

# Muestreo y análisis del polvo respirable depositado en exteriores e interiores del CEIP El Quiñón, Seseña

## Segundo Informe



Realizado en colaboración entre:

Departamentos de Medio Ambiente y Tecnología del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), e

Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IDAEA-CSIC)

Que forman parte de la Unidad Asociada en Contaminación Atmosférica I



13 de junio de 2016

## **Autores**

En los trabajos reflejados en el presente informe han participado:

### **CIEMAT – Unidad de Caracterización de la Contaminación Atmosférica y COP del Departamento de Medio Ambiente:**

Begoña Artíñano, Elías Díaz Ramiro

María de los Ángeles Martínez Calvo, Paloma Sanz Chichón, Adrián de la Torre Haro, Irene Navarro Martín, María Beatriz Horcajuelo Herrero, Diana Matey Martín

### **CIEMAT – División de Química del Departamento de Tecnología:**

Rosa M<sup>a</sup> Perez Pastor, Susana García Alonso

### **CSICIDAEA:**

Marco Pandolfi, Fulvio Amato, Andrés Alastuey, Mercé Cabañas, Rebeca Vázquez, Xavier Querol

## INDICE

<b>1. Antecedentes y objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Metodología .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Resultados .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Recomendaciones .....</b>	<b>21</b>
<b>5. Referencias .....</b>	<b>21</b>
<b>6. Anexo I .....</b>	<b>22</b>

## **1. Antecedentes y objetivos**

El incendio del vertedero de neumáticos de Seseña ocurrido en la madrugada del 13 de mayo de 2016 dio lugar a la emisión de grandes cantidades de material particulado atmosférico en suspensión (PM) rico en material carbonoso y cantidades menores de algunos metales típicamente presentes en los neumáticos, como el zinc (Zn), y azufre.

Durante la primera fase del incendio se produjo una combustión ineficiente del material allí depositado que dio lugar a una gran columna de humo negro, que debido a las condiciones de temperatura de combustión, y a la situación meteorológica dominantes en las primeras 24 horas tras el inicio del incendio, generó un transporte de la nube que alcanzó decenas e incluso varias centenas de kilómetros, transportado por un viento sinóptico procedente de la dirección Noroeste. Al irse agotando el combustible e ir variando las condiciones de combustión, en parte debido a las actividades llevada a cabo por las dotaciones de bomberos y los grupos de intervención desplazados para reducir y sofocar el incendio, la nube tóxica fue cambiando de características, tanto visibles (variando hacia un color más pardo y gris amarillento), como en dimensiones, dispersión y transporte. Debido a cambios en las condiciones meteorológicas que en las siguientes semanas dieron lugar a situaciones de calmas y vientos locales de carácter débil, el transporte del penacho de humo podría desembocar en el impacto directo sobre las poblaciones y áreas más cercanas al foco del incendio, como la Urbanización “El Quiñón ” en el municipio de Seseña o el propio municipio.

Por otra parte, tal como ya se expuso en un primer informe CSIC-CIEMAT del 30 de mayo de 2016 “Muestreo y análisis del polvo respirable depositado en exteriores e interiores del CEIP El Quiñón, Seseña “ cabía la posibilidad de que las cenizas del incendio, en vías de extinción, fueran resuspendidas y transportadas ocasionalmente, dependiendo de las condiciones meteorológicas, hacia esta Urbanización, por lo que se recomendaron medidas de limpieza como el lavado de patios, caminos, campos de juego y accesos al colegio CEIP El Quiñón repetidamente, al menos 1 vez al día, antes de que accedieran los alumnos a dicho colegio.

En el primer informe se expuso la metodología de muestreo de polvo respirable depositado y los resultados de las muestras recogidas el día 26 de mayo de 2016, entre 11.15 y 14:30 h en el CEIP El Quiñón y entre 16:00 y 19:00 h en el CEIP Miguel Delibes de la localidad de El Viso de San Juan en Toledo. Dicha localidad, separada unos 22 km del foco del incendio en la dirección oeste, fue elegida como referencia dado que la probabilidad de impacto de la nube tóxica era muy baja, una vez analizados los datos meteorológicos y la distribución de los vientos (rosa de vientos) desde el inicio del incendio. Como se ya se indicó se realizaron medidas de la carga de depósito de PM10 (partículas respirables, o inferiores a 10 micras, siendo una micra la milésima parte de un milímetro) en los patios y en las aulas del colegio.

El presente informe recoge los resultados del muestreo realizado en el CEIP El Quiñón el viernes 03 de junio de 2016, con objeto de evaluar la eficacia de las medidas efectuadas dirigidas a la limpieza del colegio y eliminación de agentes y compuestos nocivos. Se aspiraron

igualmente las superficies de patios e interiores de aulas, con un dispositivo aspirador equipado con cabezal de corte de PM respirable (PM10). Tras el corte de 10 micras las partículas se retuvieron en un filtro ultrapuro de microfibra de cuarzo y se determinó, tanto la cantidad de PM respirable depositado por metro cuadrado, como la de los metales e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), habiendo concluido en el anterior informe sobre la necesidad de analizar trazadores y compuestos específicos, dado que la masa de partículas depositadas no era un buen indicador del impacto del incendio. Para el análisis de metales se recogieron también muestras de PM depositado superior a 10 micras, encontrando mayor cantidad de material particulado grueso en el interior de las aulas que en las instalaciones deportivas del exterior, probablemente debido a los baldeos de las superficies externas.

Adicionalmente, en el presente informe se recogen los resultados relativos al análisis de policlorodibenzo-para-dioxinas y policlorodibenzofuranos (PCDD/F) y bifenilos policlorados (PCB), correspondientes al muestreo de polvo respirable realizado el 26 de mayo de 2016.

## 2. Metodología

Se recogieron muestras de partículas respirables (con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras - 10  $\mu\text{m}$ ) depositadas en superficies del interior y exterior de el colegio CEIP El Quiñón (Seseña), situado a 700 m al Este del incendio de neumáticos (Figura 1).



*Figura 1. Situación de los CEIP El Quiñón (superior) y Miguel Delibes (inferior) y de los puntos de muestreo (estrellas) en el interior y exterior.*

Las muestras fueron recogidas mediante un muestreador (patente ES2409804B1) por aspiración para partículas depositadas respirables (o PM10, Figura 2). Las partículas se aspiran

(28 L/min) durante 10 minutos sobre 1 metro cuadrado ( $m^2$ ) de superficie y se recogen en filtros de fibra de cuarzo Pallflex, previamente acondicionados y pesados; y mediante posterior análisis gravimétrico es posible cuantificar la carga de partículas respirables depositadas por  $1 m^2$ . Con el objetivo de recoger suficiente muestra para los análisis químicos, los filtros del interior se utilizaron para 1 metro cuadrado en dos aulas distintas, durante 10 minutos en cada una, con un total 20 minutos de aspiración y 2 metros cuadrados muestreados.

El muestreo se realizó el día 3 de junio de 2016, entre las 09:50 y las 13:30 hora local:

En total se recogieron las siguientes 7 muestras:

- 2 filtros de partículas respirables en el interior (aulas de la primera planta) del CEIP El Quiñón (Seseña)
- 3 filtros de partículas respirables en el exterior (campo de fútbol) del CEIP El Quiñón (Seseña)
- 1 muestra de partículas  $>10 \mu m$  en el interior (aulas de la primera planta) del CEIP El Quiñón (Seseña)
- 1 muestra de partículas  $>10 \mu m$  en el exterior (campo de fútbol) del CEIP El Quiñón (Seseña)



*Figura 2. Muestreo de partículas respirable depositadas en el interior y exterior del colegio El Quiñón (Seseña) el día 03 de junio de 2016.*

Una vez pesados, se ha procedido al análisis de los filtros muestreados, para la determinación de elementos mayoritarios y en traza (laboratorios del CSIC) e hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas y furanos y bifenilos policlorados (laboratorios del CIEMAT).

### 2.1 Análisis de metales (IDAEA-CSIC)

El tratamiento de muestras para el análisis para metales se llevó a cabo mediante digestión ácida con 5 ml HF, 2.5 ml  $HNO_3$ , 2.5 ml  $HClO_4$  en estufa a  $90^\circ C$  (para partículas  $>10 \mu m$  con 7.5 ml de HF, 2.5 ml  $HNO_3$ , 2.5 ml  $HClO_4$ ) durante 6 horas, secadas en placa a  $220-240^\circ C$ ,

recuperada en una solución de 25 ml de agua MilliQ + 1.2 ml de HNO<sub>3</sub> y centrifugada para la determinación de componentes mayoritarios y en traza mediante Espectrometría de emisión atómica y de masa de plasma acoplado inductivamente (ICP-AES y ICP-MS, respectivamente).

## 2.2 Análisis de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (CIEMAT)

Los filtros se han pesado y dividido en dos porciones para su análisis. La primera se ha extraído con cloruro de metileno mediante agitación mecánica y ultrasonidos, y el extracto se ha analizado mediante HPLC/FI y ultravioleta.

La segunda porción se ha extraído con DCM:MeOH en ultrasonidos. El extracto concentrado se ha analizado mediante GC/MS en modo SIM.

### Determinación de HAP mediante HPLC/FI

Cada una de las alícuotas fueron pesadas y extraídas con volúmenes de 2.5 mL de cloruro de metileno mediante ultrasonidos y agitación mecánica. El protocolo analítico de cada extracción se realizó al menos por triplicado para asegurar eficiencia de extracción y el extracto resultante fue reunido, filtrado y concentrado bajo corriente de nitrógeno a un volumen final de 100  $\mu$ L (acetonitrilo). Las condiciones cromatográficas aplicadas para el análisis de los compuestos incluyeron: empleo de una columna de C18 y a temperatura constante de 36.7 °C, a un caudal de 1.5 ml/min y gradiente de 25% (acetonitrilo) hasta el 100% en 30 minutos. La cuantificación se efectuó mediante calibrado externo con disoluciones cubriendo el intervalo dinámico lineal comprendidas entre 10 – 1000 ng/mL. Los coeficientes de correlación estuvieron por encima de 0.999.

<u>Condiciones</u>	<u>Condiciones de fluorescencia</u>	<u>condiciones de ultravioleta v</u>
Columna: Supelcosil C18 (5 $\mu$ m).	FD detección: $\lambda_{exc}/\lambda_{em}$	Ultravioleta visible: $\lambda$
Gradient, 1.5 mL/min	0' min – 280/320	0 min - 223
2' – 45/55	13.10' – 250/360	14.4 – 240
28' – 100/0	14.15' – 250/370	20.6-287
31' – 100/0	16.65' – 250/370	24.2-295
33' – 45/55	19.10' – 270/390	
37' – 45/55	21.80' – 300/430	

### Determinación de HAP mediante GC/MS

El método analítico utilizado se basa en el utilizado por Alier et al. (2013).

- Previo a la extracción, se marca la mitad del filtro con 25  $\mu$ L de un patrón de “surrogates”: antraceno-d10, benzo(a)antraceno-d12, benzo(k)fluoranteno-d12 y benzo(g,h,i)perileno-d12.

- La extracción se realiza por triplicado con 5 mL de diclorometano:metanol (2:1 v/v) en ultrasonidos durante 15 minutos.

- Se filtra el extracto resultante en membrana de teflón de 22 µm, y se concentra hasta sequedad en corriente de nitrógeno. Se redisuelve en 0,5 ml de hexano:diclorometano (9:1 v/v).

- El extracto se concentra en corriente de nitrógeno hasta 50 µL, y se le añaden 5 µL del patrón interno pireno-d10.

- Se inyecta en un GC/MS Agilent 6890/5975B, equipado con una columna DB5MS (30m, 0,25 mm x 0,25 µm). La temperatura del horno comienza en 50 °C, y se calienta hasta 90 °C (100 °C/min), manteniéndose 5 min, después hasta 200 °C (5 °C/min), hasta 300 °C (10 °C/min), y hasta 320 °C (20 °C/min), manteniéndose durante 7 minutos.

Se inyectan 2 µl en un inyector split-splitless, que se mantiene a 280 °C. La temperatura de la fuente de iones se mantiene a 230 °C, y el cuadrupolo a 150 °C. Se utiliza helio como gas portador a 1 ml/min. El detector de MS opera en modo SIM. En la Tabla se indican los compuestos cuantificados, así como los iones seleccionados para su monitorización.

### 2.3 Análisis de Contaminantes orgánicos persistentes (CIEMAT)

#### Compuestos orgánicos persistentes (COP) analizados

- **Σ PCDD/F:** 2378-TCDF, 12378-PeCDF, 23478-PeCDF, 123478-HxCDF, 123678-HxCDF, 234678-HxCDF, 123789-HxCDF, 1234678-HpCDF, 1234789-HpCDF, OCDF, 2378-TCDD, 12378-PeCDD, 123478-HxCDD, 123678-HxCDD, 123789-HxCDD, 1234678-HpCDD, OCDD.
- **Σ PCB no-orto** (bifenilos policlorados no-orto sustituidos): 77, 81, 126, 169.
- **Σ PCB mono-orto** (bifenilos policlorados mono-orto sustituidos): 123, 118, 114, 105, 167, 156, 157, 189.
- **Σ PCB mayoritarios:** 28, 52, 101, 153, 138, 180.

#### Metodología empleada

La determinación analítica del contenido de contaminantes orgánicos persistentes, COP, es una tarea ardua y compleja, ya que existen una serie de problemas asociados a la misma:

1. Determinación de concentraciones muy bajas, entrando en el campo del análisis de ultratrazas.
2. Presencia de un gran número de sustancias interferentes a concentraciones mucho más elevadas que las de los compuestos de interés.
3. Necesidad de una determinación lo más exacta posible, especialmente de aquellos isómeros con propiedades más tóxicas (17 congéneres 2,3,7,8 clorosustituidos en el caso de PCDD/F; 12 congéneres con factor de equivalencia tóxica en el caso de PCB).
4. Dificultades adicionales en el muestreo de efluentes dinámicos, como es el caso del aire.



Por consiguiente, la metodología utilizada para realizar el análisis de COP debe ser lo más sensible (que permita bajos límites de detección), selectiva (que diferencie los analitos de las interferencias), específica (que diferencie isómeros posicionales), exacta y precisa (que mida bajas concentraciones con la menor dispersión) posible para poder resolver los problemas anteriormente mencionados.

El procedimiento necesario para la determinación de COP, y más concretamente, para PCDD/F y PCB, consta de las siguientes etapas:

1. Toma de muestra, condicionada al tipo de matriz y al estado físico de la misma.
2. Pretratamiento de la muestra en función de su naturaleza.
3. Extracción de los analitos de la forma más selectiva y cuantitativa posible.
4. Purificación y fraccionamiento del extracto para eliminar el mayor número de sustancias interferentes.
5. Separación específica de los diferentes congéneres por cromatografía de gases de alta resolución (HRGC).
6. Detección sensible y selectiva de los compuestos objeto de análisis mediante espectrometría de masas en alguna de sus modalidades: alta (HRMS).
7. Cuantificación exacta mediante la adición de un patrón interno. En el caso concreto del presente estudio se utiliza la variante de "dilución isotópica", en base a la utilización de factores de respuesta obtenidos a partir de los correspondientes congéneres marcados con  $^{13}\text{C}$ .

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el procedimiento para el análisis del contenido de PCDD/F y PCB procedentes de las muestras de polvo respirable, recogidas durante el muestreo del día 26 de mayo de 2016, se ha basado en la norma:

UNE-EN 1948:1,2,3,4: Emisiones de fuentes estacionarias. Determinación de la concentración másica de PCDD/F y PCB similares a dioxinas. Parte 1: muestreo de PCDD/PCDF. Parte 2: Extracción y purificación de PCDD/PCDF. Parte 3: Identificación y cuantificación de PCDD/PCDF. Parte 4: Muestreo y análisis de PCB similares a dioxinas.

El laboratorio del Grupo de Contaminantes Orgánicos Persistentes del Departamento de Medio Ambiente del CIEMAT dispone de la certificación ISO 9001:2008 de SGS para el diseño, desarrollo y realización de ensayos de compuestos orgánicos persistentes mediante técnicas de cromatografía y espectrometría (ES12/12224). Por dicho motivo, el Sistema de Gestión de Calidad desarrollado se ha aplicado a todos los análisis de COP objeto de este informe.

### 3. Resultados

#### Masa de partículas depositadas

En la Tabla 1 se muestra la carga total de partículas depositadas respirables (o PM10) en el interior y exterior del colegio, según análisis gravimétrico de los filtros. En el interior, se observan concentraciones levemente (1.5 veces) superiores respecto a las recogidas en el muestreo del día 26 de mayo y 8.4 veces superiores con respecto al colegio de El Viso de San Juan. En el exterior también se ha observado un incremento de la carga total de partículas siendo respectivamente 2.0 y 1.3 veces superiores a las recogidas en el muestreo del día 26 de mayo en el CEIP El Quiñón (Seseña) y CEIP Miguel Delibes (El Viso). Este incremento está relacionado con materia mineral desprendida por las actividades de limpieza de patios y paredes. Sin embargo estas partículas no son tan perjudiciales para la salud como las originadas por el incendio de neumáticos.

Cabe resaltar que las cargas de masa de PM no son elevadas, y muy inferiores a los producidos por las emisiones de obras de construcción u otras emisiones similares. Así se miden en exterior 18.5 mg/m<sup>2</sup>, mientras que en zonas urbanas afectadas por obras se alcanzan valores superiores a 100 mg/m<sup>2</sup>. Según informa la página web del Ayuntamiento de Seseña, desde el último muestreo del día 26 de mayo en el CEIP El Quiñón, se han llevado a cabo al menos 3 actividades de limpieza de exterior e interior del CEIP El Quiñón, los días 3, 5 y 6 de Junio, antes de reanudar la actividad lectiva.

Por comparación la carga media de PM respirable en los asfaltos de la zona centro de Madrid y Barcelona alcanzan 3-6 mg/m<sup>2</sup>. NO son comparables los ambientes pero no tenemos referencias de colegios.

Tabla 1. Carga de partículas depositadas (respirables) el día 3 de Junio

	CEIP El Quiñón (Seseña)	
	Interior	Exterior
mg/m <sup>2</sup>	5.9	18.5

#### Concentración de metales depositados

Los resultados de análisis de metales muestran que las altas concentraciones de Zinc (Zn) y Cobalto (Co) observadas el día 26 de mayo en el patio del CEIP El Quiñón no se han reducido, y en el caso del Zn han aumentado. Tampoco se observa variación de Zn y Co en el interior, aunque en las aulas las concentraciones se mantienen poco superiores al CEIP del El Viso de San Juan. Las concentraciones de estos elementos en PM depositado son en el exterior del CEIP El Quiñón 17 y 87 veces mayores que en el CEIP Miguel Delibes (El Viso de San Juan).

Los niveles de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) exterior también han aumentado en el patio, siendo muy superiores en los exteriores del CEIP El Quiñón que en el CEIP Miguel Delibes del día 26 de Mayo (por un factor de 19). En interiores esta relación se mantiene pero en un ratio inferior (7).

La suma de óxido de zinc (ZnO) y sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) alcanza un 18% en la composición química del PM respirable depositado en los exteriores del CEIP El Quiñón, mientras que se mantiene en un 2% en el interior.

También se mantienen ligeramente elevadas las concentraciones de otros elementos como Cobre (Cu), Estaño (Sn), Antimonio (Sb) y Plomo (Pb), aunque Cu y Pb se han reducido en las aulas de un 72% y 42% respectivamente, aproximándose más a las concentraciones del CEIP del El Viso de San Juan. En las aulas, también se ha registrado una reducción de Arsenico (As) y Molibdeno (Mo), aunque estos presentaban niveles normales el día 26 de Mayo.

El origen del Zn y del  $\text{SO}_4^{2-}$  está claramente relacionado con la combustión de los neumáticos, que provocan concentraciones muy elevadas en el exterior del CEIP El Quiñón (respectivamente 765 y 2304  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ). En la fabricación de neumáticos se añade esfalerita (sulfuro de Zn, o ZnS) que durante la combustión de los neumáticos genera óxido de zinc (ZnO) y sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), este último a través de la oxidación del  $\text{SO}_2$  emitido o bien directamente como sulfato de Zn. La razón de las altas concentraciones de Co es menos clara, pues las concentraciones en los neumáticos de este elemento son relativamente bajas.

Para Cu, Sn, Sb y Pb las mayores concentraciones en el CEIP El Quiñón podrían deberse más a las emisiones del tráfico rodado de la autopistas R4 y A4 muy próximas a la urbanización de El Quiñón.

Hay que notar que tanto en el interior como en el exterior han incrementado las concentraciones de elementos relacionados con materia mineral (Al, Ca, Fe, Si, Mg, Ti, Sr, Mn, La, Ce entre otros) lo que indica mayor carga de materia mineral probablemente debido a las actividades de limpieza de patios y paredes, que han podido arrastrar partículas minerales en las pavimentaciones confirmando el incremento de la carga total de partículas. Sin embargo estas partículas no son tan perjudiciales para la salud como las originadas por el incendio de neumáticos.

En conclusión, se mantienen muy altos los niveles de sulfato y metales depositados originados por el incendio ( $\text{SO}_4^{2-}$ , Zn y Co), en el exterior y en concentraciones bastante mas bajas en el interior de la aulas, siendo las concentraciones obtenidas de estas especies de 2304, 765 y 12  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  y 93, 2.74 y 0.03  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ , respectivamente. Estos resultados se están evaluando en espera de las determinaciones analíticas que se obtengan de las muestras recogidas en aire ambiente.

Tabla 2. Carga de metal depositado en microgramos por metro cuadrado de superficie ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ). Sombreado en amarillo se indican los metales con concentraciones ligera o marcadamente superiores en CEIP El Quiñón.

$\mu\text{g}/\text{m}^2$	CEIP El Quiñón				CEIP M. Delibes	
	Interior		Patio		Interior	Patio
	26-mayo	03-junio	26-mayo	03-junio	26-mayo	26-mayo
SiO <sub>2</sub>	275	440	1207	2102	92	2501
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	110	176	483	841	37	1000
CaO	1375	1873	1796	3455	104	1867
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48	74	301	487	12	422
K <sub>2</sub> O	54	82	147	211	12	342
MgO	55	88	157	283	38	423
Na <sub>2</sub> O	35	34	59	57	10	124
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	32	45	44	71	3	46
TiO <sub>2</sub>	11	14	34	110	3	136
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1080	2007	1411	3702	82	1467
Total mineral	3075	4832	5639	11320	394	8327
% mineral	78	82	59	61	61	60
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	65	93	1371	2304	14	120
ZnO	4	3	933	952	2	44
Suma	69	96	2304	3256	15	163
% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + ZnO	2	2	24	18	2	1
Li	0.06	0.10	0.31	0.51	0.01	0.39
Be	<0.01	<0.01	0.02	0.02	<0.01	0.03
Sc	<0.01	<0.01	0.03	0.03	<0.01	0.06
Ti	6.80	8.96	20.8	69.32	2.08	84.39
V	0.30	0.16	0.36	0.52	0.14	0.69
Cr	0.19	0.15	0.62	0.76	0.12	1.10
Mn	0.64	1.02	3.97	7.98	0.16	5.75
Co	0.02	0.03	12.9	12.12	0.01	0.14
Ni	0.29	0.22	0.60	0.83	0.05	0.54
Cu	1.59	0.44	5.99	6.19	0.08	1.36
Zn	2.72	2.74	543.9	764.80	1.10	29.5
Ga	0.01	0.03	0.07	0.12	<0.01	0.13
Ge	<0.01	<0.01	0.12	0.01	0.06	0.13
As	0.07	0.03	0.14	0.21	0.03	0.11
Se	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Rb	0.19	0.31	0.87	1.39	0.05	2.64
Sr	1.92	2.86	8.12	24.57	0.15	4.03
Y	0.02	0.03	0.11	0.15	0.02	0.20
Zr	<0.01	0.10	0.53	0.88	0.08	1.01
Nb	0.01	0.02	0.06	0.11	<0.01	0.10
Mo	0.05	<0.01	2.18	<0.01	1.01	1.99
Cd	<0.01	<0.01	0.05	0.05	<0.01	0.02
Sn	0.05	0.05	0.35	0.34	0.02	0.20
Sb	0.01	0.01	0.35	0.39	0.01	0.12
Cs	0.01	0.01	0.05	0.08	<0.01	0.11
Ba	1.01	1.70	4.11	5.87	0.66	6.67
La	0.04	0.06	0.17	0.30	0.01	0.27

Ce	0.08	0.11	0.28	0.52	0.02	0.55
Pr	0.01	0.01	0.04	0.07	<0.01	0.06
Nd	0.03	0.04	0.42	0.56	0.01	0.25
Sm	<0.01	0.01	0.02	0.05	<0.01	0.05
Eu	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
Gd	0.01	0.01	0.02	0.04	<0.01	0.05
Tb	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
Dy	<0.01	0.01	0.02	0.03	<0.01	0.04
Ho	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01
Er	<0.01	0.01	0.01	0.02	<0.01	0.02
Tm	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.00
Yb	<0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	0.02
Lu	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.00
Hf	<0.01	0.01	0.01	0.03	<0.01	0.03
Ta	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	0.02
W	0.01	0.01	0.04	0.07	0.01	0.06
Tl	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Pb	0.26	0.15	1.75	2.11	0.04	1.17
Bi	<0.01	0.01	0.01	0.02	<0.01	0.01
Th	<0.01	0.01	0.05	0.09	0.01	0.10
U	<0.01	0.01	0.03	0.04	<0.01	0.03

#### Concentración de HAP depositados

Los resultados del segundo muestreo de HAP (Tabla 3) indican que la mayor parte de los compuestos analizados se encuentran en concentraciones inferiores respecto a las medidas tomadas durante el primer muestreo. Este hecho es más evidente en las muestras tomadas en el exterior, en las que se observa una disminución significativa de todos los compuestos analizados, después de la limpieza realizada. HAP más pesados como Criseno (Cry), Benzo(b)fluoranteno (BbF), Benzo(k)fluoranteno (BkF), siguen mostrando concentraciones ligeramente superiores respecto a las obtenidas en el colegio CEIP Miguel Delibes de El Viso.

En ambos muestreos, los resultados en **interior** (CEIP El Quiñon) presentan valores de concentración muy bajos, aunque compuestos relativamente volátiles como Fenantreno (Phe), Antraceno (An), Fl (fluoreno) y Pyr (Pireno) correspondieron a concentraciones ligeramente más altas en el segundo muestreo. En este sentido, la relación de concentraciones entre Fenantreno (Phe), Antraceno (An) (Phe/An) próxima a 10 podría indicar una procedencia de fondo medioambiental, no relacionada con procesos de combustión específicos (Silva et al., J., 2007, Behlahcen, 1997). También se observa un ligero incremento de baP (benzo(a)pireno) en el segundo muestreo si bien hay que resaltar que la concentración alcanzada está en las proximidades del límite de detección del método.

En el **exterior**, los compuestos cuyas concentraciones han experimentado una mayor reducción han sido Pyr (Pireno), Fl (fluoranteno), BkF (Benzo(k)fluoranteno), BbF (Benzo(b)fluoranteno), baP (benzo(a)pireno) y Criseno (Cry). En este caso, si puede confirmarse la reducción de los contaminantes menos volátiles, y menos habituales en muestras ambientales.

Tabla 3. Carga de diferentes especies de HAP depositados, en nanogramos por metro cuadrado de superficie (ng/m<sup>2</sup>).

ng/m <sup>2</sup>	CEIP El Quiñon				CEIP Miguel Delibes	
	Interior		Patio		Interior	Patio
	26-may-16	03-jun-16	26-may-16	03-jun-16	26-may-16	26-may-16
Acl	<5	<5	<10	<10	<5	<10
Ace	<0.5	<0.5	<1	<1	<0.5	<1
F	<0.5	<0.5	<1	<1	<0.5	<1
Phe	1,0	13	25	20	<0.5	1.6
An	<0.5	1,2	1.3	<1	<0.5	<1
Fl	1.4	3,8	27	8,2	1.8	6.5
Pyr	1.4	10	64	13	6.5	24
BaA	1.2	<0.5	3.6	>0.5	<0.5	<1
Cry	1.5	1.2	13	5,5	<0.5	<1
BbF	0.9	0,9	4.9	1,8	<0.5	<1
BkF	<0.5	<0.5	1.7	0,6	<0.5	<1
BaP	<0.5	0,65	1.8	<0.5	<0.5	<1
DBA	<0.5	<0.5	<1	<0.5	<0.5	<1
BghiP	1.8	1,0	3.2	<0.5	<0.5	<1
Ind	<5	<5	<10	<10	<5	<10

Policlorodibenzo-para-dioxinas y policlorodibenzofuranos (PCDD/F) y bifenilos policlorados (PCB)

Teniendo en cuenta el riesgo toxicológico de PCDD/F, para expresar su concentración se ha utilizado el concepto de “Equivalentes Tóxicos”. Según este concepto, para calcular el equivalente tóxico total (TEQ) de una mezcla de dioxinas y furanos, se multiplica la concentración de cada uno de los congéneres tóxicos por su correspondiente Factor de Equivalencia Tóxica (TEF) y se suman los valores resultantes. Existen dos escalas de factores de equivalencia tóxica para el cálculo del TEQ:

- I-TEQ: notación desarrollada inicialmente por la OTAN en 1989, posteriormente ampliada y revisada. Sólo se aplica a dioxinas y furanos.

- WHO-TEQ: notación más reciente desarrollada por la Organización Mundial de la Salud, OMS (1998). Éstos son los factores actualmente más utilizados y se aplican tanto a dioxinas y furanos como a PCB similares a dioxinas (no-orto y mono-orto sustituidos). Fueron revisados y modificados en 2005 por la OMS, quedando dicha actualización reflejada en el Reglamento 340/2009 de la Comisión.

Las Tablas 4-6 presentan la concentración, expresada en pg/m<sup>2</sup>, de PCDD/F, PCB similares a dioxinas y PCB mayoritarios en las muestras de polvo respirable recogidas el **26 de mayo de**

**2016**, en el colegio El Quiñón (Seseña) y el colegio Miguel Delibes (El Viso). Es importante señalar que no existen valores de referencia para estos compuestos en la matriz de polvo respirable.

Como se puede deducir de estos resultados, la mayoría de los congéneres de PCDD/F y PCB se encuentran en niveles inferiores a los límites de detección. Si se comparan los datos obtenidos en ambos colegios, se puede concluir que el colegio El Quiñón presenta valores de concentración similares al colegio Miguel Delibes, que no se ha visto afectado directamente por el incendio del vertedero de neumáticos. En el caso concreto de los PCB mayoritarios, el patio del colegio El Quiñón presenta valores bastante más bajos que el del colegio Miguel Delibes.

Las Tablas 7-8 presentan el contenido tóxico, expresado en  $\text{pg WHO}_{05}/\text{m}^2$ , de PCDD/F y PCB similares a dioxinas en las muestras de polvo respirable recogidas el 26 de mayo de 2016, en el colegio El Quiñón (Seseña) y el colegio Miguel Delibes (El Viso). Como en el caso de los datos de concentración, es necesario señalar que no existen valores de referencia para el contenido tóxico de PCDD/F y PCB en este tipo de matriz. Los resultados resumidos en estas tablas han sido calculados considerando el valor del límite de detección, para los congéneres No Detectados. Como se puede observar, el contenido tóxico de los PCB es menor al asociado a PCDD/F, siendo éste último similar en las muestras recogidas en ambos colegios.

Existen muy pocos estudios científicos sobre la presencia de PCDD/F y PCB (en concentración o contenido tóxico) en la fracción respirable del suelo, por lo que resulta complicado el establecimiento de comparaciones. Klees et al., 2015, realizaron un estudio del contenido superficial de PCDD/F y PCB en muestras de polvo de la calle de distintas zonas de Alemania (tamaño de partícula  $< 2000 \mu\text{m}$ ), tanto rurales como industriales o urbanas. Los valores reportados (PCDD/F:  $14\text{-}1980 \text{ pg TEQ}/\text{m}^2$ , PCB similares a dioxinas:  $3,8\text{--}2600 \text{ pg TEQ}/\text{m}^2$  y PCB mayoritarios:  $40\text{--}22000 \text{ ng}/\text{m}^2$ ) fueron en todos los casos muy superiores a los encontrados en el presente estudio.

En el Anexo I se presentan detalladamente los resultados analíticos correspondientes a: i) los 17 congéneres de PCDD/F 2378 clorosustituidos, ii) los 12 congéneres de PCB similares a dioxinas y iii) los PCB mayoritarios, de las muestras de polvo respirable recogidas el 26 de mayo de 2016, en el colegio El Quiñón (Seseña) y el colegio Miguel Delibes (El Viso). Además, de forma resumida se adjunta una lista con las abreviaturas y los acrónimos utilizados en el presente informe.

Tabla 4. Concentración, expresada en  $\text{pg}/\text{m}^2$ , de PCDD/F en las muestras de polvo respirable recogidas el 26 de mayo de 2016, en el colegio El Quiñón (Seseña) y el colegio Miguel Delibes (El Viso).

PCDD/F	CEIP El Quiñón		CEIP Miguel Delibes
	Patio	Interior	Patio
2378-TCDF	0,2	< 0,1	< 0,1
12378-PeCDF	< 0,1	< 0,1	< 0,1
23478-PeCDF	< 0,1	< 0,1	< 0,1
123478-HxCDF	< 0,2	< 0,1	< 0,1
123678-HxCDF	< 0,2	< 0,1	< 0,1
234678-HxCDF	< 0,2	< 0,1	< 0,1
123789-HxCDF	< 0,2	< 0,1	< 0,1
1234678-HpCDF	0,6	< 0,1	< 0,1
1234789-HpCDF	< 0,2	< 0,1	< 0,1
OCDF	0,5	< 0,2	< 0,2
2378-TCDD	< 0,5	< 0,4	< 0,8
12378-PeCDD	< 0,1	< 0,1	< 0,2
123478-HxCDD	< 0,2	< 0,1	< 0,2
123678-HxCDD	< 0,2	< 0,1	< 0,2
123789-HxCDD	< 0,2	< 0,1	< 0,2
1234678-HpCDD	< 0,2	< 0,1	< 0,2
OCDD	1,2	< 0,1	0,8



Tabla 5. Concentración, expresada en  $\text{pg}/\text{m}^2$ , de PCB similares a dioxinas en las muestras de polvo respirable recogidas el 26 de mayo de 2016, en el colegio El Quiñón (Seseña) y el colegio Miguel Delibes (El Viso).

dl-PCB	CEIP El Quiñón		CEIP Miguel Delibes
	Patio	Interior	Patio
PCB-81	0,4	< 0,2	< 0,5
PCB-77	0,6	< 0,2	0,8
PCB-126	3,0	< 0,2	< 0,6
PCB-169	< 0,7	< 0,5	< 0,7
PCB-123	< 0,5	< 0,2	< 0,6
PCB-118	< 0,5	< 0,2	< 0,6
PCB-114	< 0,6	0,4	< 0,7
PCB-105	< 0,2	0,2	< 0,3
PCB-167	< 0,2	2,3	< 0,3
PCB-156	< 0,2	< 0,1	< 0,3
PCB-157	< 0,1	< 0,1	< 0,2
PCB-189	0,3	2,2	0,8

Tabla 6. Concentración, expresada en  $\text{pg}/\text{m}^2$ , de PCB mayoritarios en las muestras de polvo respirable recogidas el 26 de mayo de 2016, en el colegio El Quiñón (Seseña) y el colegio Miguel Delibes (El Viso).

PCB mayoritarios	CEIP El Quiñón		CEIP Miguel Delibes
	Patio	Interior	Patio
PCB-28	24	< 0,4	< 0,2
PCB-52	< 0,2	< 0,3	< 0,1
PCB-101	< 0,6	< 0,5	< 0,2
PCB-138	< 0,8	< 0,3	28
PCB-153	< 0,8	< 0,2	87
PCB-180	< 2,5	< 0,6	138

Tabla 7. Contenido tóxico, expresado en  $\text{pg WHO}_{05}/\text{m}^2$ , de PCDD/F en las muestras de polvo respirable recogidas el 26 de mayo de 2016, en el colegio El Quiñón (Seseña) y el colegio Miguel Delibes (El Viso).

PCDD/F	CEIP El Quiñón		CEIP Miguel Delibes
	Patio	Interior	Patio
2378-TCDF	0,020	0,009	0,009
12378-PeCDF	0,004	0,002	0,004
23478-PeCDF	0,040	0,020	0,036
123478-HxCDF	0,017	0,007	0,013
123678-HxCDF	0,016	0,007	0,013
234678-HxCDF	0,017	0,007	0,013
123789-HxCDF	0,019	0,008	0,015
1234678-HpCDF	0,006	0,001	0,001
1234789-HpCDF	0,002	0,001	0,001
OCDF	0,0002	0,00005	0,0001
2378-TCDD	0,513	0,411	0,826
12378-PeCDD	0,135	0,097	0,154
123478-HxCDD	0,015	0,010	0,018
123678-HxCDD	0,017	0,011	0,019
123789-HxCDD	0,015	0,010	0,018
1234678-HpCDD	0,002	0,001	0,002
OCDD	0,0004	0,00004	0,0002
$\Sigma$ PCDD/F	0,838	0,601	1,142

Tabla 8. Contenido tóxico, expresado en pg WHO<sub>05</sub>/m<sup>2</sup>, de PCB similares a dioxinas en las muestras de polvo respirable recogidas el 26 de mayo de 2016, en el colegio El Quiñón (Seseña) y el colegio Miguel Delibes (El Viso).

dl-PCB	CEIP El Quiñón		CEIP Miguel Delibes
	Patio	Interior	Patio
PCB-81	0,0001	0,00005	0,0002
PCB-77	0,0001	0,00002	0,0001
PCB-126	0,3000	0,0214	0,0550
PCB-169	0,0203	0,0151	0,0220
PCB-123	0,00001	0,00001	0,00002
PCB-118	0,00001	0,00001	0,00002
PCB-114	0,00002	0,00001	0,00002
PCB-105	0,00001	0,00000	0,00001
PCB-167	0,00001	0,0001	0,00001
PCB-156	0,00001	0,000004	0,00001
PCB-157	0,000004	0,000004	0,00001
PCB-189	0,00001	0,0001	0,00002
$\Sigma$ dl-PCB	0,321	0,037	0,077

#### **4. Recomendaciones**

Se recomienda continuar y mejorar las medidas de limpieza y lavado de interior y exterior con frecuencia semanal, durante al menos un mes, y siempre que no cambien las condiciones del incendio, que a la hora de redactar el informe se considera completamente extinguido. No obstante, debido al material acumulado y las cenizas depositadas, podría ser resuspendido por convección y transportado a cortas distancias incluido el área de la urbanización en al que se encuentra el colegio CEIP el Quiñón.

#### **5. Referencias**

Alier M., van Drooge B.L., Dall'Osto M., Querol X., Grimalt J.O., Tauler R., 2013. "Source apportionment of submicron organic aerosol at an urban background and a road site in Barcelona (Spain) during SAPUSS". *Atmospheric Chemistry & Physics*, 13, 10353-10371.

Behlahcen, K.T., Chaoui, A. Budzinski, H. Bellocq, J. and Garrigues, P. (1997) *Marine Pollution Bulletin* 32, 298

Marcel Kless, Erns Hiester, Peter Bruckmann, Karl Molt, Torsten C. Schmidt. (2015). Polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in street dust of North Rhine-Westphalia, Germany. *Science of the Total Environment* 511; 72-81.

Marco Pandolfi, Fulvio Amato, Andrés Alastuey, Mercé Cabañas, Rebeca Vázquez, Elías Diaz Ramiro, Rosa M<sup>a</sup> Perez Pastor, Susana García Alonso Begoña Artíñano, Xavier Querol (2016). Muestro y análisis del polvo respirable depositado en exteriores e interiores del CEIP El Quiñón, Seseña. 30 Junio de 2016.

Silva, T.F., Azevedo, D.A. and Aquino Neto, F. R. (2007) *Journal of Brazilian Chemical Society*. 18 (3), 628

## 6. ANEXO I

Anexo I. Tabla 1. Contenido de PCDD/F en la muestra de la polvo respirable recogida en el patio del colegio El Quiñón (Seseña), el 26 de mayo de 2016.

COMPUESTO	Masa (pg)	LOD (pg)	Concentración (pg/m <sup>2</sup> )	LOD (pg/m <sup>2</sup> )	I-TEF	Contenido Tóxico (pg I-TEQ)/m <sup>2</sup> )	WHO-TEF	Contenido Tóxico (pg WHO-TEQ <sub>05</sub> /m <sup>2</sup> )	Rec (%)
2378-TCDF	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,020	0,1	0,020	88
12378-PeCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,05	0,007	0,03	0,004	n.p.
23478-PeCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,5	0,066	0,3	0,040	106
123478-HxCDF	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,017	0,1	0,017	94
123678-HxCDF	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,016	0,1	0,016	97
234678-HxCDF	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,017	0,1	0,017	97
123789-HxCDF	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,019	0,1	0,019	n.p.
1234678-HpCDF	0,6	0,1	0,6	0,1	0,01	0,006	0,01	0,006	97
1234789-HpCDF	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,01	0,002	0,01	0,002	n.p.
OCDF	0,5	0,2	0,5	0,2	0,001	0,001	0,0003	0,000	80
2378-TCDD	N.D.	0,5	N.D.	0,5	1	0,513	1	0,513	61
12378-PeCDD	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,5	0,068	1	0,135	118
123478-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,015	0,1	0,015	115
123678-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,017	0,1	0,017	122
123789-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,015	0,1	0,015	n.p.
1234678-HpCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,01	0,002	0,01	0,002	104
OCDD	1,2	0,4	1,2	0,4	0,001	0,001	0,0003	0,000	80
ΣPCDD/F	2,5		2,5			0,801		0,838	

Anexo 1. Tabla 2. Contenido de PCB similares a dioxinas en la muestra de la polvo respirable recogida en el patio del colegio El Quiñón (Seseña), el 26 de mayo de 2016.

COMPUESTO	Masa (pg)	LOD (pg)	Concentración (pg/m <sup>2</sup> )	LOD (pg/m <sup>2</sup> )	WHO-TEF	Contenido Tóxico (pg WHO-TEQ <sub>05</sub> /m <sup>2</sup> )	Rec (%)
PCB-81	0,4	0,3	0,4	0,3	0,0003	0,000	105
PCB-77	0,6	0,3	0,6	0,3	0,0001	0,000	104
PCB-126	3,0	0,4	3,0	0,4	0,1	0,300	46
PCB-169	N.D.	0,7	N.D.	0,7	0,03	0,020	70
PCB-123	N.D.	0,5	N.D.	0,5	0,00003	0,000	56
PCB-118	N.D.	0,5	N.D.	0,5	0,00003	0,000	88
PCB-114	N.D.	0,6	N.D.	0,6	0,00003	0,000	76
PCB-105	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,00003	0,000	71
PCB-167	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,00003	0,000	75
PCB-156	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,00003	0,000	74
PCB-157	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,00003	0,000	81
PCB-189	0,3	0,2	0,3	0,2	0,00003	0,000	101
∑ dl-PCB	4,3		4,3			0,321	

Anexo 1. Tabla 3. Contenido de PCB mayoritarios en la muestra de la polvo respirable recogida en el patio del colegio El Quiñón (Seseña), el 26 de mayo de 2016.

<b>COMPUESTO</b>	<b>Masa (pg)</b>	<b>LOD (pg)</b>	<b>Concentración (pg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>LOD (pg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rec (%)</b>
PCB-28	24	1,5	24	1,5	57
PCB-52	N.D.	0,2	N.D.	0,2	71
PCB-101	N.D.	0,6	N.D.	0,6	90
PCB-138	N.D.	0,8	N.D.	0,8	63
PCB-153	N.D.	0,8	N.D.	0,8	66
PCB-180	N.D.	2,5	N.D.	2,5	77
∑ PCB mayoritarios	24		24		



Anexo 1. Tabla 4. Contenido de PCDD/F en la muestra de la polvo respirable recogida en el interior del colegio Miguel Delibes (El Viso), el 26 de mayo de 2016.

COMPUESTO	Masa (pg)	LOD (pg)	Concentración (pg/m <sup>2</sup> )	LOD (pg/m <sup>2</sup> )	I-TEF	Contenido Tóxico (pg I-TEQ)/m <sup>2</sup> )	WHO-TEF	Contenido Tóxico (pg WHO-TEQ <sub>05</sub> /m <sup>2</sup> )	Rec (%)
2378-TCDF	N.D.	0,2	N.D.	0,1	0,1	0,009	0,1	0,009	78
12378-PeCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,05	0,003	0,03	0,002	n.p.
23478-PeCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,5	0,033	0,3	0,020	97
123478-HxCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	0,007	0,1	0,007	82
123678-HxCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	0,007	0,1	0,007	86
234678-HxCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	0,007	0,1	0,007	82
123789-HxCDF	N.D.	0,2	N.D.	0,1	0,1	0,008	0,1	0,008	n.p.
1234678-HpCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,01	0,001	0,01	0,001	86
1234789-HpCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,01	0,001	0,01	0,001	n.p.
OCDF	N.D.	0,3	N.D.	0,2	0,001	0,000	0,0003	0,000	60
2378-TCDD	N.D.	0,8	N.D.	0,4	1	0,411	1	0,411	54
12378-PeCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,1	0,5	0,048	1	0,097	108
123478-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,1	0,1	0,010	0,1	0,010	102
123678-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,1	0,1	0,011	0,1	0,011	109
123789-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,1	0,1	0,010	0,1	0,010	n.p.
1234678-HpCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,1	0,01	0,001	0,01	0,001	89
OCDD	N.D.	0,3	N.D.	0,1	0,001	0,000	0,0003	0,000	62
ΣPCDD/F	N.D.		N.D.			0,567		0,601	

Anexo 1. Tabla 5. Contenido de PCB similares a dioxinas en la muestra de la polvo respirable recogida en el interior del colegio Miguel Delibes (El Viso), el 26 de mayo de 2016.

COMPUESTO	Masa (pg)	LOD (pg)	Concentración (pg/m <sup>2</sup> )	LOD (pg/m <sup>2</sup> )	WHO-TEF	Contenido Tóxico (pg WHO-TEQ <sub>05</sub> /m <sup>2</sup> )	Rec (%)
PCB-81	N.D.	0,3	N.D.	0,2	0,0003	0,000	101
PCB-77	N.D.	0,3	N.D.	0,2	0,0001	0,000	103
PCB-126	N.D.	0,4	N.D.	0,2	0,1	0,021	46
PCB-169	N.D.	1,0	N.D.	0,5	0,03	0,015	58
PCB-123	N.D.	0,5	N.D.	0,2	0,00003	0,000	46
PCB-118	N.D.	0,5	N.D.	0,2	0,00003	0,000	87
PCB-114	0,8	0,6	0,4	0,3	0,00003	0,000	62
PCB-105	0,3	0,2	0,2	0,1	0,00003	0,000	67
PCB-167	4,5	0,3	2,3	0,1	0,00003	0,000	70
PCB-156	N.D.	0,3	N.D.	0,1	0,00003	0,000	69
PCB-157	N.D.	0,3	N.D.	0,1	0,00003	0,000	78
PCB-189	4,3	0,2	2,2	0,1	0,00003	0,000	95
∑ dl-PCB	9,9		5,0			0,037	

Anexo 1. Tabla 6. Contenido de PCB mayoritarios en la muestra de la polvo respirable recogida en el interior del colegio Miguel Delibes (El Viso), el 26 de mayo de 2016.

<b>COMPUESTO</b>	<b>Masa (pg)</b>	<b>LOD (pg)</b>	<b>Concentración (pg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>LOD (pg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rec (%)</b>
PCB-28	N.D.	0,4	N.D.	0,2	52
PCB-52	N.D.	0,2	N.D.	0,1	66
PCB-101	N.D.	0,4	N.D.	0,2	82
PCB-138	56	0,8	28	0,4	54
PCB-153	173	0,5	87	0,3	50
PCB-180	277	0,3	138	0,2	67
∑ PCB mayoritarios	506		253		

Anexo 1. Tabla 7. Contenido de PCDD/F en la muestra de la polvo respirable recogida en el patio del colegio Miguel Delibes (El Viso), el 26 de mayo de 2016.

COMPUESTO	Masa (pg)	LOD (pg)	Concentración (pg/m <sup>2</sup> )	LOD (pg/m <sup>2</sup> )	I-TEF	Contenido Tóxico (pg I-TEQ)/m <sup>2</sup> )	WHO-TEF	Contenido Tóxico (pg WHO-TEQ <sub>05</sub> /m <sup>2</sup> )	Rec (%)
2378-TCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	0,009	0,1	0,009	92
12378-PeCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,05	0,006	0,03	0,004	n.p.
23478-PeCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,5	0,061	0,3	0,036	117
123478-HxCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	0,013	0,1	0,013	102
123678-HxCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	0,013	0,1	0,013	106
234678-HxCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	0,013	0,1	0,013	104
123789-HxCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,1	0,015	0,1	0,015	n.p.
1234678-HpCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,01	0,001	0,01	0,001	109
1234789-HpCDF	N.D.	0,1	N.D.	0,1	0,01	0,001	0,01	0,001	n.p.
OCDF	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,001	0,000	0,0003	0,000	100
2378-TCDD	N.D.	0,8	N.D.	0,8	1	0,826	1	0,826	74
12378-PeCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,5	0,077	1	0,154	129
123478-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,018	0,1	0,018	119
123678-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,019	0,1	0,019	128
123789-HxCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,1	0,018	0,1	0,018	n.p.
1234678-HpCDD	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,01	0,002	0,01	0,002	127
OCDD	0,8	0,3	0,8	0,3	0,001	0,001	0,0003	0,000	104
ΣPCDD/F	0,8		0,8			1,093		1,142	

Anexo 1. Tabla 8. Contenido de PCB similares a dioxinas en la muestra de la polvo respirable recogida en el patio del colegio Miguel Delibes (El Viso), el 26 de mayo de 2016.

COMPUESTO	Masa (pg)	LOD (pg)	Concentración (pg/m <sup>2</sup> )	LOD (pg/m <sup>2</sup> )	WHO-TEF	Contenido Tóxico (pg WHO-TEQ <sub>05</sub> /m <sup>2</sup> )	Rec (%)
PCB-81	N.D.	0,5	N.D.	0,5	0,0003	0,000	98
PCB-77	0,8	0,5	0,8	0,5	0,0001	0,000	97
PCB-126	N.D.	0,6	N.D.	0,6	0,1	0,055	42
PCB-169	N.D.	0,7	N.D.	0,7	0,03	0,022	71
PCB-123	N.D.	0,6	N.D.	0,6	0,00003	0,000	59
PCB-118	N.D.	0,6	N.D.	0,6	0,00003	0,000	79
PCB-114	N.D.	0,7	N.D.	0,7	0,00003	0,000	82
PCB-105	N.D.	0,3	N.D.	0,3	0,00003	0,000	61
PCB-167	N.D.	0,3	N.D.	0,3	0,00003	0,000	66
PCB-156	N.D.	0,3	N.D.	0,3	0,00003	0,000	66
PCB-157	N.D.	0,2	N.D.	0,2	0,00003	0,000	73
PCB-189	0,8	0,4	0,8	0,4	0,00003	0,000	91
∑ dl-PCB	1,6		1,6			0,077	

Anexo 1. Tabla 9. Contenido de PCB mayoritarios en la muestra de la polvo respirable recogida en el patio del colegio Miguel Delibes (El Viso), el 26 de mayo de 2016.

<b>COMPUESTO</b>	<b>Masa (pg)</b>	<b>LOD (pg)</b>	<b>Concentración (pg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>LOD (pg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rec (%)</b>
PCB-28	N.D.	0,4	N.D.	0,4	57
PCB-52	N.D.	0,3	N.D.	0,3	70
PCB-101	N.D.	0,5	N.D.	0,5	88
PCB-138	N.D.	0,3	N.D.	0,3	60
PCB-153	N.D.	0,2	N.D.	0,2	65
PCB-180	N.D.	0,6	N.D.	0,6	76
∑ PCB mayoritarios	N.D.		N.D.		

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

HpCDD:	heptaclorodibenzo-para-dioxina
HpCDF:	heptaclorodibenzofurano
HxCDD:	exaclorodibenzo-para-dioxina
HxCDF:	hexaclorodibenzofurano
I-TEQ:.	contenido tóxico expresado según la escala Internacional de factores de equivalencia tóxica definida por la OTAN
LOD:	límite de detección
HpCDD:	heptaclorodibenzo-para-dioxina
HpCDF:	heptaclorodibenzofurano
N.D.:	no detectado
N.P.:	no procede
OCDD:	octaclorodibenzo-para-dioxina
OCDF:	octaclorodibenzofurano
PCDD:	policlorodibenzo-para-dioxina
PCDF:	policlorodibenzofurano
PeCDD:	pentaclorodibenzo-para-dioxina
PeCDF:	pentaclorodibenzofurano
PM10:	material particulado de diámetro menor o igual a 10 µm
Rec:	recuperación del proceso analítico
TEF:	factor de equivalencia tóxica
TeCDD:	tetraclorodibenzo-para-dioxina
TeCDF:	tetraclorodibenzofurano
WHO-TEQ:	contenido tóxico expresado según la escala de factores de equivalencia tóxica definida por la Organización Mundial de la Salud