

IV REUNIÓN NACIONAL DE DIOXINAS, FURANOS Y COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES RELACIONADOS

Alicante, 26-28 Junio 2013



**IV REUNIÓN NACIONAL DE
DIOXINAS, FURANOS Y
COMPUESTOS ORGÁNICOS
PERSISTENTES RELACIONADOS**

<http://web.ua.es/dioxinas>

**IV Reunión Nacional de Dioxinas,
Furanos y COPs**

Alicante, 26-28 Junio 2013



**IV REUNIÓN NACIONAL DE DIOXINAS, FURANOS Y COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES
RELACIONADOS**

Edición:

Juan A. Conesa

Ignacio Aracil

Departamento de Ingeniería Química

Universidad de Alicante

Ap. 99 E-03080 Alicante

Diseño de la portada: M^a Francisca Gómez-Rico

Impresión y encuadernación:

Imprenta Universidad de Alicante

Depósito Legal: A 286-2013

ESTUDIO DE LAS EMISIONES GENERADAS DURANTE LA COMBUSTIÓN INCONTROLADA DE RESIDUOS NO METÁLICOS DE AUTOMÓVILES FUERA DE USO

Edo M., Font R., Fullana A., Arcil I.

Instituto Universitario de Ingeniería de los Procesos Químicos, Universidad de Alicante,
e-mail: rafaelfont@ua.es

Introducción

Una vez que los vehículos han llegado al final de su vida útil, se convierten en vehículos fuera de uso (VFU) que pasan a ser tratados por gestores autorizados (CATs) para su descontaminación y desmontaje de todos aquellos componentes que puedan ser reutilizados o reciclados. A continuación, los VFU son enviados a plantas fragmentadoras para proceder a su triturado y posterior recuperación de la fracción metálica por medio de una combinación de métodos magnéticos o gravimétricos (uso de ciclones o flotación). Como resultado de este proceso, se obtienen tres subproductos: i) fracción férrica; ii) fracción metálica no férrica y iii) fracción no metálica, también conocida como “*car fluff*”. Esta última fracción está compuesta por materiales de alto poder calorífico como gomas o espumas¹, y partículas pequeñas y ligeras.

El *car fluff* puede permanecer durante largos periodos almacenado en forma de pilas en las plantas fragmentadoras hasta ser enviado al vertedero o utilizado como combustible en procesos de co-combustión con recuperación energética². Aunque no es habitual, este material es susceptible de sufrir combustión espontánea si las condiciones de almacenamiento no son apropiadas, o si no se cuenta con sistemas de prevención de incendios apropiados. Autores como Horii e Iida³ se centraron en los aspectos termodinámicos de la combustión espontánea del *car fluff*; Por otra parte, Ryan y Lutes⁴ llevaron a cabo experimentos a escala laboratorio en los que como resultado de la combustión de *car fluff* se obtuvieron emisiones de compuestos orgánicos que llegaban a superar los 200g por kg de muestra quemada y concentraciones del orden de 0.003 g/kg de TCDFs (total de tetraclorodibenzofuranos) y PeCDFs (total de pentaclorodibenzofuranos).

Con este trabajo se pretende obtener más datos acerca de la combustión incontrolada de residuos de automóvil fuera de uso. Para ello, se ha realizado un estudio de los contaminantes emitidos durante el proceso de combustión de dichos residuos en una estufa de tipo doméstico, poniendo especial atención en los compuestos orgánicos persistentes (COPs): PCDDs y PCDFs (mono a octa), PCBs, clorobenzenos, clorofenoles, PAHs, volátiles y semivolátiles.

Materiales y Métodos

Muestra

Para la realización del experimento se empleó una muestra de 1 kg de *car fluff*, libre de metales, procedente de una planta fragmentadora de situada en Bolonia (Italia). Los resultados de la caracterización del material se muestran en la Tabla 1.

Tabla1. Caracterización de la muestra de *car fluff*

Humedad	Cenizas ²	C ³	H ³	N ³	S ³	PCS	PCI
wt. %	wt. %	wt. % ¹	wt. % ¹	wt. % ¹	wt. % ¹	kJ/kg ¹	kJ/kg ¹
2,3	38,5	41,2	5,0	1,3	0,5	19900	18700
¹ Base seca ² Exp. a 550°C ³ Exp. a 1000°C PCS/PCI: poder calorífico superior/inferior							

Montaje experimental

En la figura 1 se muestra el montaje experimental utilizado.



Figura 1. Equipo experimental.

El método de muestreo empleado fue el EPA Method 0023A con pequeñas modificaciones.

Análisis

Las muestras gaseosas recogidas en bolsas de Tedlar[®] se analizaron por cromatografía de gases con detector de conductividad térmica (TCD), cromatografía de gases con detector de ionización de llama (FID) y cromatografía de gases con espectrometría de masas (HRGC/MS) dependiendo de su naturaleza.

Tanto el filtro como la resina se analizaron para la cuantificación de PCDDs, PCDFs, PCBs, PAHs, clorobenzenos y clorofenoles.

El análisis de los clorobenzenos y clorofenoles se llevó a cabo mediante HRGC/MS. Los equipos empleados para ello fueron un cromatógrafo de gases Agilent 6890N con columna capilar HP-5MS y ZB-5MS para el análisis de clorobenzenos y clorofenoles respectivamente (ambas 30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m) acoplado a un espectrómetro de masas de baja resolución Agilent 5973N con fuente de impacto electrónico, analizador de cuadrupolo y detector de multiplicador de electrones. Los mismos equipos fueron empleados para el análisis de PAHs, empleando una columna HP5.

Por otro lado, el análisis de PCDD/Fs y PCBs se realizó mediante cromatografía de gases con espectrometría de masas de alta resolución (HRGC/HRMS) en un Micromass Autospec-Ultima NT con analizador de sector magnético con geometría de triple sector EBE, de alta resolución y sensibilidad, con fuente de impacto electrónico positivo (EI+), y un cromatógrafo de gases HP6890. La columna empleada fue una DB-5MS (60 m x 0.25 mm x 0.25 μ m).

Por último, durante la realización de los experimentos, se llevaron a cabo medidas en continuo de CO, NO, SO₂ y O₂ mediante un analizador de gases portátil IM.

Resultados y Discusión

A continuación se muestran los resultados más relevantes de esta investigación (tablas 2 y 3 y figura 2).

Tabla 2. Concentraciones de PAHs, clorobencenos y clorofenoles ($\mu\text{g/g}$ muestra en base seca)

PAHs		Clorobencenos		Clorofenoles	
Naftaleno	53,71	2-	n.d	mono-	17,03
Acenaftileno	14,48	3-+4-	n.d	1,3-	0,06
Acenafteno	0,27	2,4-	0,141	1,4-	0,02
Fluoreno	2,90	2,5-	n.d	1,2-	0,21
Fenantreno	15,34	2,3-	n.d	1,3,5-	0,03
Antraceno	1,86	2,6-	0,092	1,2,4-	0,33
Fluoranteno	1,87	3,5-	0,574	1,2,3-	0,46
Pireno	4,07	3,4-	0,046	1,2,3,5-+1,2,4,5-	0,09
Benzo(a)antraceno	1,43	2,3,5-	0,001	1,2,3,4-	0,28
Criseno	1,78	2,4,6-	0,284	penta-	0,26
Benzo(b)fluoranteno	2,58	2,4,5-	n.d	hexa-	0,13
Benzo(k)fluoranteno	1,03	2,3,4-	0,001	Total	18,91
Benzo(a)pireno	0,79	2,3,6-	n.d		
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,24	3,4,5-	n.d		
Dibenz(a,h)antraceno	nd	2,3,5,6-	0,001		
Benzo(g,h,i)perileno	0,63	2,3,4,5-	0,050		
Total	103,00	2,3,4,6-	0,001		
		penta-	0,030		
		Total	1,22		

n.d.: no detectado

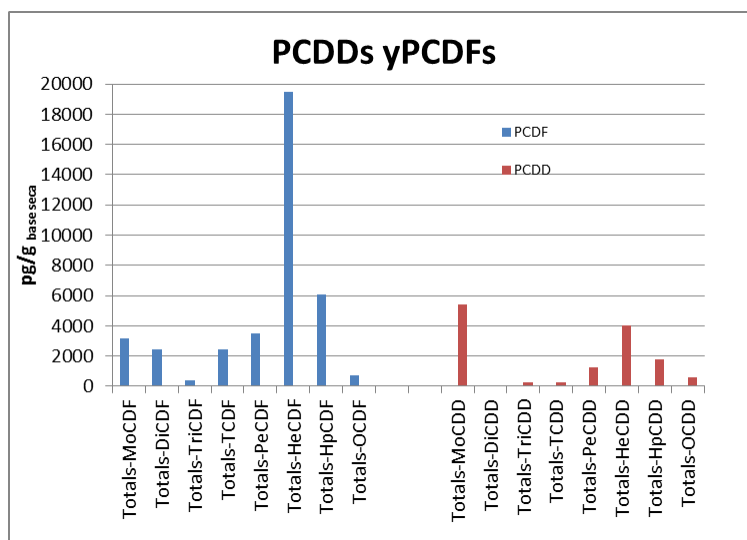


Figura 2. Perfil de homólogos de PCDDs y PDFs (pg/g muestra en base seca) en filtro y resina para combustión incontrolada de *car fluff*

Tabla 3. Concentración de PCDD/Fs y PCBs (pg WHO₂₀₀₅/g muestra en base seca)

2378-TCDF	108,4	PCB-81	0,538
12378-PeCDF	153,6	PCB-77	0,175
23478-PeCDF	4385,6	PCB-123	0,272
123478-HxCDF	29,5	PCB-118	0,339
123678-HxCDF	37,8	PCB-114	0,061
234678-HxCDF	1118,3	PCB-105	1,377
123789-HxCDF	561,7	PCB-126	11,592
1234678-HpCDF	5,3	PCB-167	0,147
1234789-HpCDF	3,4	PCB-156	0,256
OCDF	0,3	PCB-157	0,095
2378-TCDD	23,3	PCB-169	4,298
12378-PeCDD	86,7	PCB-189	0,005
123478-HxCDD	5,8		
123678-HxCDD	15,7		
123789-HxCDD	333,8		
1234678-HpCDD	7,4		
OCDD	0,2		

De los datos anteriores llama la atención la elevada concentración de PCDD/Fs generadas, aunque es de un orden de magnitud 10 veces inferior a los valores obtenidos por Ryan y Lutes⁴.

Conclusiones

La combustión incontrolada de los residuos no metálicos de automóviles en los experimentos realizados generó cantidades de PAHs del orden de 100 mg/kg muestra. La cantidad de dioxinas generadas fue del orden de 20 µg/kg de muestra para el total de hexaclorodibenzofuranos, que fueron los de mayor concentración. En unidades de toxicidad, las emisiones en pg WHO2005 para PCDD/Fs y PCBs fueron del orden de 6900 y 20 respectivamente, valores que son muy elevados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias a la ayuda de los proyectos CTQ2008-05520 (Ministerio de Ciencia e Innovación) y Prometeo/2009/043/FEDER (Generalitat Valenciana).

Referencias

1. Morselli L, Santini A, Passarini F, Vassura I. *Waste Management*, 2010; 30:2228-2234.
2. Van Caneghem J, Block C, Vermeulen A, Van Brecht A, Van Royen P, Jaspers M, Wauters G, Vandecasteele C. *Journal of Hazardous Materials*, 2010; 181:827-835.
3. Horri M, Iida S. *JSAE of Japan*, 1999; 20:395-400.
4. Ryan JV, Lutes CC. EPA-600/R-93-044, NTIS PB930172914; 1993.