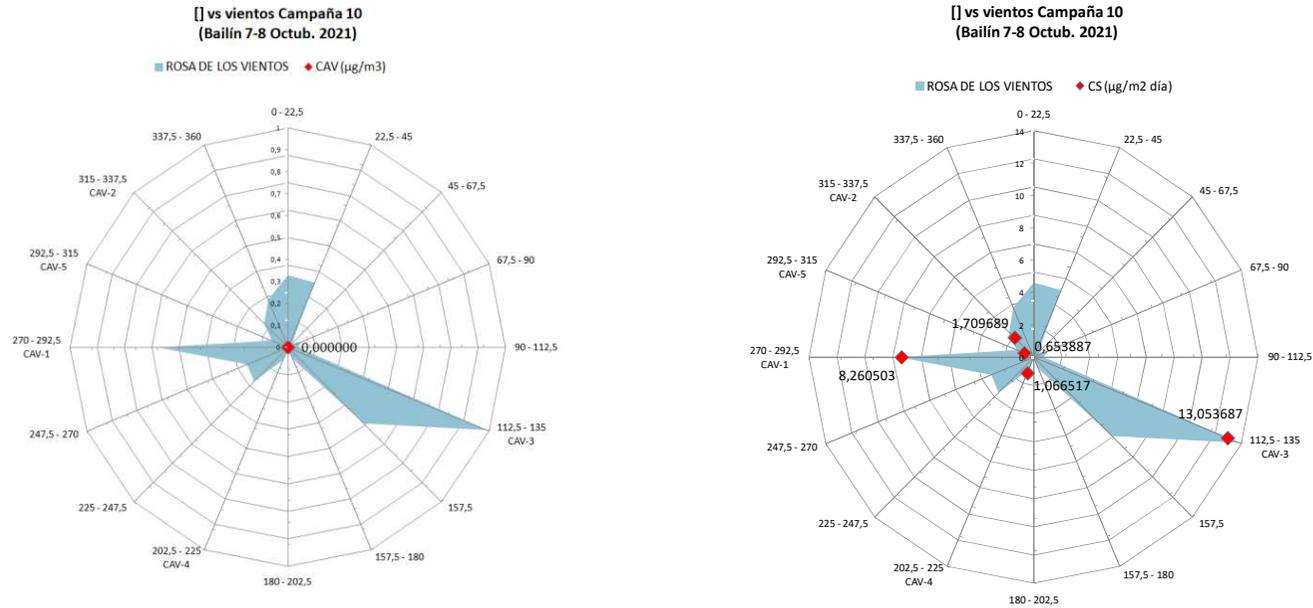
Figura 37. Campaña 8 (10-11 agosto 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Figura 38. Campaña 9 (22-23 septiembre 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)

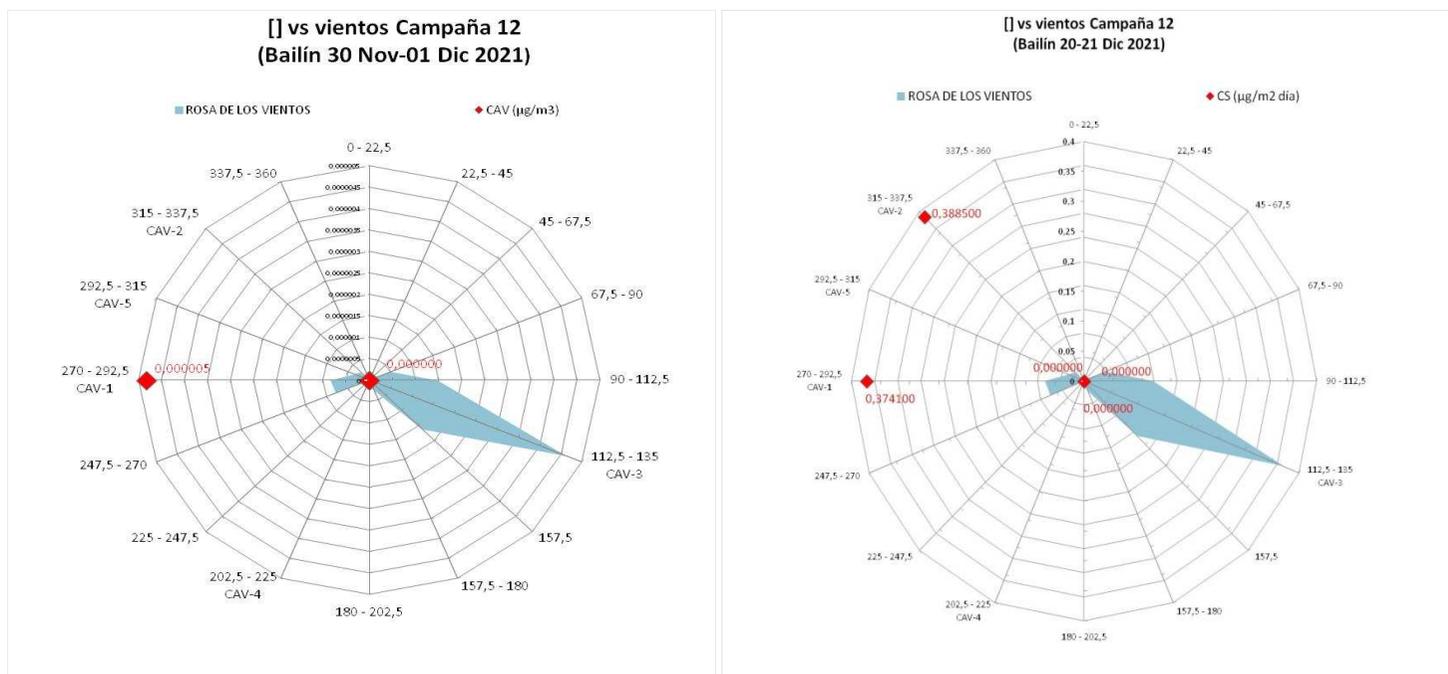
SERVICIO DE DEPURACIÓN, ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL LABORATORIO, ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SEGUIMIENTO PARA LOS ESPACIOS AFECTADOS POR LA CONTAMINACIÓN DE HCH (ANTIGUA FACTORIA DE INQUINOSA, VERTEDEROS DE BAILIN Y SARDAS), VIGILANCIA RÍO GÁLLEGO, COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD Y DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES. AÑO 2020-2022. (T.M. DE SABIÑÁNIGO, HUESCA)



ANÁLISIS SUELOS					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,456	0,048	0,001	0,000	0,003

Figura 39. Campaña 10 (07-08 octubre 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)

SERVICIO DE DEPURACIÓN, ANÁLISIS Y GESTIÓN DEL LABORATORIO, ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SEGUIMIENTO PARA LOS ESPACIOS AFECTADOS POR LA CONTAMINACIÓN DE HCH (ANTIGUA FACTORIA DE INQUINOSA, VERTEDEROS DE BAILIN Y SARDAS), VIGILANCIA RÍO GÁLLEGO, COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD Y DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES. AÑO 2020-2022. (T.M. DE SABIÑÁNIGO, HUESCA)



ANÁLISIS SUELOS laboratorio PIRENARIUM					
PUNTOS	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
SUMA HCH (mg/Kg)	0,005	0,006	0,002	0,002	0,005

Figura 40. Campaña 12 (20-21 diciembre 2021), BAILIN. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)

#### 6.2.4 Resultados obtenidos en las campañas realizadas en Sabiñánigo:

Periodos y distribución de las campañas en Sabiñánigo.

Campañas en los puntos de SABIÑÁNIGO (AÑO 2021)			
	INICIO	FINAL	TOTAL DÍAS
Campaña 1	13-1-21 11:20	15-1-21 13:30	2
Campaña 2	2-2-21 11:10	3-2-21 13:30	1
Campaña 3	4-3-21 10:50	5-3-21 13:50	1
Campaña 4	5-4-21 12:00	6-4-21 14:00	1
Campaña 5	4-5-21 11:40	5-5-21 14:30	1
Campaña 6	31-5-21 11:50	1-6-21 12:30	1
Campaña 7	5-7-21 11:30	6-7-21 13:40	1
Campaña 8	2-8-21 11:00	3-8-21 13:20	1
Campaña 9	20-9-21 12:30	21-9-21 11:20	1
Campaña 10	5-10-21 12:00	6-10-21 13:30	1
Campaña 11	NO SE REALIZA	NO SE REALIZA	
Campaña 12	15-12-21 11:20	16-12-21 13:40	1

Tabla 33. Periodos de campañas y duración CAV/CS en Sabiñánigo 2021

De las 142 muestras tomadas, 10 de las recogidas en los captadores de alto volumen (CAV) y 11 de las de sedimentables (CS) se enviaron a analizar al laboratorio externo de IPROMA, en los meses de febrero (una CAV-8 y una CS-8), agosto (5 ud CAV / 5ud CS) y octubre (4ud CAV / 5 ud CS)

Distribución de Captadores según dirección preferentes de los VIENTOS EN SABIÑÁNIGO					
REFERENCIA dirección grados medida sentido agujas reloj	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
	112,5-135	67,5-90	315 - 337,5	270 - 292,5	292,5 - 315

En las tablas a continuación se incluyen los resultados de las campañas de captadores en relación a la concentración de las muestras tomadas en suelos.

### Campaña 1

CONTENIDO EN PARTÍCULAS µg/m3 (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH (µg/m3)	4,290 E-05	3,227E-05	1,919E-05	<0,1	<0,1
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a µg/m2 día, A.A.I indica que no puede superar 60 µg/m2 día	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10
SUMA HCH (µg/m2 día)	0,2817	1,1995	0,3405	0,2082	0,2915
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
	10/01/2019	10/01/2019	10/01/2019		10/01/2019
SUMA HCH (mg/Kg)	0,010	0,019	0,023		0,016

Análisis realizados en las posiciones históricas y en campaña de 48 horas de duración

### Campaña 2

CONTENIDO EN PARTÍCULAS µg/m3 (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8 8*)	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH (µg/m3)	5,24E-05	5,47E-05	3,50E-05	5,67E-05	6,12E-06
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a µg/m2 día, A.A.I indica que no puede superar 60 µg/m2 día	CS-6	CS-7	CS-8 (*)	CS-9	CS-10
SUMA HCH (µg/m2 día)	0,5401	0,9126	1,0963996	0,4150	0,4054
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,02	0,016	12,830		0,013

Se realizan 3 campañas adicionales el 11/02/2021, el 16/02/2021 y el 23/02/2021 de 24 horas en la posición CAV-8/CS-8, la muestra externalizada a IPROMA (16/02/2021) se pierde por error de manipulación externa

### Campaña 3

CONTENIDO EN PARTÍCULAS µg/m3 (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8 (*)	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH (µg/m3)	1,33E-05	<0,1	<0,1	<0,1	0,0000044
TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a µg/m2 día, A.A.I indica que no puede superar 60 µg/m2 día	CS-6	CS-7	CS-8 (*)	CS-9	CS-10
SUMA HCH (µg/m2 día)	0,1631	<0,1	1,4533	7,8679	0,4389
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,002	0,006	2,54		<0,1

Se realizan 4 campañas adicionales el 11/03/2021, el 16/03/2021 y el 23/02/2021 y el 30/03de 24 horas en la posición CAV-8/CS-8 la muestra CS-8 adicional de la campaña 16/02/2021 se pierde por error de manipulación externa

### Campaña 4

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8 (*)	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	2,78E-06	2,23E-06

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS-6	CS-7	CS-8 (*)	CS-9	CS-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	1,3902	3,7346	3,4593	0,4958	2,3698

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,003	0,030	2,224		0,002

Se realizan 3 campaña adicional el 14/04/2021, el 19/04/2021 y el 27/04/2021 de 24 horas en la posición CAV-8/CS-8 de 24 horas

### Campaña 5

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8 (*)	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS-6	CS-7	CS-8 (*)	CS-9	CS-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	0,556	12,245	2,787	0,727	0,719

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,001	0,016	141,914		0,0234

Se realizan 3 campaña adicional el 12/05/2021, el 19/05/2021 y el 26/05/2021 de 24 horas en las posición CAV-8/CS-8

### Campaña 6

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	3,319	7,362	16,635	3,210	2,983

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,003	1,321	67,840		0,005

De mayo a diciembre todas las campañas de las posiciones CAV-7/CS-7 y CAV-8/CS-8 se realizan al costado del GRIMM-1 y GRIMM-2

### Campaña 7

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	0,6105	3,551	5,217	0,747	0,899

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,001	0,551	29,033		0,002

De mayo a diciembre todas las campañas las campañas de las posiciones CAV-7/CS-7 y CAV-8/CS-8 se realizan al costado del GRIMM-1 y GRIMM-2

### Campaña 8

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO IPROMA					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO IPROMA					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	1,4770	<0,2	0,8520	6,3800	0,6190

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO IPROMA					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	1,310	<0,05		36,0

De mayo a diciembre todas las campañas las campañas de las posiciones CAV-7/CS-7 y CAV-8/CS-8 se realizan al costado del GRIMM-1 y GRIMM-2

### Campaña 9

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	0,341	0,294	0,564	0,351	1,940

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,002	0,391	18,066		0,002

De mayo a diciembre todas las campañas las campañas de las posiciones CAV-7/CS-7 y CAV-8/CS-8 se realizan al costado del GRIMM-1 y GRIMM-2

### Campaña 10

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO IPROMA					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		<0,4	<0,4	<0,4	<0,4

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO IPROMA					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	0,778	1,463	4,405	1,301	0,884

ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO IPROMA					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	0,090	13,240		<0,05

De mayo a diciembre todas las campañas las campañas de las posiciones CAV-7/CS-7 y CAV-8/CS-8 se realizan al costado del GRIMM-1 y GRIMM-2

### Campaña 12

CONTENIDO EN PARTÍCULAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Alto Volumen PM10) LABORATORIO. PIRENARIUM					
ISOMEROS	CAV-6	CAV-7	CAV-8	CAV-9	CAV-10
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

TOTAL (PARTE SOLUBLE + INSOLUBLE) CAPTADOR DE SEDIMENTABLES (CS) LABORATORIO. PIRENARIUM					
Pasado a $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día, A.A.I indica que no puede superar 60 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	CS-6 (*)	CS-7 (*)	CS-8 (*)	CS-9 (*)	CS-10 (*)
SUMA HCH ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	<0,1	0,6047	1,0662	0,2473	0,2523

ANÁLISIS SUELOS Lab. PIRENARIUM LABORATORIO. PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6 (*)	MS-7 8*)	MS-8 (*)		MS-10 (*)
SUMA HCH (mg/Kg)	0,002	1,209	20,358		0,003

De mayo a diciembre todas las campañas las campañas de las posiciones CAV-7/CS-7 y CAV-8/CS-8 se realizan al costado del GRIMM-1 y GRIMM-2

De las once campañas y respecto a los valores fijados para especiación **en partículas sedimentables, las muestras no superan el valor límite tomado como referencia de 60  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día, ni el de 1,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  media diaria por isómero (suma total de 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el caso de partículas PM10**, límites adoptados por Gobierno de Aragón como referencias, hasta la adopción de niveles o umbrales fijos en los emplazamientos con afección.

La masa registrada de unas y otras partículas presenta una variación significativa. Y en 9 de las 11 campañas rutinarias, realizadas en Sabiñánigo, no se detecta masa cuantificable de partículas PM10 y sin embargo sí se detecta masa reseñable en las sedimentables. Aspecto que se ha señalado también en el caso del emplazamiento de

Bailín. Evidentemente la masa registrada está condicionada por la dirección de los vientos y la intensidad, distinguiendo de forma general en el emplazamiento de Sabiñánigo, dos componentes mayoritarias oeste (W) / oeste-noroeste (WNW), con rachas y brisas de norte y que están más activadas y con mayor intensidad en horario de mañana (N) a nornoroeste (NNE). Y otra componente que se manifiesta en casi todas las campañas, de este (E) / este-sureste (ESE), en horario de tarde y noche.

También y en este año, ha sido de especial **importancia los episodios de intrusión de vientos con polvo y partículas en suspensión (intrusiones saharianas)** y que se pueden consultar en la página del MITECO ([https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/fuentes-naturales/Prediccion\\_episodios\\_2021.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/fuentes-naturales/Prediccion_episodios_2021.aspx))

En general las dos direcciones se distribuyen de la siguiente manera, en horario de mañana desde las 10:00 aproximadamente a las 19:00, con vientos de oeste (W) y oeste noroeste (WNW), en ocasiones con intensidades moderadamente bajas a medias entre 2 m/s a 2,5 m/s y 3,5 m/s, con máximas diezminutales de hasta 5 m/s – 7 m/s, y rachas puntuales que pueden alcanzar hasta los 20 m/s.

De tarde los vientos suelen rolar de dirección Este y Este-Sudeste, de flojos a calmas, por debajo de 2,5 m/s y rachas diezminutales que pueden alcanzar los 3,5 a 5 m/s.

Los captadores están posicionados según las recomendaciones indicadas en los estudios de 2017, 2018 y 2019, realizados por el CEAM y las indicaciones del estudio de dispersión realizado por la empresa Meteosim. Esta última empresa y a partir de un modelo dispersivo (con el estudio de todos los datos históricos), y tomando como referencias los focos donde se sitúan los contaminantes (Fábrica de Inquinosa y Vertedero de Sardas), señaló los emplazamientos más probables para medir las afecciones (cinco de ellos ya se venían explotando). Y para medir las afecciones entorno a la fábrica de Inquinosa, se sugirió medir en continuo en las posiciones, este sureste y oeste noroeste (que barren ambos focos). Emplazando los medidores en continuo GRIMM-1 (fachada norte a barlovento de la dirección este y este-sureste) y GRIMM-2 (fachada oeste-noroeste, a barlovento de la dirección principal oeste). Realizando campañas adicionales con los captadores CAV-7/CS-7 y CAV-8/CS-8 (respectivamente).

En este sentido hay coincidencia en las indicaciones de posición referidas en el modelo dispersivo (METEOSIM, 2019), las indicadas en 2016 (CEAM) y que las que se explotan. En el estudio realizado por la empresa METEOSIM, se sugiere además la colocación de otros captadores adicionales en la ubicación próxima al instituto Alberto

Magno, entre la posición Captador-9 y Captador-10. Y otro en el emplazamiento al Sur de la antigua fábrica de pesticidas de Inquinosa y del Captador-Pirenarium, próximo al río Gállego (Sabiñánigo, Puente de Sabiñánigo), en la dirección de los flujos de primavera y verano.

Esto permitiría tener una amplia representación de puntos de captación según los vientos y acoples que se producen, con ciertas turbulencias (componente Sur y componente nornoreste) tal y como se sugiere en la memoria para establecimiento de una red de alerta y vigilancia durante el desmantelamiento de la fábrica de Inquinosa.

El informe y estudio ha servido también para marcar los valores de fondo existentes y los umbrales que pueden adoptarse para ejecución de los trabajos de desmantelamiento de la fábrica de Inquinosa y limpieza y descontaminación de los emplazamientos afectados. Y que servirían para la activación de alertas de intervención, y fijar límites de no superación para protección de la calidad del aire y protección de la salud, parando los trabajos, en caso necesario.

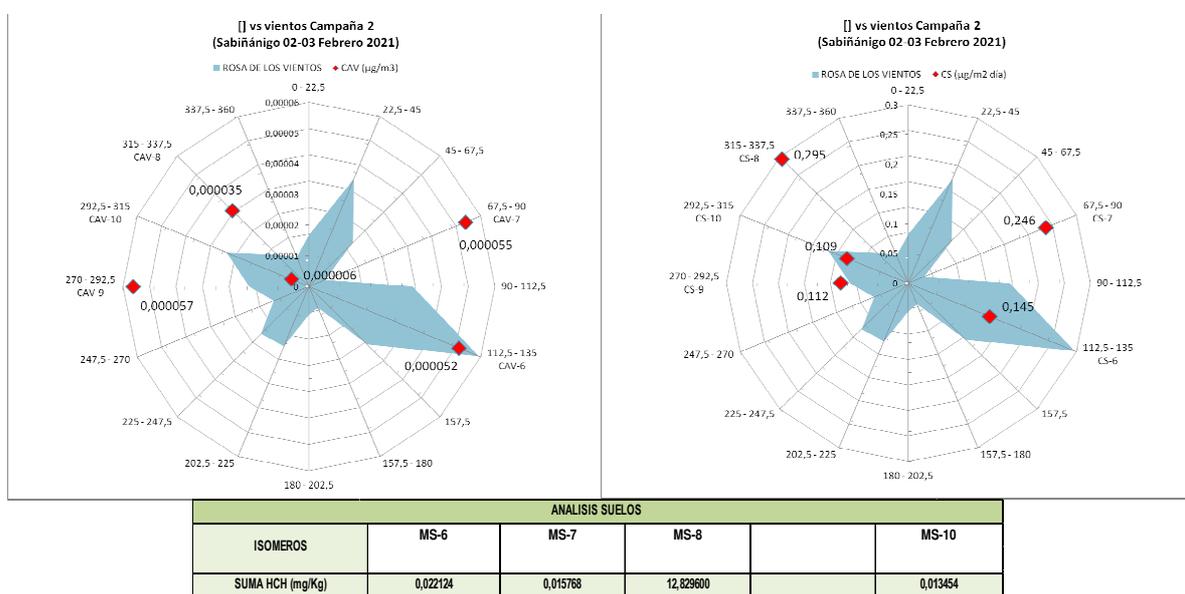
**El valor de fondo especiado para PM10 se situaría en media en  $7,03 \times 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en  $2,65 \mu\text{g}/\text{m}^2$  día para las partículas sedimentables.** Siendo el valor medio anual de las gravimetrías realizadas para PM10 de  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  según medidor continuo GRIMM-1 y GRIMM-2) y la masa total media de sedimentables se situaría entorno a los 2,31 mg)

De las campañas realizadas **la concentración más alta de partículas PM10 especiadas** se detectó en la campaña de febrero de 02/02/2021 a 03/02/2021 (24 horas), con un valor de  $5,67 \cdot 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el captador de la posición-9 (polígono deportivo de la Corona). Mientras que la mayor cantidad en masa de partículas PM10 se detectó en la campaña de marzo entre el 04/03/2021 y el 05/03/2021 con un valor de  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la posición del CAV-6 (ver tabla 35). No obstante, el objeto de la vigilancia y los controles debe supervisar la no superación de la masa especiada de partículas de HCH en el caso de las partículas PM10. Ver tabla 34.

Espección Campaña Febrero 02/02 a 03/02	CAV 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CS-9 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	Pm 10 GRIMM-2	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
a-HCH	5,672 E-05	0,41501	Gravimetrico CAV-9 (PM10)	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
b-HCH	<0,02	<0,02		
g-HCH	<0,02	<0,02	Gravimetría (CS-9)	9,0 mg
d-HCH	<0,02	<0,02		
e-HCH	<0,02	<0,02		
SUMA HCH	5,672 E-05	0,4150		

**Tabla 34.** Síntesis de resultados y datos especiación máximo CAV en Sabiñánigo 2021

La rosa de los vientos de la campaña en la posición CAV-9/CS-9 (Polígono urbano de La Corona) con un valor de  $5,67 \cdot 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no tiene correspondencia con el valor de masa de partículas totales, con  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM10 (bajo). Los vientos en calmas a flojos de dirección Norte y Nornoroeste ( $0^\circ$ - $35^\circ$  y  $225^\circ$  a  $350^\circ$ ) entre las 11:00 y las 17:50 horas, alternando con vientos muy flojos de dirección este sureste a oeste sureste (entre  $110^\circ$ - $150^\circ$  y  $200^\circ$ - $250^\circ$ ) generalmente de tarde y noche. Las velocidades fueron muy bajas e inferiores a  $0,6 \text{ m/s}$  de media (calmas) las máximas escasamente alcanzaron  $2,4 \text{ m/s}$ , con velocidades máximas diezminutales inferiores  $4,7 \text{ m/s}$ . Estas calmas mayoritarias, no pudieron generar la dispersión de partículas y el máximo de especiación anual no estaría justificado, por ello.



**Figura 41.** Rosa de los vientos campaña máximo anual en especiación CAV-9 Sabiñánigo 2021.

**Se debe resaltar que en la campaña de 04 a 05/03/2021 se superó también, de forma sistemática, la concentración de PM10 en todas las posiciones** (según Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire,  $<50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con un valor media diaria en CAV-7 de  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en CAV-8 de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en CAV-9 de  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en CAV-10 de  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y el máximo de  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la posición del CAV-6 . Ver tabla 35.

Además y en la posición del captador CAV-8 (al costado del GRIMM-2) se detectaron valores elevados en las campañas de febrero entre el 23/02 a 24/02 (con un valor de  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y en la de 30/03 a 31/03 con un valor de  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

No había ninguna actuación señalada que pudiera haber generado estas superaciones. Así que y para los casos que se mencionan, con valores altos de partículas PM10 totales (entre el 23 a 24/02/2021, el 04 a 05/03/2021 y en el caso de la campaña de

30/03 a 31/03/202, prácticamente consecutivas) el origen podía estar en parte en la intrusión de partículas procedentes del desierto, ya que en el inicio del año (febrero a marzo), se señalaron diversos eventos, ver figura 41, en el que de forma general se vió un incremento masivo en las mediciones de PM10 en ambos emplazamientos coincidentes con diversos episodios (ver resumen de episodios 2021). Fuente: Documento de Predicción de episodios de intrusiones saharianas 2021, "[Episodios actualizados hasta el 29 de diciembre](#)"

### FEBRERO 2021

FEBRERO 2021									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA		16	16				1	3-8 19-21	
AFRICANOS	15-20 25 28	5 17-20 24-28	4-5 18-21 24-28	5-6 17-21 24-28	5 17-21 24-28	19-20 24-28	18-21 24-28	5-6 18-28	5-6 18-23 26 28

### MARZO 2021

MARZO 2021									
	CANARIAS	SUROESTE	SURESTE	LEVANTE	CENTRO	NOROESTE	NORTE	NORESTE	BALEARES
COMBUSTIÓN BIOMASA		29	11-14	25	5 25	10 18-25 29 31	1 5 11 24-25 29-31	11 24-26 29-31	
AFRICANOS	1-4 6-7 10-12 23-31	1-9 26-31	1-9 26-31	1-9 27-31	1-8 27-31	1-7 28-31	1-7 28-31	1-8 29-31	1-2 6-8

Figura 42. Tablas Intrusiones Saharianas febrero/marzo. Máximo CAV Sabiánigo 2021. Fuente MITECO"

En el artículo consultado de "*Intrusiones de polvo del Sahara en España y su impacto en la salud, publicado por del Instituto de Salud Carlos III, por Julio Díaz y Cristina Linares; de la Escuela Nacional de Sanidad,*" se comenta "...las advecciones de polvo del Sahara son frecuentes en España, oscilando la frecuencia de aparición entre 9,6% de los días en el Noroeste de España, más del 30,1% de las veces en el Sureste, el 18,2% en el Centro y el 22,4% en la zona de islas Canarias, según estudio realizado en España con datos del periodo de 2004 a 2009 (Díaz et al.,2017). Y "Desde el punto de vista de su distribución temporal, en la Península estas intrusiones están presentes en todas las épocas del año y varían según las diferentes regiones, pero como regla general, suelen darse con mayor frecuencia en los meses de junio, julio y agosto...., son menores las intrusiones en los

meses de invierno. ..., las Islas Canarias suelen mostrar mayor frecuencia de eventos en invierno y menos en verano y en las Islas Baleares las mayores frecuencias de intrusión se dan de abril a octubre (Díaz et al., 2018; Russo et al., 2020).”

En general, cuando se produce una intrusión de polvo de origen sahariano se produce un incremento estadísticamente significativo en las concentraciones de PM10 y PM2.5, “en algunos casos pueden llegar a incrementos del 110% para el caso de las PM10 o del 104 % para las PM2,5 (Díaz et al., 2017)”.

Se ha realizado una tabla comparativa, mostrando la situación comentada, con los valores de medición de partículas PM10 y las especiaciones realizadas. Frente a estos se incluye los valores medidos por el GRIMM-2 en la posición de CAV-8/CS-8.

PM10 TOTALES selección de superaciones dentro de las 24 campañas en Captadores de Alto Volumen PM10 (*) (**)								
PM10 TOTALES	Campañas		CAV 6	CAV 7	CAV 8	CAV 9	CAV 10	Medición GRIMM-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ENERO	13/01/2021 11:30	15/01/2021 13:20	5	6	15	9	6	
	02/02/2021 11:20	03/02/2021 11:20	12	8	7	8 / 5,67 $10^{-5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12	17
FEBRERO	11/02/2021 13:10	12/02/2021 12:50			5			5
	16/02/2021 13:20	17/02/2021 12:40			22			24
	23/02/2021 12:20	24/02/2021 12:30			47 / 5,5 $10^{-5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$			38
	04/03/2021 11:00	05/03/2021 13:10	83 / 1,33 $10^{-5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	66 / <0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60 / <0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	65 / <0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	59 / 4,45 $10^{-6}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	66
MARZO	11/03/2021 12:00	12/03/2021 12:00			13			15
	16/03/2021 11:40	17/03/2021 11:40			7			8
	23/03/2021 12:40	24/03/2021 12:50			18			22
	30/03/2021 12:40	31/03/2021 10:40			43 / 7,32 $10^{-6}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$			41
JUNIO	31/05/2021 11:50	01/06/2021 12:30	25 / <0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16 / <0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14 / <0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ CS=16,6 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	19 / <0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19 / <0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10

8 / 5,67 x  $10^{-5}$  Valor peso total PM10 vs Máximo Anual especiado

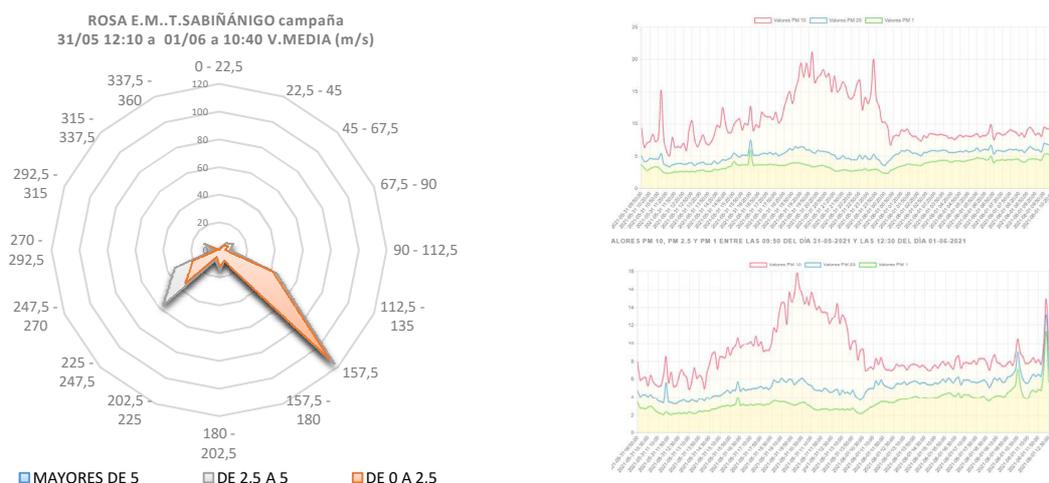
60 / <0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Superaciones en el peso total PM10 vs masa especiada de partículas y en el peso total de sedimentables CS

**Tabla 35.** Tabla de valores superaciones PM10 y CS Sabiñánigo vs valores especiados en el punto

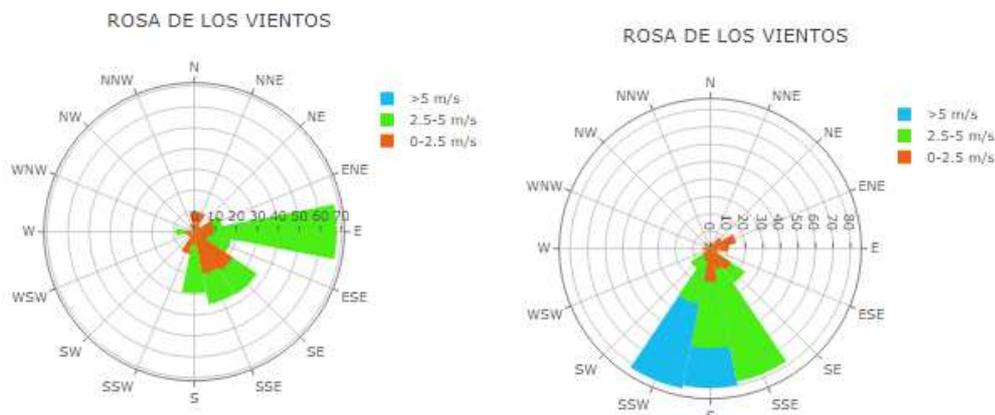
**Respecto a las partículas sedimentables, la concentración más alta**, se detectó en junio de 2021, en la posición CS-8 (31/05 a 01/06 de 24 horas), con un valor de especiación de 16,6  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día (fachada nornoroeste de Inquinosa, al costado del GRIMM-2), los valores de masa total de partículas no superaron los 10 mg (9,1 mg) y las mediciones de masa total de partículas PM10 fue baja, con 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo la masa especiada de PM10 por debajo del límite de detección ( $<0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). La única actuación reseñable fue la construcción de un terraplén de tierras para emplazamiento de casetas de oficina en la parte inferior del Vertedero de Sardas, pero se hizo aporte de tierras sin afección, por lo que no explicaría el aumento de masa especiada de partículas sedimentables Ver tabla 35

En esta situación y para esta campaña de 24 horas, los vientos, respecto a la estación meteorológica del vertedero de Sardas fueron mayoritariamente, de ESE y SSW ( $135^\circ - 240^\circ$ ) con dos ramas diferenciadas de vientos flojos a moderados de intensidad 2,2 m/s y máximas diezmintuales de 4 m/s, con rachas máximas que alcanzaron los 6,5 m/s- 9 m/s en el sentido  $180^\circ-240^\circ$  y velocidades promedio inferiores a 2 m/s y máximas de 3,9 m/s, con rachas máximas puntuales de 9,1 m/s en la dirección de tarde ( $135^\circ -160^\circ$ )

Se incluyen a continuación las rosas de los vientos para esta campaña, construidas con los datos de la estación meteorológica del vertedero de Sardas (izqd.) y los gráficos de proyección de PM10 y PM2,5 durante la campaña, para las posiciones CAV-7/CS-7 (arriba) y CAV-8/CS-8 (abajo) obtenidos de las mediciones de las estaciones meteorológicas de los GRIMM-1 /GRIMM-2. Fig.43.



**Figura 43.** Rosas vientos E.M.T Sabiñánigo, junio-2021, máximo CS-8 y graficos PM10-PM2,5 GRIMM



**Figura 44.** Rosas vientos de las E.M.T de los GRIMM-7 (izqu) y GRIMM-8 (drch) Sabiñánigo, junio-2021,

Sí, que se observa que el flujo de aire a barlovento sitúa los focos de Inquinosa y Vertedero de Sardas, en la dirección principal, interpuestos a los captadores (sotavento). Favoreciendo la dispersión desde el Vertedero de Sardas y la Fábrica de Inquinosa hacia los captadores CAV-8, CAV-7, CAV-9 y CAV-10. Fig.44. Hemos incluido los resultados de la campaña en la siguiente tabla, donde se comprueba que no hay relación excesiva entre el suceso meteorológico, los registros en los puntos a sotavento del viento y los valores en masa y especiados para PM10/Sedimentables e incluso sólo considerando los valores de partículas sedimentables. Aspecto que confirma las incertidumbres de los equipos y la existencia de focos difusos que pueden aportar carga.

Campaña 31/05 a 01/06 11:50 a 12:30 (local)	CAV		Sedimentables (CS)		Mediciones de los GRIMM	
	PM 10 total $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM 10 Peso ( $\Sigma\text{HCH}$ ) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Peso total Partículas (mg)	Peso ( $\Sigma\text{HCH}$ ) $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día	GRIMM-1 PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GRIM-2 PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CAV-6 / CS-6	25	<0,1	10,4	3,31	9	10
CAV-7 / CS-7	16	<0,1	9	7,36		
CAV-8 / CS-8	14	<0,1	9,1	16,63	GRIMM-1 PM2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GRIM-2 PM2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CAV-9 / CS-9	19	<0,1	8	3,2	5	5
CAV-10 / CS-10	19	<0,1	6,4	2,98		

<0,1 por debajo límite detección

**Tabla 36.** Valores de los GRIMM y Gravimetrías campaña 31/05 a 01/06. Máximo CS-9. Sabiñánigo-2021

Variable Estadística Básica 2021	CAV/CS	CAPTADORES
promedio CAV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	7,034E-06	CAV-BAILIN
Media anual gravimetrías PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	17	Media PM10 CAV- SABIÑÁNIGO
Media anual mediciones GRIMM-1/GRIMM-2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	18	Media PM10 CAV- SABIÑÁNIGO
promedio CS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	2,651	CS- BAILIN
Media anual mediciones CS (mg)	2,31	Media Partículas Sedimentables-SABIÑÁNIGO.
maximo CAV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5,67 E-05	CAV-9 FEBRERO (campaña 02/02 a 03/02) Molino Periel, casco urbano Sabiñánigo.
Maximo CS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	16,635	CS-8 JUNIO (campaña 31/02 a 01/06-2021) Posición GRIMM-2. Fachada Nornoroestes
desviacion estandar CAV ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,506E-05	DISPERSIÓN DE VALORES RESPECTO AL VALOR PROMEDIO
desviacion estandar CS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ día)	3,420	
Percentil 98 CAV	5,496E-05	VALORES POR DEBAJO DEL CUAL SE SITÚA EL 98% DE LA MUESTRA
Percentil 98 CS	12,377	

**Tabla 37.** Síntesis Estadístico Captadores CAV/CS en Sabiñánigo 2021

El valor medio obtenido ( $17\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), según todas las gravimetrías (PM10) se sitúa por debajo de los límites indicados en el RD102/2011 de calidad del aire, los valores de superación (media diaria) en las campañas de marzo en particular, consideramos están asociados a las intrusiones de polvo de zonas externas al emplazamiento (intrusiones saharianas). La mayor carga en partículas sedimentables coincide también con las fechas en las que se inicia el incremento y registro mayor de masa de PM10 (final de febrero).

Considerando los límites adoptados de forma provisional, por Gobierno de Aragón ( $1,8\mu\text{g}/\text{m}^3$  por isómero  $8\mu\text{g}/\text{m}^3$  suma isómeros) y los indicados en la Autorización Ambiental Integrada de  $60\mu\text{g}/\text{m}^2$  día para los sedimentables, tampoco se han superado en 2021.

Si comparamos estos valores con los límites o umbrales en revisión para actuaciones a mayor escala, de movimiento de residuos o tareas de descontaminación (como el desmantelamiento de Inquinosa), los valores de masa total de PM10 (no pueden superar los

40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) indicarían que en las campañas de 23/02 a 24/02 (febrero) de 04/03 a 05/03 (marzo) y la de 30/03 a 31/03 (marzo) se ha superado este valor. Así mismo y se hacemos la misma comparativa con el valor de especiación en estudio, ( $5,6 \text{ E}10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); este se ha superado ligeramente en la campaña de 02/02 a 03/02, sin ninguna actuación reseñable que pudiera generarlo. En el caso de superación de la cantidad de PM10, se señala a los acontecimientos de intrusión externa de partículas (considerando este el efecto que ha generado las superaciones) a finales de febrero y en la primera campaña de marzo, como la causa única. No había otras actuaciones reseñables que produjeran material particulado.

Las actuaciones más destacadas, que pudieron generar dispersión de material particulado durante 2021, fueron las obras de excavación de las zanjas eléctricas en la parte superior del vertedero (mayo a junio) y la construcción del terraplén de tierras para emplazamiento de las casetas y oficinas en la parte inferior del Vertedero de Sardas. Además y durante todo el año se ha realizado actuaciones para excavación y construcción de los terraplenes del tramo de Autovía que atraviesa las parcelas superiores y alledañas al vertedero de Sardas (de enero a diciembre de 2021) pero éstas no se corresponden con valores anómalos o incrementos en las mediciones realizadas.

Señalar que el único valor de superación del umbral en estudio y considerado para el desmantelamiento de la fábrica de Inquinosa. ( $0,000056 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se ha generado en el punto más alejado de los focos y topográficamente más alto (CAV-9).

La correlación entre el suceso meteorológico y el aumento o decrecimiento de masa de HCH o de partículas ha sido baja, puesto que no se detecta prácticamente masa en los captadores de Alto Volumen en las campañas realizadas) y si en los de sedimentables. Con gran variabilidad de vientos, generalmente WNW-ESE y alguna de las campañas con dirección WSW-ENE. Presentando masa incluso aquellas posiciones situadas a barlovento y/o sotavento del foco, lo que informaría de la facilidad de resuspensión de partículas desde zonas próximas independientemente de los vientos e intensidades (fácil disposición de partículas dado los focos y su orientación en el área) e incluso de focos difusos (no siendo la fábrica de Inquinosa o el vertedero de sardas) que puedan actuar de fuente de partículas por la afección histórica, como se observa en el CAV-8/CS-8.

**Se observa como las posiciones de MS-8 y MS-7 han aumentado la concentración al trasladarse al entorno de la fábrica de Inquinosa, estos suelos están muy afectados por la actividad histórica y pueden resultar fuente de partículas, como se identifica en CAV-8/CS-8 principalmente.**

Las masas de los CAV son bajas, pero las de los CS son más elevadas en proporción,

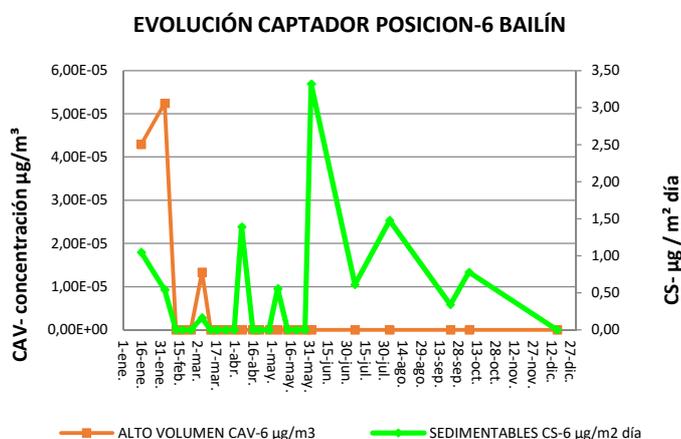
llamando de nuevo la atención de que en algunas campañas y aún sin haber masa apreciable de partículas (como en la campaña de 06-octubre, los valores se sitúan por debajo del límite de detección, menor de 6 mg/muestra,) y que ha sido determinadas por el laboratorio externo IPROMA, se detecte afección en las partículas solubles, no en las insolubles.

Por tanto, y como se señala en el emplazamiento de Bailín, ante las escasas condiciones meteorológicas en algunas campañas para la dispersión de masa, frente al registro que se viene generando en todos los captadores de sedimentables, y con ausencia total de masa en los captadores de alto volumen y baja concentración en los suelos. El valor que se viene indicando en la masa especiada de partículas sedimentables, se considera está sobreestimado, ya que sólo se detecta en la parte soluble de la muestra. Esto hace plantearse incertidumbres sobre el estado de los equipos.

De forma general, se vuelve a comprobar que los valores más altos se recogen en la posición CS8>CS7 (recordando el nuevo emplazamiento de estos puntos).

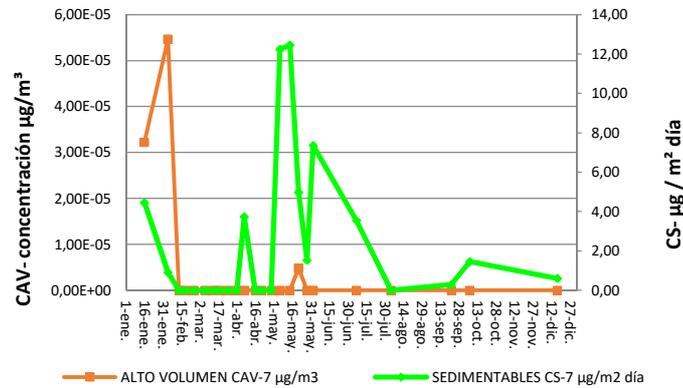
Respecto a las externalizaciones al laboratorio (IPROMA) y los duplicados realizados para verificación de las determinaciones de las campañas analizadas en el laboratorio de Pirenarium, los datos obtenidos tienen buena correlación, en el caso de las determinaciones de Alto Volumen (CAV). En el caso de las partículas sedimentables (CS), se observa también buena correlación, ya que ambos detectan masa en la parte soluble y no en la insoluble, si bien la cantidad en masa siempre es menor en el laboratorio externo (IPROMA).

Se incluyen a continuación la evolución de las concentraciones, según los gráficos, para partículas de alto volumen y sedimentables (CAV/CS) por posición, según las doce campañas. Se comprueba que en ningún caso se han superado los límites indicados.



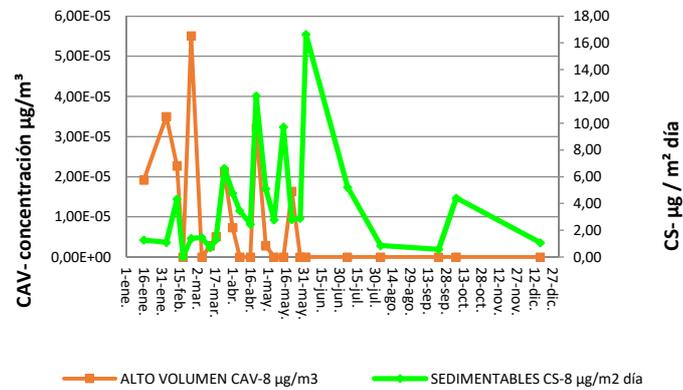
**Figura 45.** Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-6 Sabiñánigo

**EVOLUCIÓN CAPTADOR POSICION-7 BAILÍN**



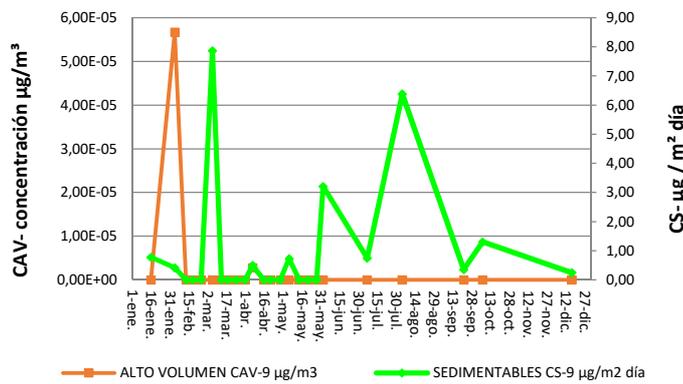
**Figura 46.** Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-7 Sabiñánigo

**EVOLUCIÓN CAPTADOR POSICION-8 BAILÍN**



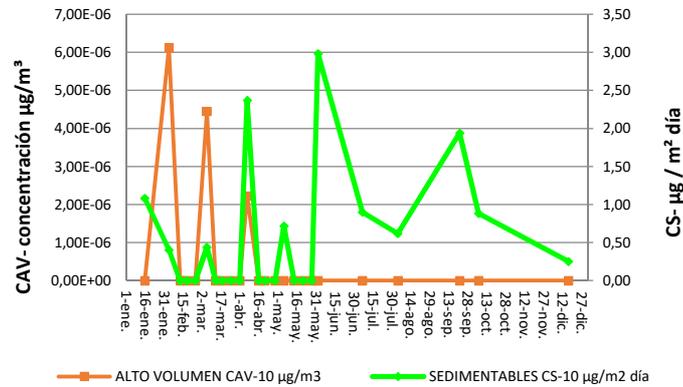
**Figura 47.** Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-8 Sabiñánigo

**EVOLUCIÓN CAPTADOR POSICION-9 BAILÍN**



**Figura 48.** Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-9 Sabiñánigo

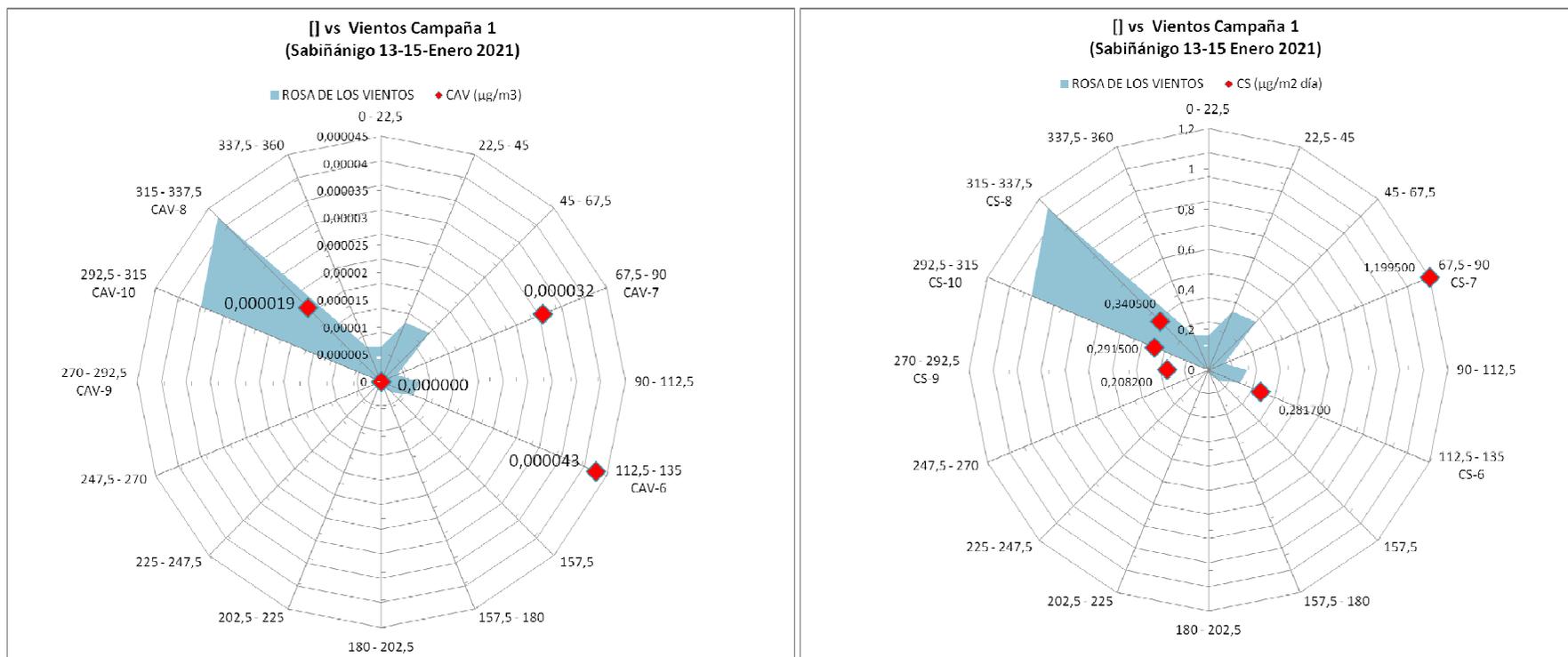
**EVOLUCIÓN CAPTADOR POSICION-10 BAILÍN**



**Figura 49.** Evolución del captador de alto volumen y partículas sedimentables. Posición-10 Sabiánigo

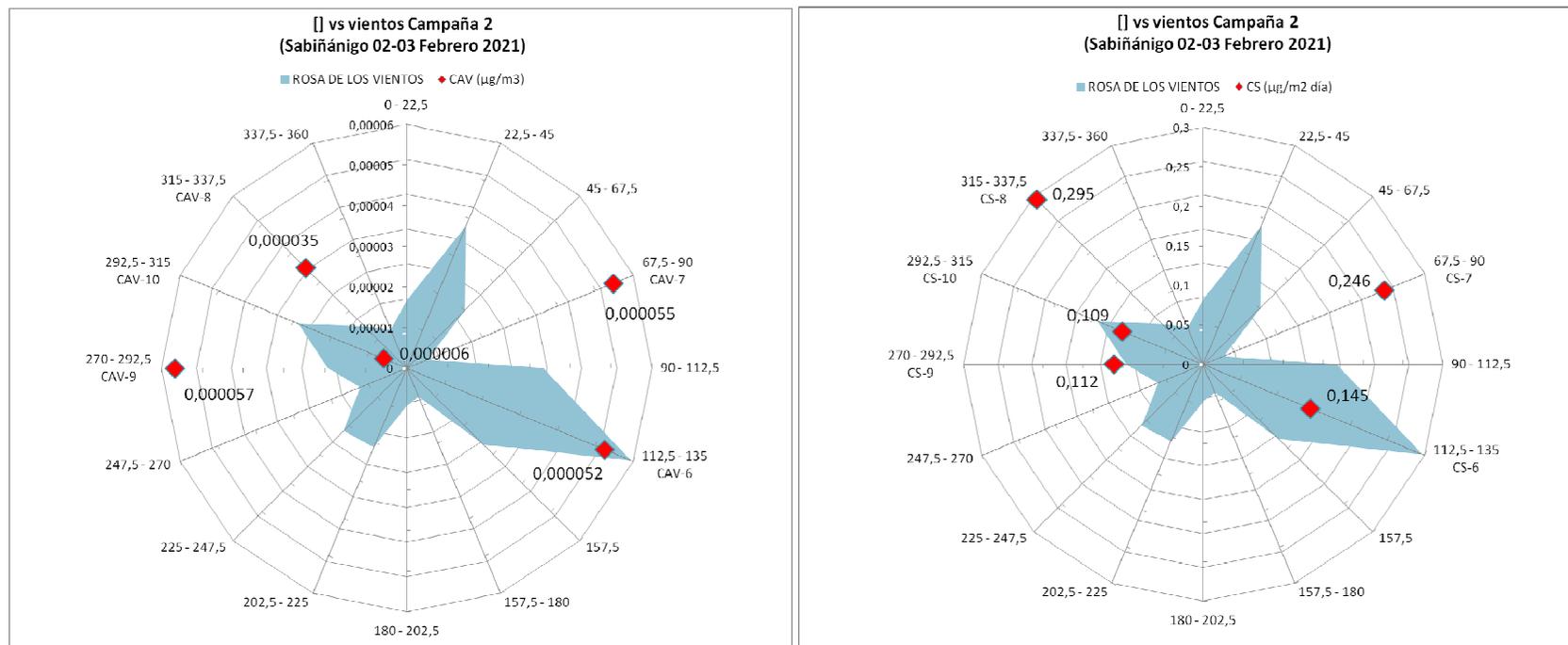
Ha continuación se incluyen las rosas de los vientos de cada campaña con los resultados obtenidos por captador e incluida los resultados de los muestreos en los suelos correspondientes al entorno de los captadores, para comprobación de la correlación de la masa obtenida.

Se considera puede existir fenómenos de resuspensión de partículas próximas o depositadas en zonas aledañas a los captadores (no siendo focos primarios propiamente) y que nutren de masa a los captadores, aún siendo vientos-calmas, o los captadores estén a sotavento del foco.



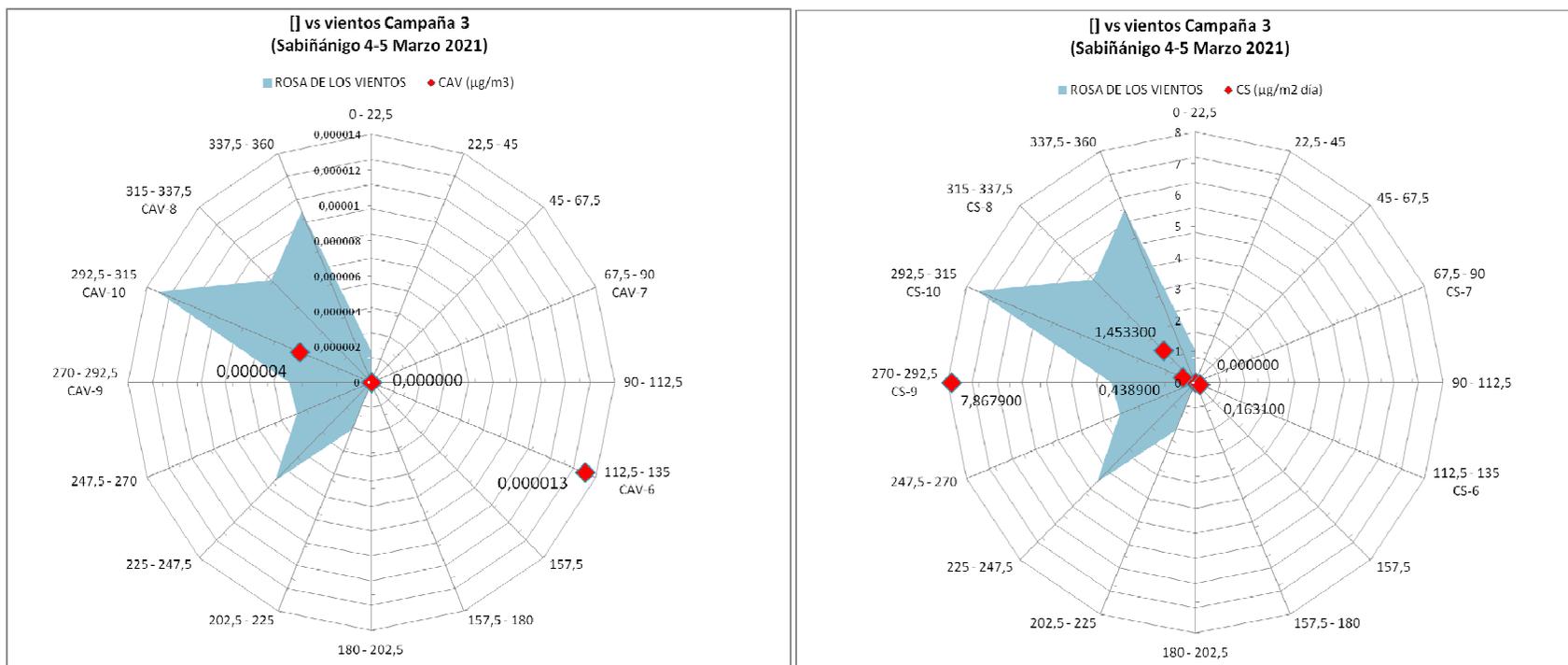
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,010	0,019	0,023	0,016

Figura 50. Campaña 1 (13-15 enero 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



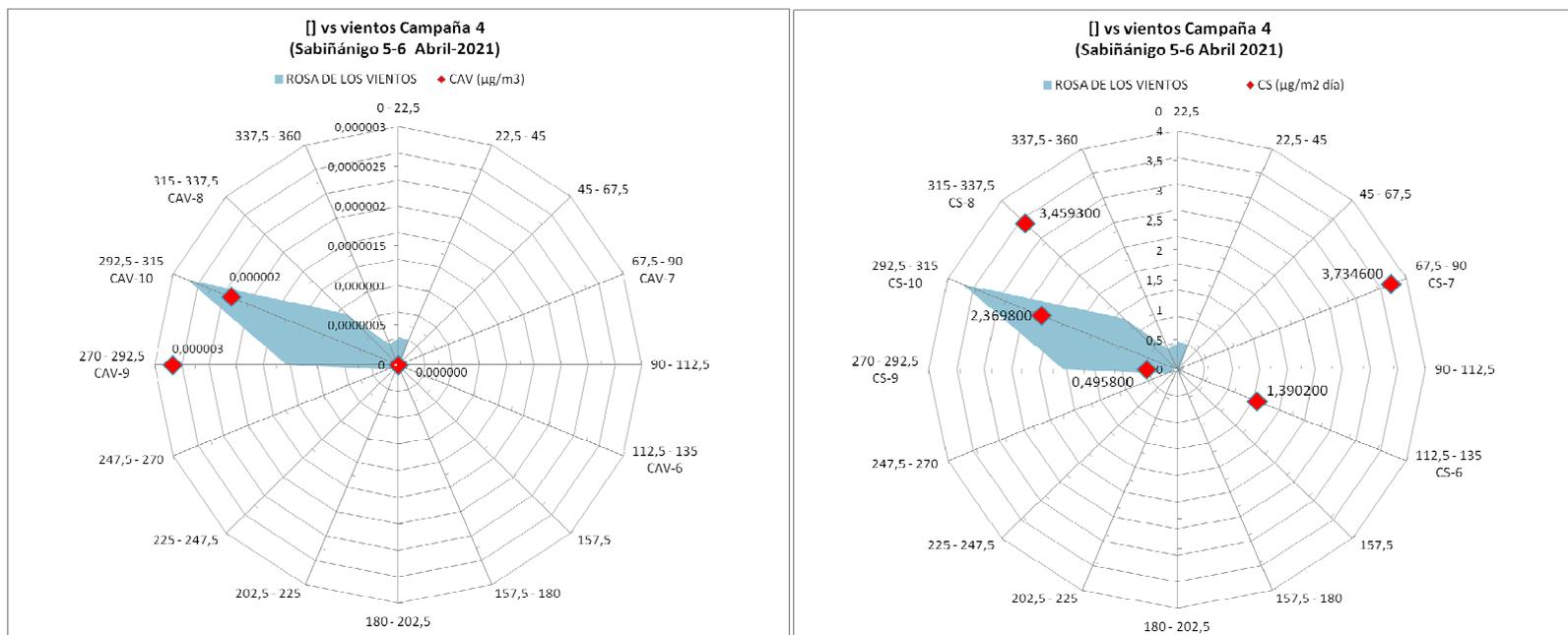
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,022	0,016	12,830	0,013

Figura 51. Campaña 2 (2-3 febrero 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



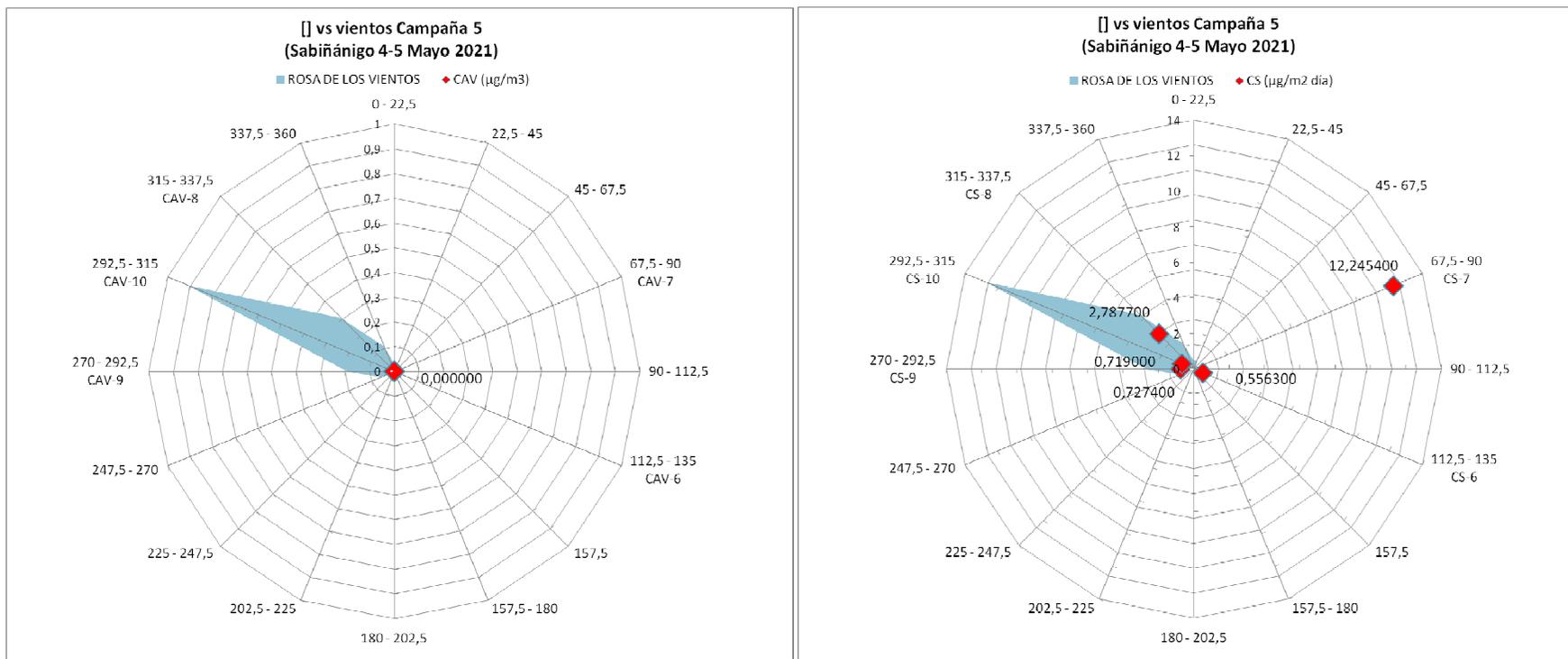
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,002	0,006	2,546	<0,1

Figura 52 Campaña 3 (4-5 marzo 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos.s Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



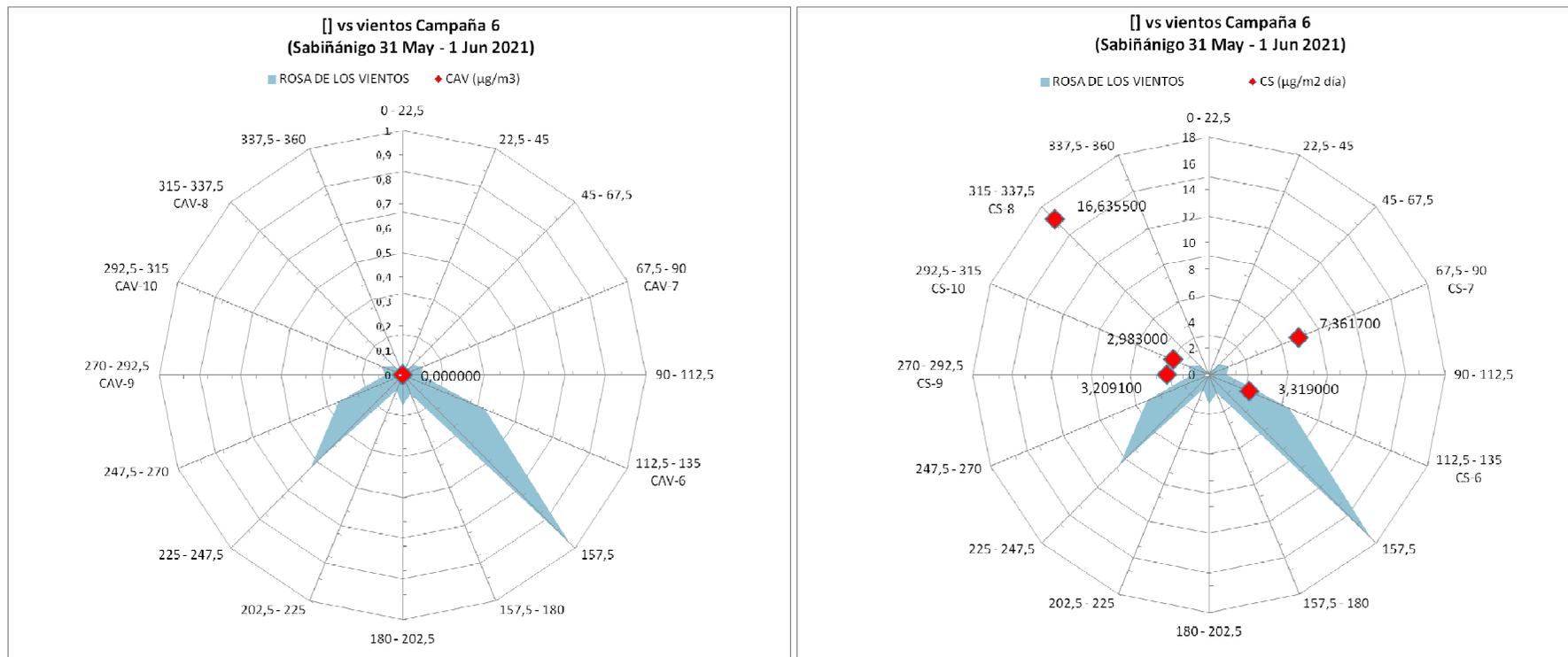
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,003	0,030	2,224		0,002

Figura 53. Campaña 4 (5-6 abril 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



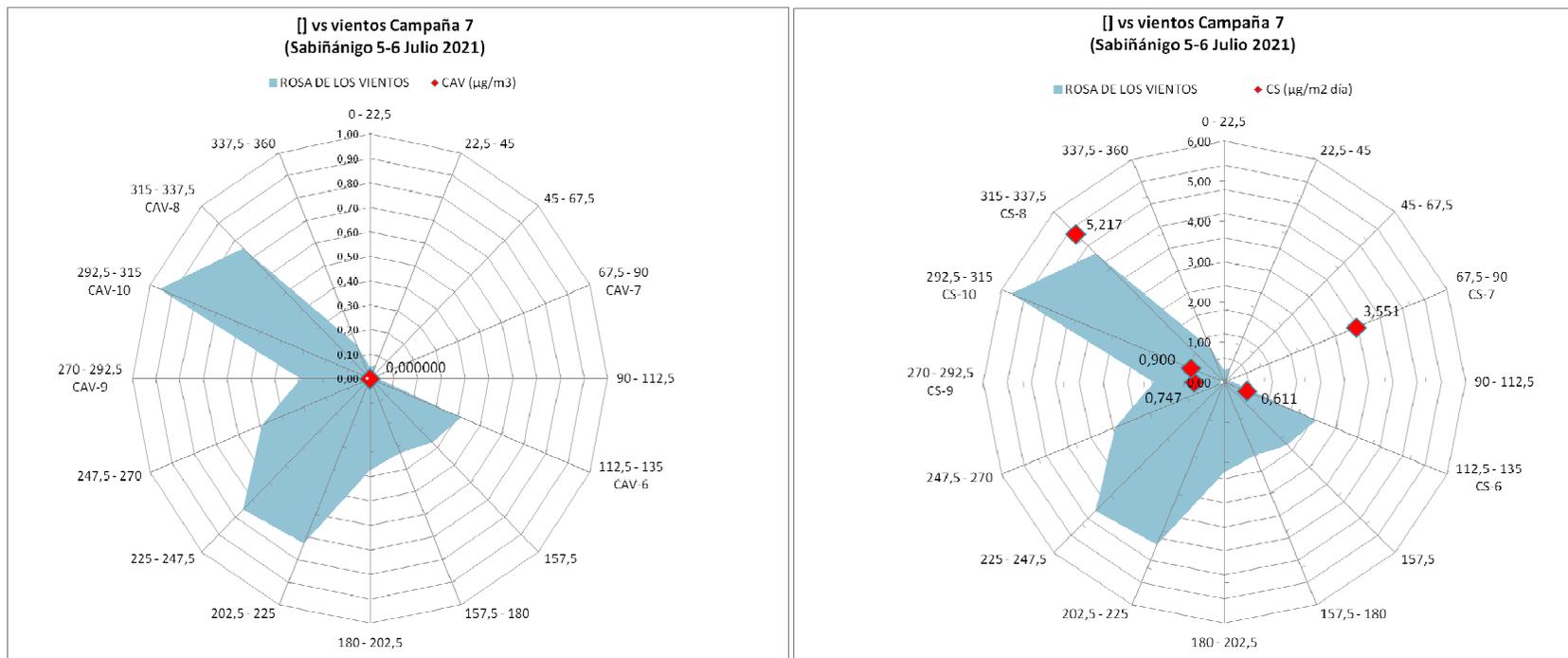
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,001	0,016	141,914		0,024

**Figura 54.** Campaña 5 (4-5 mayo 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



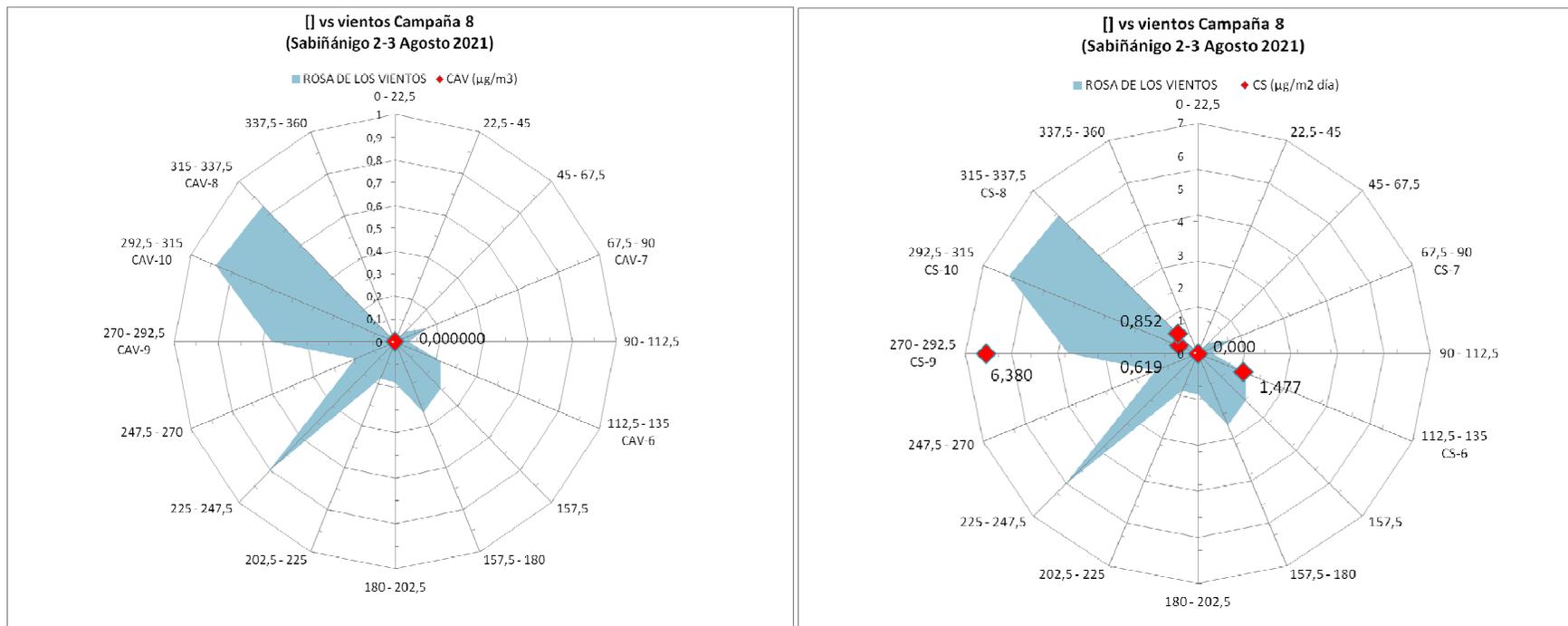
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,003	1,321	67,840	0,005

**Figura 55.** Campaña 6 (31 mayo - 1 junio 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



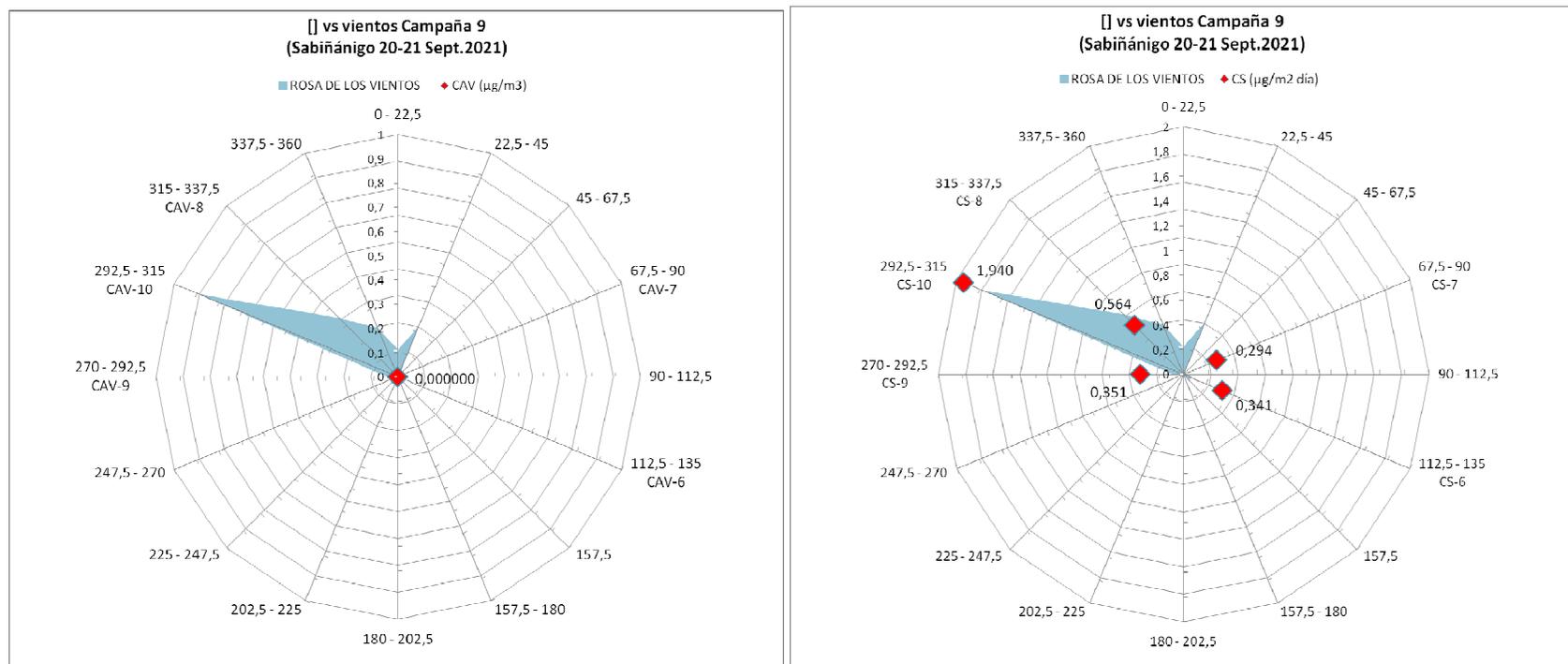
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,001	0,551	29,033	0,002

Figura 56. Campaña 7 (5-6 julio 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



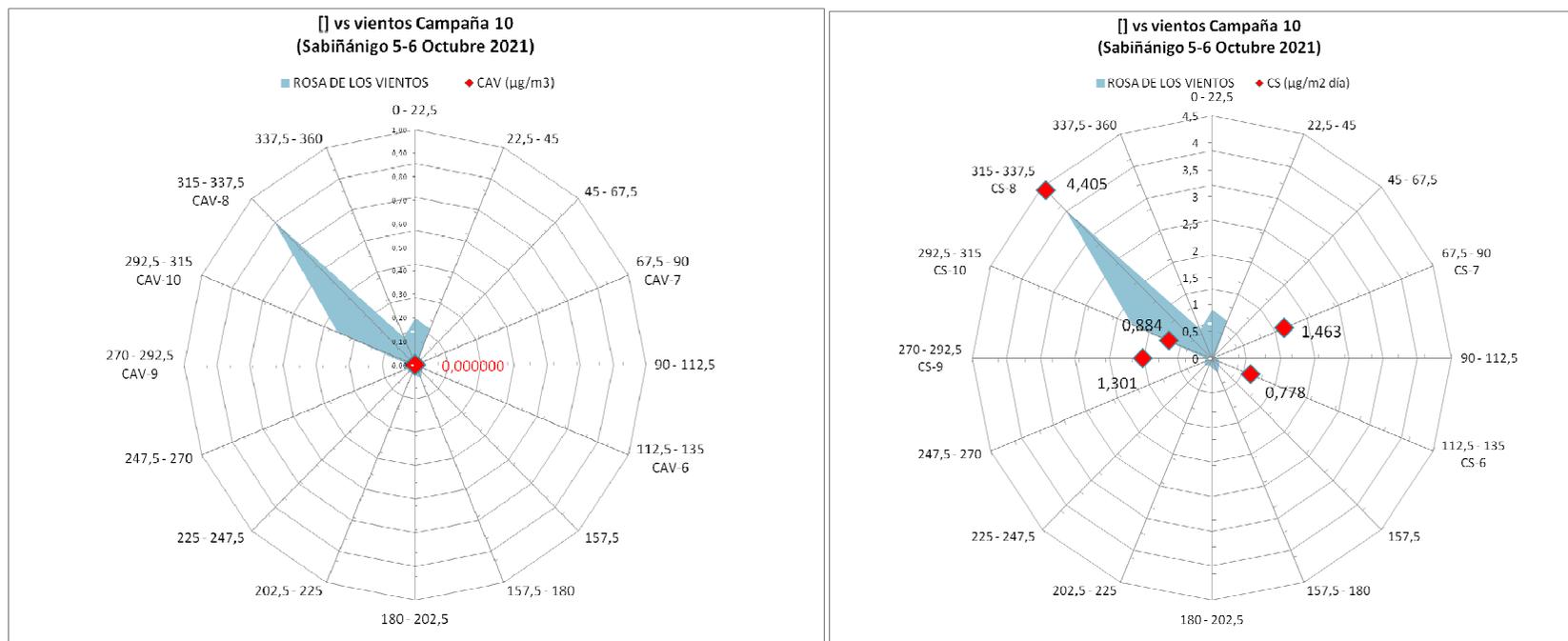
ANÁLISIS SUELOS LABORATORIO IPROMA				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	1,310	<0,05	36,370

Figura 57. Campaña 8 (2-3 agosto 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



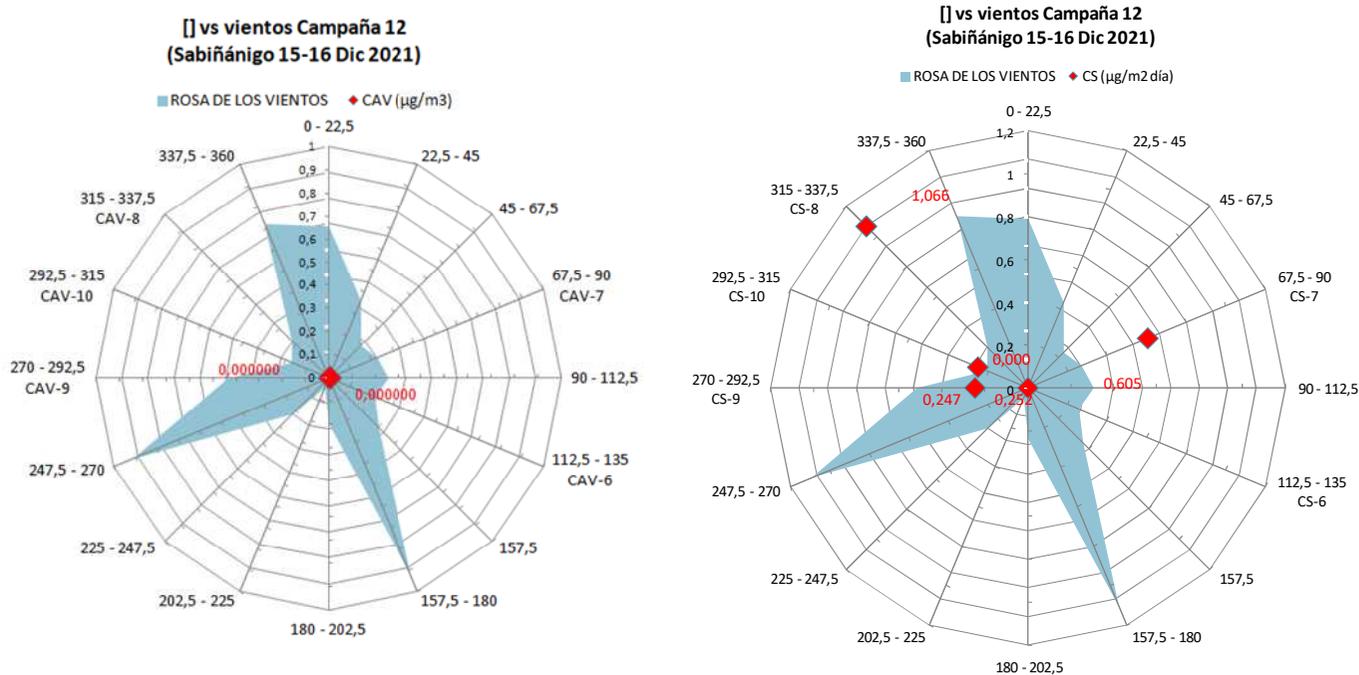
ANÁLISIS SUELOS - LABORATORIO PIRENARIUM				
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)	MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,002	0,391	18,066	0,002

Figura 58. Campaña 9 (20-21 septiembre 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



ANÁLISIS SUELOS LAB.I PROMA					
ISOMEROS	MS-6	MS-7	MS-8 (*)		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	<0,05	0,090	13,240		<0,05

Figura 59. Campaña 10 (5-6 octubre 2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.)



ANÁLISIS SUELOS Lab. PIRENARIUM - Lab. PIRENARIUM					
ISOMEROS	MS-6	MS-7 (*)	MS-8 (*)		MS-10
SUMA HCH (mg/Kg)	0,002	1,209	20,358		0,003

Figura 60. Campaña 12 (15-16 diciembre-2021), SABIÑÁNIGO. Rosa de los vientos. Captadores de Alto Volumen (izq.) y Sedimentables (drch.).

## 7. SÍNTESIS DEL SEGUIMIENTO

### ➤ **Apartado 3 (estaciones meteorológicas)**

- La estación meteorológica de Sabiñánigo ha presentado anomalías de registro entre 01/01 y 28/02 y de 01/03 a 31/05, en algunas de las variables. Estos datos se tomaron de la E.M.T de Sabiñánigo. En el caso de Sabiñánigo la incidencia se registra de 01/06 a 30/11 en la variable de Evaporación media e instantánea, tomando en este caso los datos de la E.M.T de Bailín.
- El día 09/12, en la E.M.T. Bailín, no se registró los eventos de ninguna de las variables, achacable a fallos de carga en las baterías.
- En Bailín, el régimen marcado de precipitaciones, confirma el histórico, siempre más abundantes en otoño (octubre-noviembre-diciembre, 173,5 mm) y primavera (abril-mayo-junio 204,8 mm) y ligeramente inferiores en invierno (enero-febrero-marzo, 115,8 mm) y verano (julio-agosto-septiembre, 121,5 mm). El año 2021 se situaría en la mitad de la serie de 12 años disponibles con 615,60 mm. El primer semestre ha sido el segundo menor en precipitación (320,6 frente a 353,9 mm de media). Y el segundo semestre el cuarto menor en precipitación (295 mm frente a 282,7 de media). Siendo junio el más lluvioso (82,9 mm). Septiembre y diciembre también han resultado lluviosos (con 70,2 mm y 70,7 mm respectivamente). Con una primavera con escasas precipitaciones, y un déficit de -80,6 mm. Se registra un periodo de 09/03 a 08/04 de 31 días sin precipitación.
- Señalar el carácter torrencial de algunas de las lluvias, 29,4 mm el 25/08, o las lluvias caídas en diciembre con un acumulado en el mes de 70,7 mm de ellos 61,8 mm cayeron de 04/12 a 10/12 (nieve y fuertes lluvias a posteriori) con un máximo de 29,2 mm el 10/12.
- Frente a las lluvias indicadas, se menciona también el periodo seco, con 23,6 mm acumulados en 61 días (de 25/06 a 25/08. De los 365 días, en 226 días no ha llovido y en 139 días se han acumulado 615,6 mm.
- Los vientos en el emplazamiento de Bailín, fluyen con una fuerte componente estructural del valle, canalizados por la litología de crestas, fluyen de WNW-NNW, de mañana y durante las horas centrales del día; y ESE-SSE, en horarios de madrugada y tarde generalmente. En verano, por las condiciones encajadas, el aire caliente fluye ladera arriba con dirección SSE (hacia el norte) y desciende por la noche con dirección NNE (hacia el Sur). Las velocidades medias más altas se registraron en

mayo (según datos de E.M.T.Sabiñanigo) y julio con velocidades entorno a 1,8 m/s y rachas medias que superaron los 8 m/s. Las velocidades máximas diezminutales para estos meses llegaron alcanzar valores entre los 14 a 15 m/s, generalmente en horarios de mañana, entre las 13:00 y las 15:00 horas, con dirección WNW (290º-300º). Las velocidades medias más bajas se identifican en otoño, entorno a 1 m/s, con rachas medias máximas inferiores a 3 m/s y rachas diezminutales máximas de 13,9 m/s, generalmente en horario de 15:00 a 20:00 h.

- o Las temperaturas medias más elevadas se han concentrado en los meses de verano, julio con 21,24°C y agosto con 21,54°C, con máximas de 35,8°C y 38,9°C respectivamente. Las medias más bajas se concentran enero con 1,04°C y mínimas que alcanzan los -14°C bajo cero. De febrero a abril las temperaturas se suavizan y las medias superan los 7°C, con mínimas que no bajan de -4°C (abril) y 1°C (mayo). Destacar máximas de 18°C en diciembre, con un promedio de 4,5°C (valor mínimo alcanzado en todo el mes -4,5°C de forma puntual, con pocas horas de heladas). La evaporación más alta se concentra en enero, febrero, marzo y agosto, siendo favorable el balance precipitación/evaporación en enero, abril, junio y diciembre.
- o La Estación Meteorológica de Sabiñánigo registró un acumulado de **619,60** mm totales que se han analizado en dos semestres. En el primero, aún incluyendo la primavera (156 mm) como periodo de máximas lluvias, el acumulado ha sido de 321,10 mm, siendo el cuarto semestre más seco de la serie de 12 años. Con un déficit respecto al histórico de -95,2 mm. Y mínimos en marzo (4,6 mm, -75 mm respecto a la media histórica) y mayo (29,9 mm, déficit de -38,8 mm respecto a la media). En el segundo semestre el acumulado ha sido aún menor, con 298,5 mm, siendo el quinto periodo de menos lluvia de la serie de 12 años. Con un mínimo en agosto (9,6 mm) y un máximo en septiembre (72,70 mm). Julio y agosto quedan como los meses de menor precipitación. Y octubre (71,7 mm) y diciembre (73,8 mm) como los de mayores acumulados.
- o Destacar la torrencialidad de algunas de las precipitaciones con un máximo de 30,5 mm en 24 horas el 23/11/2021 (superando a la primavera). En el inicio de otoño ha habido 24 días continuados sin lluvia (octubre) después de éste periodo se produjeron cinco días seguidos de lluvia (con un acumulado de 51,2 mm de 29/10 a 2/11). En el segundo semestre se han superado los días en los que ha llovido más de 10 mm, en 14 ocasiones y de ellas en 4 se superaron los 20 mm en un día.

Marzo, abril, septiembre y noviembre, han sido meses con sucesos de acumulados elevados e incluso en un solo día, con un cierto carácter torrencial

- Los vientos en Sabiñánigo tienen distribución preferente de NNW-ESE. Con componentes en verano de S-N distribución de mañana-noche por el calentamiento del aire en el propio eje del río y los ascensos y descensos hacia el norte. La intensidad del viento se mantiene muy constante a lo largo del año con valores medios por lo general que no superan los 2 m/s.
- El mes de mayo presenta las medias más altas, con 1,96 m/s de velocidad media y rachas medias máximas diezminutales de hasta 8,9 m/s. Las rachas máximas llegan a alcanzar los 15,95 m/s, con medias diezminutales máximas de 3,98 m/s.
- Las rachas medias diezminutales más elevadas se registran en febrero con 12,3 m/s y velocidades medias para el mes menores a las de mayo (1,7 m/s en el mes)
- Las rachas de velocidades máximas diezminutales, son las de marzo, con puntas de 26,4 m/s y medias máximas de 3,8 m/s, también enero (22,7 m/s rachas máximas y medias de 2,2 m/s). En junio y julio (19,7 m/s rachas máximas, y Vmedias máximas de 3,5 m/s)
- En cuanto al desarrollo y evolución, las velocidades más altas se registran en las horas centrales del día, con valores que se acercan a los 4 m/s de media y que ocasionalmente pueden superar los 6 m/s y llegar hasta los 16 m/s en sentido WNW hacia ESE. En horarios de tarde y hasta la madrugada, puede activarse la componente ESE estando situados a barlovento (lo que haría que virtualmente dispersara partículas hacia la población de Sabiñánigo) los focos del Vertedero de Sardas y la fábrica de Inquinosa. Por otra parte, durante las horas nocturnas, predominan los vientos en calma, por debajo de 1 m/s
- Los valores de temperaturas medias más elevadas, concentrados en los meses de verano, se han alcanzado en agosto (21,37°C) y julio (21,28°C), correspondiendo las mínimas con enero (1,04°C). Diciembre de 2021 ha tenido temperaturas más suaves con medias de 4,6°C y mínimas de - 3,9°C (sólo se ha alcanzado valores continuos durante algunas horas de la madrugada por debajo de - 3°C el 20/12/2021).
- No se han registrado heladas como el año anterior. Habiendo tomado los datos de junio a noviembre de la E.M.T. Bailin (comprobados como error en la E.M.T Sabiñánigo), el resto de registros se consideran correctos. Se observan los valores más altos de evaporación en enero (144 m), febrero (169 mm), marzo (147 mm),

Agosto (190,28mm bailín). Con un balance más favorable por las precipitaciones de junio, septiembre y diciembre

➤ **Apartado 4 (calidad cauces superficiales y escorrentías)**

- El emplazamiento de Bailín se encuentra dividido en subcuencas, para llevar control de las escorrentías y volúmenes tratados, dada la afección variable existente. Las derivaciones a cauce del Barranco de Bailín o río Gállego se realizan previo control de las escorrentías (29.000 m<sup>3</sup> desde Subcuenca I, celda nueva de HCH y 40.600 m<sup>3</sup> desde la subcuenca II E.T. de Residuos peligrosos y área entre Celdas). Si la concentración supera el valor de 50 ppb, se derivan a las balsas de tormentas y a la balsa de cabecera para depuración, previo paso por los filtros de arena y desbaste; en este caso y desde la Subcuenca II se han tenido que derivar por superar valores 19.000 m<sup>3</sup> para tratamiento.
- La concentración en el primer punto de control del protocolo de vigilancia del río Gállego (**MZ-0**, se tomaron 364 muestras), situado en el Barranco de Bailín no ha superado durante el año, en ningún caso, los 100 ppb estimados. El valor máximo de suma de HCH ha sido de 6,54 µg/L, el 10/05/2021. Los isómeros detectados más abundantes son beta y épsilon en 355 ocasiones, alfa 350 veces, delta en 340 ocasiones y gamma en 275 ocasiones.
- El cauce del Barranco se quedó seco en tres días en enero y seis en agosto.
- La cadena de puntos de control en el propio río Gállego, incluye 12 puntos además de los mencionados de control y derivación en los emplazamientos del vertedero de Bailín y el de Sardas. De aguas arriba (Jaca) hacia aguas abajo (Villanueva de Gállego), se controlan el Río Estarrún, el RG-01, el río Basa (RB-01), el RG-A-EDAR, RG-02, RG-05, RG-04, MZ-01, RG-03, MZ-2, MZ-3, MZ-4
- De ellos y por la particularidad de que se derivan caudales directamente del embalse de Sabiñánigo al punto MZ-01, se chequea el canal hidroeléctrico (RG-04), que discurre lateral y paralelo al cauce del río Gállego. Esto también se observa en MZ-2 (después de la presa de Carcavilla). El volumen de agua que circula por los canales laterales para turbinado pueden superar hasta en 10 veces el caudal por el propio cauce del río. En el caso del **RG-04** se han tomado 124 muestras, de ellas el máximo de 0,11 ppb (13/07/2021) con alfa-HCH con 0,07 ppb, otros isómeros en menor concentración son delta-HCH y gamma-HCH (el menor). Ningún día se ha superado el valor de intervención (0,5 µg/L). Realizando un supuesto sobre el volumen que

puede circular por el canal de turbinado (10m<sup>3</sup>/s) la masa que circuló el día 13/07 en 24 horas se situaría entorno a 95,4 gramos de suma de HCH.

- En el **RG-02** (después de RG-A-EDAR y antes de la incorporación del Barranco de Bailín) se tomaron 53 muestras, coincidentes con trabajos o pruebas en relación a la descontaminación con oxidantes y surfactantes. Aunque se venía registrando valores significativos, se decidió la ampliación de los muestreos, para vigilancia de los trabajos. En 19 ocasiones se detectó la presencia de alguno de los isómeros o residuos de su fabricación, sin superar los valores de intervención, el máximo 0,34 µg/L el 04/01/2021 con 0,29 µg/L de delta y 0,05 µg/L de épsilon. El promedio para todas las muestras en las que se ha detectado algún isómero es de 0,067 µg/L.
- En el **RG-05**, aguas a bajo del barranco de Bailín y previo al MZ-1 se tomaron 262 muestras, en el 75,6% se detecta algún isómero mayoritariamente el delta y alfa (sólo en una ocasión el gamma). La mayor el 08/01/2021 con un valor de 0,16 µg/L. El percentil 95 para todas las muestras se situaría por debajo de 0,1 µg/L, con un promedio de 0,038 µg/L. Llama la atención que mayoritariamente y entre 08/01 a 04/06 los isómeros detectados han sido delta y épsilon, para después y desde 04/06 detectarse de forma mayoritaria alfa y delta, no detectando ni épsilon, ni beta, ni gamma, se debe recordar que éste punto se sitúa aguas abajo e inmediatamente después de MZ-0 (donde se detecta mayoritariamente en octubre altos valores de épsilon, y de forma recurrente siempre alfa, delta, beta, épsilon y gamma, por orden de correlativo)
- En el **MZ-1** se han analizado 315 muestras. De ellas 290 integradas y el resto puntuales o parcialmente integradas (<24 horas). En 135 no se detecta ningún isómero (42,9%). En 180 de las tomadas (57,1%) se detecta la presencia de alguno de los isómeros, mayoritariamente alfa (176 ocasiones), gamma (en 6 ocasiones) y en una ocasión delta. La máxima concentración de suma de HCH se detecta el 28/12/2021 (con alfa con 0,07 µg/L y gamma-HCH con 0,03 µg/L). La media, de suma de isómeros, se situaría entorno a 0,023 µg/L. El percentil 95, indicaría que la distribución de carga se situaría 0,07 µg/L.
- Desde el Barranco de Bailín, y chequeado en el MZ-0, que recibe los vertidos de la depuradora y surgencias de contaminantes del valle, se aporta la mayor variedad de isómeros (mayoritariamente y en orden correlativo alfa, delta, épsilon y gamma). También señalar que el RG-02 también se ha detectado la presencia de delta y épsilon del 04/01 a 22/03 y no se ha detectado ninguno de los isómeros entre el

30/08 a 04/10. Y vemos que en el caso de RG-A-EDAR, apenas se detectan valores de presencia de isómeros de HCH (26/01 a 16/08). No se dispone de aforo para poder realizar valoraciones de las mezclas y los resultados de los distintos aportes en el cauce principal y en los laterales de aporte. Si bien los caudales desde el Barranco son muy escasos en comparación con los circulantes por el canal hidroeléctrico o el propio río

- En el RG-03, aguas abajo se han tomado 4 muestras, en una de ellas se detectó la presencia del isómero épsilon-HCH, en concentración de 0,02 ppb. El resto se situó por debajo del límite de detección para todos los parámetros.
- En el resto de puntos de control aguas abajo, e incluidos en el “Protocolo de Vigilancia del río Gállego” se han tomado 133 muestras en el MZ-2 (el 17/05/2021 se detectó la presencia del isómero gamma-HCH (0,03 µg/L). En el MZ-3, se tomaron 111 muestras, en 96 de ellas el valor se sitúa por debajo del límite de detección y en 15 ocasiones se detecta la presencia del isómero alfa y/o gamma, el valor más alto se detectó el 28/07/2021 con 0,26 µg/L. En el MZ-4, se ha tomado una muestra cada mes (12 unidades), no detectándose ningún valor por encima del límite de determinación.
- Las plumas más importantes identificadas se han registrado sobre todo en RG-02, RG-04, RG-05 y MZ-1, previsiblemente asociados a las actividades en relación a los focos de Vertedero de Sardas y antigua fábrica de Inquinosa en el caso del RG-04. Y por los trabajos y actividades desarrolladas en el emplazamiento de Bailín para descontaminación del sitio
- La capa M vierte directo al río, identificándose desde finales de 2020 y en algunos meses de 2021 afecciones en las muestras tomadas en el RG-02. Previsiblemente en relación con trabajos de investigación y pruebas de descontaminación con surfactantes y oxidantes. En ningún caso se ha superado el nivel de intervención (0,5 ug/L).
- En el caso del MZ-3, los valores detectados en septiembre del 25/08 a 25/09, con 101 mm medidos en la E.M.T, podrían justificarse por precipitaciones y remoción de sedimentos. Pero isómeros alfa y gamma en MZ-3, se detectan el 21/07 con 0,06 ppb de alfa y 0,02 de gamma y el 28/07 con 0,24 de alfa y 0,02 ppb de gamma. Pero y respecto a los datos del MZ-2 aguas arriba, no explicarían suficientemente su la presencia (en el MZ-2, alejado en el tiempo, se detectó un valor el 17/05 con 0,03 ppb pero sólo de gamma). Por otra parte, se detectan cantidades significativas en MZ-3 (que no alcanzan

el nivel de intervención) pero que no quedarían suficientemente explicadas por los eventos meteorológicos ni por las concentraciones aguas arriba.

- En síntesis y para control de la calidad en los cauces, se han tomado 1.695 muestras. El aumento respecto al número de unidades del año pasado se justifica por la necesidad de vigilancia durante la realización del ensayo Life Surfing, de oxidación de aguas subterráneas, que luego emergen al río Gállego, aguas abajo de la “Celda piloto de ensayo, capa M”.
- Durante el año, alguno de los puntos de control del río Gállego (MZ-1 con 0,11 µg/L el 28/02/2021 y en MZ-3 con 0,26 µg/L el 28/07/202) se ha superado el valor de 0,1 ppb, comunicándose en todos los casos a Gobierno de Aragón, según la cadena de comprobaciones y avisos.
- **Apartado 5 (calidad de los suelos)**
  - Los suelos **en el emplazamiento de Bailín** se han chequeado en el perímetro de los captadores y coincidiendo con las campañas de medición de calidad del aire (captadores de sedimentables y de alto volumen PM10). En total se ha realizado 12 campañas (en noviembre no se hizo campaña), tomando alguna muestra complementaria, coincidiendo con el estudio de comprobación de mediciones y gravimetrías en los medidores en continuo de partículas PM10, PM2,5 y PM1 (GRIMM-1 y GRIMM-2) situados en puntos de control de la red de medición de calidad del aire de Sabiñánigo y Bailín.
  - En Bailín se han tomado 56 muestras, no se ha detectado superaciones por encima de 0,5 mg/kg de suma de HCH (1 mg/kg uso industrial, 0,1 mg/kg uso urbano y 0,01 mg/kg otros usos, RD 9/2005).
  - Los valores más altos se obtienen en las posiciones MS-1 y MS-4 (0,456 mg/kg en la campaña de octubre en MS-1 y 0,484 mg/kg en la campaña de marzo en MS-4). En éste último caso el valor de MS-4 se ha incrementado porque durante las campañas de comprobación, el punto histórico, se trasladó al lado del GRIMM-1 (E.T. Residuos Peligrosos de Bailín), posición históricamente más impactada y con la presencia del vaso desmantelado al oeste del punto.
  - El valor medio para todo el emplazamiento de Bailín, en 2021, se situaría en 0,0456 mg/kg, con un percentil 98 de 0,438 mg/kg.
  - La ejecución de trabajos y movilización de tierras genera dispersión y resedimentación en puntos, por lo que se vigilan en relación a los valores que se identifican y se revisan respecto al histórico. Los más importantes realizados duratne

2021, fueron la poda y limpieza de arbustos, maleza, y cunetas en febrero-2021. El reacondicionamiento del vial de acceso a las instalaciones de Bailín, con escarificación y reposición del aglomerado asfáltico, para el empalme de acceso desde N-330 hasta la depuradora de Bailín. Ejecutado en agosto, con extendido de una nueva capa de zahorras, no produjeron en ningún valor reseñable ni en suelos ni partículas en aire.

- En la campaña de octubre (07 a 08-de octubre-2021), relacionado con las obras y el tráfico de vehículos pesados para acondicionamiento del vaso de Industriales no Peligrosos <tras el incendio del paquete de impermeabilización) y su reparación, se generó un máximo en partículas sedimentables (CS-3) en octubre que no tiene correspondencia con su homólogo en suelos MS-3 (0,001 mg/kg)
- Hay baja correlación de resultados analizados en laboratorio externo (IPROMA) en febrero, julio y septiembre. Los resultados están por debajo de límite acreditado (“<0,05 mg/kg”).
- **En Sabiánigo** se han tomado 45 muestras en doce campañas (2 desechadas por error de manipulación del laboratorio), los puntos se emplazan en las proximidades de los captadores de partículas sedimentables y de alto volumen (PM10) y en un radio de unos dos kilómetros desde el vertedero de Sardas y la Fábrica de Inquinosa. El emplazamiento de los puntos MS-8 y MS-7 se modificó arreglo a los estudios con los medidores en continuo GRIMM-1 y GRIMM-2.
- De Enero a diciembre el punto MS-8 se cambió al lado del GRIMM-2 y desde mayo-2021 a diciembre el punto MS-7 se muestrea al costado del GRIMM-1, en la parcela al norte de la fábrica de Inquinosa. Ambos han aumentado en la carga de contaminantes respecto al histórico.
- La concentración de la posición CAV-8/CS-8/MS-8 (GRIMM-2) siempre se ha detectado más elevada que el resto de posiciones. Pero en 2021 se ha muestreado íntegramente en la posición del GRIMM-2, y el MS-8 ha ofrecido el máximo anual de 2021 para todas las posiciones, con un valor en mayo de 141,91 mg/kg y en junio 67,84 mg/kg. Indicando en este caso que el suelo tendría la consideración de residuo. Como se señalaba en Decisión 2014/955/UE, sobre los contaminantes recogidos en la tabla del Anexo IV del Reglamento 850/2004, que indicaba que serían clasificados como residuos peligrosos cuando las concentraciones en que estén presentes sean iguales o superiores a las indicadas en la mencionada tabla. Si bien y aunque se derogó en el artículo 21 del Reglamento (UE) 2019/1021 del

Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2019 sobre contaminantes orgánicos persistentes (versión refundida) se indicaba que las referencias al Reglamento derogado, se entenderán hechas al Reglamento vigente con arreglo a la tabla de correspondencias que figura en el anexo VII y donde se señala la concentración límite en 50 mg/kg Hexaclorociclohexanos, incluido el Lindano.

- El valor medio para Sabiñánigo considerando todos los puntos menos el MS-8, se situaría en el entorno del histórico, con el MS-7 de referencia (también ha aumentado la concentración respecto al histórico) así estaría entre 0,01 mg/kg  $>[MS-7] \leq 1$  mg/kg, pudiéndolo situar por debajo de los 0,5 mg/kg en general.
- Pero si se tiene en cuenta los valores que se ha detectado en MS-8, la media para el emplazamiento de Sabiñánigo se situaría en 7,3 mg/kg. El percentil 98 se dispara hasta los 79,7 mg/kg con una desviación estándar de 24. Resultando recomendable la valoración detallada de la zonas correspondientes y la realización en el caso de de ser necesarias intervenciones, de un análisis detallado de los riesgos. Y ante intervenciones o trabajos dentro de las parcelas aledañas a la fábrica, la realización de estudios de detalle y caracterización.
- Los valores reflejados en el boletín de análisis, están sobreestimados, al reflejarse el sumatorio de concentración de los cinco isómeros, por lo que la condición de superación debería realizarse descontando la masa determinada de isómeros delta y epsilon (de forma general siempre en menor concentración que los otros tres, alfa, beta y gamma), pudiendo de una campaña a otra modificarse la proporción en la que se presentan los isómeros y por tanto situarse en el límite de uso industrial (1 mg/kg), uso urbano (0,1 mg/kg), o bien superar la de otros usos (0,01 mg/kg).
- Según los datos externalizados, la correlación de resultados obtenidos en laboratorio externo frente a los analizados en el laboratorio Pirenarium es baja.
- La correlación entre partículas sedimentables y muestras de suelos resulta baja en algunas campañas, sin una clara relación entre el suceso meteorológico (se analiza sobre todo los vientos como vector dispersivo) y la cantidad registrada en el captador y en su muestra de suelo correspondiente, habiendo muestras con concentración apreciable pero sin masa en sedimentables o al revés. Las posiciones MS-1, MS-2 en Bailín y MS-8, MS-7 son las que presentan mayor cantidad de masa de contaminante en el suelo.

➤ **Apartado 6 (calidad del aire)**

- Se dispone de estudios sobre la aerología en las dos zonas de Bailín y Sabiñánigo. En el último caso además se ha realizado un modelo dispersivo (año 2019), de cara disponer de estudios frente a los trabajos de desmantelamiento de la fábrica de Inquinosa. Las direcciones preferentes y la dispersión de partículas según las direcciones de los vientos resulta predominantemente de componente WNW-ESE, con ligeras variaciones de tarde-noche en la componente N-S, siempre en relación al calentamiento del aire (ascenso por las laderas y hacia el norte) y descenso de aire frío por la tarde-noche hacia el Sur.
- La red de puntos se componen de cuatro emplazados en Bailín (y uno en Pirenarium, Sabiñánigo), además de cinco puntos emplazados en Sabiñánigo (ver Anexo II, planos). En ellos se miden partículas sedimentables ( $>10 \mu\text{m}$ ), partículas en suspensión (PM10). También se explota una red de puntos para medición de gases (en los mismos emplazamientos UTM ETRS89 H30) con asesoramiento y análisis de los resultados por parte del CIEMAT.
- **Respecto a los gases** se dispone de los resultados de las diez campañas (M65-M75) realizadas entre 24/11/2020 y 03/11/2021, con el análisis de 120 muestras.
- Se confirman los datos históricos, con las posiciones CAP-1, CAP-2 (Bailín) y CAP-8, CAP-7 (sabiñánigo), como de más afección. Encontrando desde la primavera de 2021 un repunte en CAP-7 con aumento de gamma-HCH frente al histórico, incluso más que en el CAP-8 (cambio de patrón de isómeros), se considera con origen en los trabajos de perforación y bombeo de fase en el meseta del vertedero de Sardas. Habiendo también detectado en la posición CAP-9 mayor concentración en isómero gamma, respecto a sus homólogos CAP-6 y CAP-10, valores elevados que confirman el punto Captador-9 > CAP-6 y CAP-10, en éste isómero, aunque las concentraciones de suma de isómeros en estas posiciones son bajas en relación a lo que se viene midiendo en CAP-8 y CAP-7.
- De todos los datos por campañas, la concentración más alta se registró en junio-julio 2021 con 223,5 ng/m<sup>3</sup> en la posición CAP-1 (0,2235  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , suma de isómeros) estando alfa y gamma muy por debajo de los límites de referencia indicados:
- Las concentraciones que se obtienen para pentaclorobenceno (PeCB) en la posición de Sardas (CP-7) y Sabiñánigo (CAP-10) en pg/m<sup>3</sup>; en valor medio, valor máximo y mínimo, son varios ordenes de magnitud más elevadas que en otros puntos de España. Siendo los valores de Hexaclorobenceno (HCB) similares en ambos puntos e inferiores

a 0,002 mg/m<sup>3</sup>, que es el valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED®) establecido por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo e inferiores al valor de concentración de referencia (RfC = 0,003 mg/m<sup>3</sup>) establecido por CalEPA.

- Todos los datos de concentración obtenidos en los diferentes puntos de los emplazamientos de Bailín y Sabiñánigo, son inferiores a 0,5 mg/m<sup>3</sup>, que es el VLA-ED para  $\gamma$ -HCH (VLA-ED, valor límite ambiental de exposición diaria) establecido por el Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo.
- En ninguno de los muestreos realizados y en ninguna de las posiciones, se superan tampoco los valores de concentración de referencia del  $\alpha$ -HCH (RfC = 0,00025 mg/m<sup>3</sup>=0,25  $\mu$ g/m<sup>3</sup>) establecido dentro del marco del Convenio de Estocolmo para el perfil de riesgos en el caso de este tipo de sustancias, y determinado mediante el estudio de toxicidad en el hígado de las ratas, y en donde se determinó un valor de 0,025 mg/m<sup>3</sup>, aplicando un factor de incertidumbre de 100.
- Tampoco se ha superado el valor de la concentración de referencia del  $\gamma$ -HCH (RfC = 0,0003 mg/m<sup>3</sup>=0,3  $\mu$ g/m<sup>3</sup>) establecido por la Agencia de Protección Ambiental de California en ninguno de los puntos tomados en éste semestre.
- Las concentraciones están influidas por los trabajos, las condiciones meteorológicas (los vientos, la temperatura y la humedad). El patrón de temperatura influye como se ha señalado sobre todo en las posiciones de muestreo de Sabiñánigo, al aumentar la concentración en los puntos con la llegada del verano (se observa claramente en los muestreos de abril a septiembre) aspecto a tener en cuenta de cara a la programación de trabajos.
- **Respecto a las campañas de partículas** (sedimentables+PM10), con intención de valorar internamente las mediciones en continuo que realizan los medidores laser, frente a las gravimetrías que se viene ejecutando, se realizaron más campañas de las 12 habituales (22 en el caso de Bailín y 24 en el caso de Sabiñánigo). Y se tomaron 132 muestras en Bailín y 142 en Sabiñánigo.
- Se consideran válidas en el caso de Bailín, 61 de las tomadas en los captadores de sedimentables (CS) y 60 de las tomadas en los captadores de alto volumen (CAV. Se perdiendo cinco de sedimentables por la rotura de envases. Y seis de alto volumen por fallos de funcionamiento en los captadores y una por error de manipulación.
- En el caso de Sabiñánigo, fueron válidas 70 CS y 69 CAV. Dos de las muestras de captadores de alto volumen (CAV) se perdieron por fallos en el equipo y una de captadores sedimentables se perdió por fallo de manipulación

- En la legislación no se especifica nada respecto a la concentración límite o umbral de no superación para estos contaminantes, por lo que se decidió adoptar, por parte de Gobierno de Aragón y respecto a las partículas sedimentables, los valores indicados en la A.A.I del desmantelamiento del vertedero de Bailín respecto a las partículas sedimentables no superando el umbral de **60  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  día de suma de HCH** para protección de los suelos por partículas de deposición con isómeros de HCH: Y respecto a las partículas de HCH en PM10, se decidió adoptar lo indicado en el RD 833/75, donde se señala que los contaminantes no incluidos en el Anexo III del citado Real Decreto, no podían superar la treintava parte (1/30) de la concentración máxima permitida para el ambiente interior de explotaciones, según Reglamento 2414/61 de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP). Adoptándose el **valor máximo de 1,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  media diaria por isómero (8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )** para las partículas PM10.
- Se compara también con los umbrales planteados y aún en estudio, para el desmantelamiento de la fábrica de Inquinosa, en el que se adoptan valores umbral para PM10, media diaria en inmisión des 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y para la suma de isómeros HCH, en esa concentración, se plantea un umbral de 5,6 x10-5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en inmisión (0,000056  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- **En Bailín**, respecto a los datos indicados de vigilancia por Gobierno de Aragon y comparando los resultados obtenidos, ninguna muestra de los captadores (CAV, alto volumen ó CS, partículas sedimentables) supera las consideraciones indicadas de 1,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en los CAV, ni 60  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  en los CS. El valor más alto de CAV se obtiene en CAV-4 en la campaña de febrero (3,15236 x10-5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Respecto a los valores y umbrales en estudio para actuaciones a gran escala, en las campañas de febrero (de 23/02 a 24/02) y primera de marzo (03/03 a 04/03) se supera ligeramente el valor de PM10 indicado como umbral, en el que se marcaba la no superación en media diaria, en aire ambiente, de más 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Los valores de especiación (5,6 x10-5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en inmisión) no se han superado.
- Los trabajos ejecutados en Bailín, de febrero a diciembre, no han tenido repercusión o incidencias sobre los puntos y campañas de muestreo. Aunque los valores de superación de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pueden estar en relación con los trabajos de limpieza, desaterrado de cunetas y podas de limpiezas, también se ha observado que pueda tener influencia los episodios de intrusión de partículas externas (polvo sahariano)
- La **concentración más alta de partículas PM10** se obtuvo en el CAV-4, en el mes de febrero, con una masa total de PM10 de 5,18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y una masa especiada de suma

de HCH de  $3,15 \cdot 10^{-05} \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En el caso de **las partículas sedimentables** el captador CS-3, presentó, el valor más alto en octubre (07/10 a 8/10) con una concentración  $13,05 \mu\text{g}/\text{m}^2$  día y un peso total de partículas de 1 mg (1000 microgramos).

- El valor de fondo especiada para el emplazamiento de Bailín en PM10 en 2021 se situaría en media en  $1,9 \cdot 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en  $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^2$  día para las partículas sedimentables. Siendo el valor medio anual en masa para las gravimetrías de PM10 de  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  según medidor continuo GRIMM-1) y la masa total media de sedimentables se situaría entorno a los 2,15 mg.
- **En Sabiñánigo**, los valores más altos **de partículas PM10 especiadas** se detectó en la campaña de febrero de 02/02/2021 a 03/02/2021 (24 horas), con un valor de  $5,67 \cdot 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ , su valor de PM10 totales fue de  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (muy bajo).
- En el caso de las **partículas sedimentables especiadas**, el valor más alto de partículas se obtuvo en la campaña de 31/05 a 01/06 con una concentración especiada de  $16,6 \mu\text{g}/\text{m}^2$  día, con valor de masa total de 9,1 mg. La cantidad de partículas PM10, obtenidas en su par de alto volumen fue de  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (estando el valor especiado por debajo del límite de determinación  $<0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Se debe señalar, que en la campaña de 04 a 05/03/2021 se superó también, en todos los captadores, la concentración de PM10 en todas las posiciones (según Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire,  $<50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con un valor media diaria en CAV-7 de  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en CAV-8 de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , en CAV-9 de  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en CAV-10 de  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y el máximo de  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la posición del CAV-6 . Y por tanto también se superó el valor de referencia en estudio de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Además estos valores también serían superados ligeramente en la posición del captador CAV-8 (al costado del GRIMM-2) en las campañas de febrero entre el 23/02 a 24/02 (con un valor de  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y en la de 30/03 a 31/03 con un valor de  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- **El valor de fondo especiado para PM10 se situaría en media en  $7,03 \cdot 10^{-6} \mu\text{g}/\text{m}^3$  y en  $2,65 \mu\text{g}/\text{m}^2$  día para las partículas sedimentables**. Siendo el valor medio anual de las gravimetrías realizadas para PM10 de  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  según medidor continuo GRIMM-1 y GRIMM-2) y la masa total media de sedimentables se situaría entorno a los 2,31 mg).
- Señalar que el único valor de superación de la especiación de captadores de PM10, respecto al umbral en estudio y considerado para grandes actuaciones de

descontaminación ( $0,000056 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se ha generado en el punto más alejado de los focos y topográficamente más alto (CAV-9), en la campaña de febrero.

- No hay buena correlación entre captadores y la masa que se registra en cada uno, y en relación a las muestras de suelos. Por otro lado, la necesidad de utilizar los mismos equipo y captadores en dos emplazamientos distintos alternando posiciones (Bailín y Sabiñánigo), ha generado la contaminación remanente de los equipos y la aparición de datos con cierta incertidumbre en alguno de los resultados. Sobre todo en los captadores de sedimentables. Llamando la atención que no se presente registro de partículas PM10 ni de suelos y sí concentración de partículas sedimentables, con vientos considerados calmas o flojos. En el análisis de las muestras se comprueba que no hay partículas insolubles y son todas solubles. Por otro lado, los valores encontrados no incumplirían la concentración de referencia en las campañas.
- Se considera que resultaría recomendable disponer de equipos y posiciones fijas para los mismos, con cabezales PM10 de alto volumen (incluso varios de 2,5 micrones para valoración de este tipo de partículas). Y embudos para captación de partículas sedimentables en exclusiva y para cada punto y posición a caracterizar, tanto en Sabiñánigo como en Bailín. Estos equipos de nueva adquisición permitirían la caracterización única y la eliminación de posibles concentraciones residuales tras la limpieza de los equipos, aminorando las incertidumbres que ahora mismo se presentan en los captadores de Alto Volumen y de Sedimentables (sobre todo), ya que en ocasiones y según los procedimientos de lavado de equipos y análisis de blancos, se detecta más masa soluble en el blanco que en la propia muestra. Ver figura 20 y figura 21.
- Los equipos y de cara a proyectos o trabajos específicos resultaría aconsejable guardarlos protegidos en cada emplazamiento, no siendo trasladados en cada campaña, eliminando así la posible contaminación cruzada en el traslado.

En Zaragoza, a febrero de 2022