

Modificació del programa de vigilància ambiental per controlar PCDD/F i els metalls al voltant de la incineradora de residus sòlids urbans de Tarragona (SIRUSA)

Font:

'Modification of an environmental surveillance program to monitor PCDD/Fs and metals around a municipal solid waste incinerator' (Lolita Vilavert, Martí Nadal, Montse Mari, Marta Schuhmacher, y José L. Domingo .- 2009). ,Journal of Environmental Science and Health, Part A,44:13,1343 — 1352

URL: <http://dx.doi.org/10.1080/10934520903213210>

Des de mitjans dels anys 90, es duu a terme un programa de vigilància ambiental amb l'objectiu de proporcionar informació sobre els nivells de PCDD / F (dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans) i diversos metalls en mostres de sòl i vegetació recollida en les proximitats de Sirusa, una incineradora de residus sòlids urbans situada a Tarragona (Catalunya, Espanya). Tanmateix, la presència d'altres possibles fonts de contaminació en la zona com el trànsit, incendis forestals, les indústries locals, etc., fa difícil determinar l'impacte sobre la incineradora. Per tant, el 2007 es va realitzar un canvi en el programa de monitoreig mitjançant la recopilació de mostres addicionals de l'aire ambient a través d'actius i passius de sistemes de mostreig. Els nivells de PCDD / F en herba i terra va ser de 0,10 ng EQT-I/kg de pes sec (rang: 0.05-0.17 ng EQT-I/kg de pes sec) i 0,64 ng d'EQT-I/kg DW (rang: 0.13-2.41 DW ng EQT-I/kg), respectivament. Aquests resultats van posar de manifest una reducció significativa de la concentració de PCDD / F en ambdós monitors pel que fa a les enquestes anteriors. La mitjana de les concentracions de PCDD / F en l'aire van ser 12,04 i 15,21 WHO-TEQ/m³ FG el 2007 i 2008, respectivament, cosa que significa un augment no destacable del 26%. A més, no es va observar un increment generalitzat dels nivells de metalls en el medi ambient respecte a l'estudi de referència. Les concentracions actuals de PCDD / F i els metalls en les proximitats de la Incineradora de Tarragona (SIRUSA) són relativament baixes en comparació amb altres zones sota la influència de les emissions de les incineradores de residus. Això indica que l'impacte ambiental de la planta de Tarragona no és significatiu. D'altra banda, la modificació realitzada en el programa de vigilància ha demostrat ser tot un èxit.

Introducció

Les dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans policlorats (PCDD/F) són subproductes accidentals de processos de combustió d'alta toxicitat i persistència. Aquestes són alliberades per diferents fonts naturals i antropogèniques, com els incendis forestals i el trànsit. Entre ells, la incineració de residus ha estat tradicionalment considerada com una de les fonts més importants d'emissions de PCDD / F. Per tal de reduir l'impacte ambiental d'incineradores de residus sòlids sobre PCDD / F, en els últims anys s'ha dut a terme una iniciativa legislativa mitjançant la restricció dels nivells d'emissió de 0,1 ng I-TEQ/m³. Això s'ha traduït en una disminució dràstica dels PCDD / F en les proximitats de les instal·lacions d'incineració. Malgrat que les incineradores ja no es troben en la primera posició com alliberadors de PCDD / F, aquestes són encara una causa de considerable preocupació per a l'opinió pública. Més encara quan les plantes de valoració emeten potencialment quantitats importants de metalls continguts en els residus sòlids, com el mercuri (Hg), plom (Pb), coure (Cu), o el crom (Cr), entre d'altres. L'exposició a alguns d'aquests elements s'ha associat a una sèrie d'efectes adversos per a la salut.

La planta de Tarragona (Constantí, Tarragona) està en funcionament des de 1991. Té una capacitat de 145.000 tones de residus per any, cobrint les necessitats d'una població

* PCDD/F dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans

d'aproximadament 350.000 habitants. Aquesta zona es caracteritza per una forta presència industrial, amb una gran refineria de petroli, una planta de clor-alcalí i un incinerador de residus perillosos, entre altres empreses químiques. El 1996, es va iniciar un programa de vigilància a escala nacional per proporcionar informació sobre l'impacte mediambiental de la instal·lació, especialment pel que fa a PCDD / F i els metalls. Es van recollir mostres de terra i vegetació (abans i després de l'aplicació de les noves mesures per depurar els mesuraments; 1996-1999), tant a llarg com a curt termini. El 2002, es va iniciar un segon estudi a escala. Durant un període de 4 anys, es van recollir periòdicament mostres de sòl i la vegetació, a més es van realitzar anàlisi dels nivells de metalls i PCDD / F.

Segons els resultats obtinguts, es va concloure que no existeixen riscos significatius per a la salut com es podia esperar de la població que viu en el barri pròxim a Sirusa a causa de les emissions de la xemeneia. Tanmateix, s'ha detectat un important augment dels nivells de PCDD / F en els sòls. Un estudi detallat dels resultats, especialment els que han de veure amb els PCDD / F dels congèneres, evidencien la incidència d'altres fonts potencials de la zona com és el cas de l'augment de la contaminació a causa d'un incendi forestal produït en la zona immediatament abans de la presa de mostres. Això reafirma la necessitat de fer una deriva en el programa de vigilància ambiental per discriminar la influència de la planta incineradora objecte d'avaluació respecte a aquestes altres fonts en la mateixa zona (per exemple, el trànsit dels incendis forestals i les indústries locals).

Per dur a terme una avaluació més precisa de l'impacte ambiental de la incineradora i els riscos de salut per a la població, es va dur a terme un canvi en el programa de monitoreig mitjançant la recopilació de mostres d'aire ambient també. D'una banda, la comparació dels nivells d'inmisió i emissió hauria de conduir a una més fàcil identificació dels efectes de la planta. Per altra banda, es podria realitzar una millor estimació de la inhalació de PCDD / F i els metalls, que ha demostrat ser la via més important de l'exposició del medi ambient. No obstant, s'ha mantingut la recollida de mostres de sòl i la vegetació per tal d'aconseguir una gran base de dades de les tendències temporals de la contaminació. En aquest estudi, es presenten els primers resultats del programa de millora de la vigilància del medi ambient. El primer objectiu va ser determinar els nivells de PCDD / F i els metalls en la vegetació, sòl i aire ambient recollida el 2007-2008 en el veïnatge de Sirusa. Un segon objectiu era establir les tendències temporals en les concentracions d'aquests micro-contaminants a terra i la vegetació mitjançant la comparació amb els resultats de les nostres enquestes anteriors.

Materials i mètodes

Mostreig

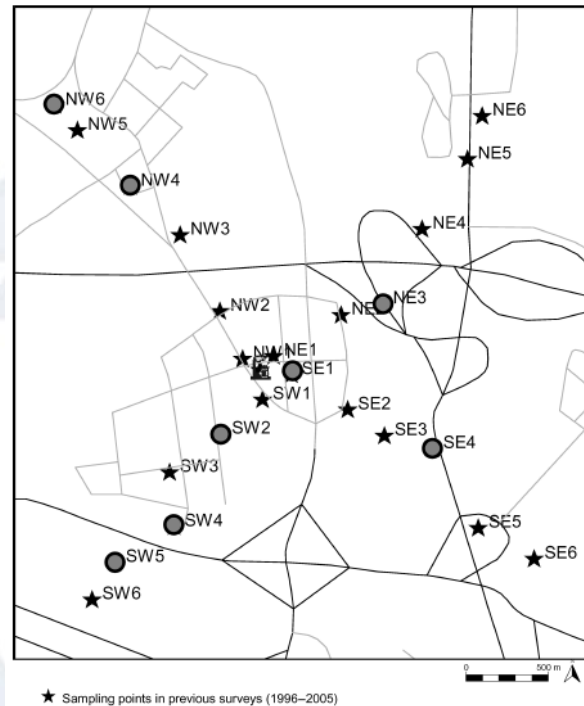
El juny de 2007, es va recollir vegetació i mostres d'aire ambient en les proximitats de Sirusa. Es van escollir 8 punts de mostreig d'entre els 24 llocs originals dels quals es disposava ja de dades sobre PCDD / F i metalls a terra a partir d'estudis anteriors. Aquestes 8 mostres, considerades com a representatives de la zona, es van recollir a diferents distàncies (250, 500, 750, 1000, 1250, i 1500 m) i direccions del vent de la instal·lació (Nord-oest, Nord-est, Sud-est, Sud-oest) de la planta. Les mostres de vegetació (*Piptatherum paradoxum* L.) van ser obtingudes tallant 25 cm, a 4 cm per damunt del sòl. Al seu torn, dispositius d'alt volum van prendre mostres de l'aire ambient de la zona. Partícules de PCDD / F en fase gasosa van ser atrapades per separat fent passar l'aire a través d'un ET-1000-sampler PUF (Tisch Ambiental, Cleves, OH, EE.UU.) equipat amb filtre de fibra de quars (QFF) i espuma de poliuretà (PUF). D'altra banda, els PM10 adsorbits pels metalls en l'aire es van controlar amb un dispositiu ET-6070-DV (Tisch Ambiental, Cleves, OH, EE.UU.). Els volums de mostreig van variar entre 540 i 968 m³, i entre 1716-1803 m³ per a PCDD / F i metalls, respectivament.

* PCDD/F *dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans*

El juny de 2008, van tornar a recollir-se mostres de la superfície del sòl i de l'aire ambient en els mateixos 8 punts de mostreig. Les mostres de sòl van ser preses de la part superior 3 cm i es van emmagatzemar en bosses de polietilè. Una vegada en el laboratori, les mostres del sòl van ser assecades a temperatura ambient i es van tamisar a través de 2 mm de malla de pantalla per aconseguir una homogeneïtzació de la mida de les partícules. Pel que fa a l'aire, es va dur a terme un mètode alternatiu basat en un mostreig passiu. Amb l'aplicació d'una taxa de mostreig de 2 m³ / dia el volum total d'aire es va estimar en 182 m³.

Procediment analític:

El pre-tractament de les mostres i de QFFs de la vegetació era prèviament analitzat i detallat. Una quantitat de 0.5 g de l'herba va ser diluïda amb 5 ml del HNO₃ (65% Suprapur, E. Merck, Darmstad, RFA) en bombes del tefló, mentre que els filtres d'aire van ser tractats amb una barreja de 2 ml del HNO₃ (el 65% Suprapur, E. Merck) i 3 ml de HF (37.5%, Panreac SA, Barcelona, Espanya de Castellar del Vallès). Les mostres es van deixar a temperatura ambient durant 8 hores, i escalfades a 80°C durant 8 hores addicionals. Després de refredar-se, els extractes van ser filtrats i completats amb aigua ultrapura fins als 25 ml. Així mateix, els sòls van ser també tractats amb un Sistema de Digestió de Microones durant 10 minuts fins a arribar a una temperatura de 165°C mantinguda durant 20 minuts. Les concentracions d'As, Be, Cd, Co, Cr, Cu,



Hg, Ni, Mg, Pb, Sb, Tl i V en aire, herbes, i mostres del sòl van ser determinats per un espectòmetre inductiu unit al plasma (ICP-MS, Perkin Elmer Elan 6000), a excepció del Cr, del Ni i de V en herbam, que eren analitzats per espectroscòpia d'absorció atòmica amb l'atomització del forn del grafit (AAS-GF, espectrofotòmetre de Varian, espectres A-30). Per garantir el control de qualitat (QA/QC Quality Assurance/Quality Control), els estàndards de la referència (sòl, argila margosa, Resource Technology Corporation US., CRM 052), així com les mostres duplicades, eren analitzades per verificar una bona capacitat de repetició i precisió del mètode. De la mateixa manera, es van inserir espais en blanc en cada fornada de 4 mostres per evitar potencials interferències. Els percentatges de recuperació van ser del 73-121%, 86-106% i 70-97% en la vegetació, el sòl, i l'aire, respectivament.

La determinació de PCDD/Fs es va realitzar per cromatografia d'alta resolució de gasos units a una espectrometria total d'alta resolució (HRGC/HRMS) segons el mètode 1613 dels E.E.U.U. EPA. Els estàndards etiquetats 13C12-PCDD/Fs de l'extracció van ser agregats per comprovar el procés de la preparació i per avaluar pèrdues potencials. Els compostos d'interès van ser extrets per mitjà de dissolvents d'extracció accelerada (AGAFA) amb toluol. Posteriorment, es va dur a terme una neteja amb cromatografia d'absorció. Finalment, els extractes van ser concentrats i injectats sobre una cromatografia de gas del tub capil·lar d'Agilent 6890 equipada amb una columna capil·lar de DB5-MS i unida a un espectròmetre de masses d'alta resolució (Autospec), amb l'enregistrament de ions en una resolució de més de 10.000. Els percentatges recuperats van ser del 75%, el 77% i el 85% en la vegetació, el sòl, i l'aire, respectivament.

* PCDD/F *dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans*

Estadístiques

Les anàlisis de dades van ser realitzats usant el paquet de programari d'estadística de SPSS 15.0. La prova de Levene va ser aplicada per analitzar la igualtat de variacions. Les proves d'ANOVA o de Mann-Whitney van ser executades posteriorment, depenent de dades van seguir una distribució normal o anormal, respectivament. Una probabilitat menor a 0.05 ($P < 0.05$) era considerada como significativa.

Resultats i discussió

Les concentracions de PCDD/Fs que cada mostra individual de vegetació, sòl i aire recollit el 2007 i 2008 en els voltants del MSWI de Tarragona queden resumides en la taula 1. La variació temporal respecte als nostres exàmens anteriors també s'indica. En la taula número 2 s'indica la mitjana de les concentracions, així com la desviació estàndard i gammes de PCDD/Fs en els 3 monitors ambientals. El 2007, la mitjana de PCDD/F en el farratge va ser de 0,10 ng EQT-I/kg (0,09 ng EQT-OMS/kg en sec), oscil·len entre 0,05 i 0,17 ng EQT-I/kg DW. Es va observar una disminució de les concentracions de PCDD/F en el farratge, pel que fa a les anàlisis anteriors, sent significativa entre 2004 i 2007 (el 33%; $P < 0.05$). En l'últim període analitzat (2004-2007), les concentracions de PCDD/F havien disminuït en 6 punts, mentre que van augmentar només en 2 localitzacions. En canvi, entre 1999 i 2007, es va observar un augment i una reducció dels nivells de PCDD/F en la vegetació en 4 i 2 punts de mostreig, respectivament. Per altra banda, no es va detectar cap diferència en els 2 punts restants.

El 2008, la concentració mitja de PCDD / F en sòl va ser de 0,64 ng EQT-I/kg DW, i van des de 0,13 fins a 2,41 ng EQT-I/kg DW. Això contrasta amb els resultats obtinguts en els sondejos anteriors. Es van observar reduccions significatives en comparar l'actual PCDD / F en els nivells del sòl amb els trobats en 7 punts de mostreig realitzats en el període 1999-2008 i en uns altres 5 punts duts a terme entre 2005 i 2008. En aquests casos es van presentar concentracions mitges d'1,20 ng d'EQT-I/kg DW ($P < 0,05$) y 6,01 ng EQT-I/kg DW ($P < 0,05$), respectivament. De fet, les concentracions van disminuir en 7 punts de mostreig entre 1999 i 2008, i en 5 punts entre 2005 i 2008. Pel que fa a les concentracions en l'aire, la mitjana de PCDD / F va ser de 12,04 i 15,21 fgWHO-TEQ/m³ el 2007 i 2008, respectivament, cosa que significa un augment no significatiu del 26%.

* PCDD/F dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans

Els perfils congèneres de PCDD/F a terra, la vegetació i les mostres d'aire ambient recollit en els voltants del MSWI de Tarragona es representen en Fig. 2. El patró dels congèneres de PCDD/F en sòl i la vegetació, en percentatge, va ser molt similar, independentment de la campanya del mostreig. Tanmateix, si els congèneres de PCDD/F es mostren com a concentracions totals, es pot observar un augment notable i significatiu d'OCDD i de furanos lleugers en els sòls examinats el 2005, quan les concentracions de 2,3,7,8 - TCDF, 1,2,3,7,8-PeCDF, 2,3,4,7,8-PeCDF i 1.2.3.4.7.8 - HxCDF van augmentar més de deu vegades respecte a l'estudi de la línia de referència. Aquest augment estaria més relacionat amb altres fonts potencials d'emissió de PCDD/F que amb la influència del MSWI aquí avaluat. De fet, algunes setmanes abans de mostreig del sòl, es va produir un incendi natural important en la part oriental de la zona d'estudi. Com a conseqüència del foc, probablement va quedar dipositada una quantitat important de PCDD/Fs en la zona.

S'ha informat que la concentració de 2,3,7,8 - TCDF i la contribució d'aquest congènere de PCDD/Fs en compartiments ambientals augmenta significativament després d'un incendi, en comparació amb els materials i zones no cremades. La presència dels furans més volàtils també ha estat associada a la combustió de fusta. Per aconseguir una fàcil visualització de les localitzacions afectades per la contaminació, es va dur a terme una Anàlisi del Component Principal (ACP) als nivells de PCDD/F en els sòls d'al voltant de la Planta de Tarragona, obtingut el 1999, 2005 i 2008. L'Anàlisi de Components Principals (ACP) és una metodologia usada sovint per reduir quantitats grans de dades a una petita mostra de components principals (CP). L'ACP va donar un model en 3-D, explicant el 87.9% de la variació. El CP1 (66.5% de la variació) va ser correlacionat positivament amb 2,3,7,8-TCDD, penta- i hexa-dioxines, així com amb 2,3,4,7,8-PeCDF, hexa i hepta furanos. El CP2 (11.9% de la variació) va ser correlacionat negativament amb 2,3,7,8-TCDF i 1,2,3,7,8-PeCDF. Finalment, el CP3 (9.5% de la variació) va ser correlacionat amb els congèneres tractats amb clor (OCDD i 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD). Les mostres de la línia de fons (1999) i les atuales (2008), així com la major part de l'estudi anterior (2005), van formar un sol grup. Tanmateix, alguns sòls recollits

Table 1. Concentrations of PCDD/Fs in herbage, soil and air samples collected in the surroundings of the MSWI of Tarragona (Catalonia, Spain) in 2007–2008, and temporal variation.

Samples	Distance (m)	Year			% Temporal variation	
		1999	2004	2007	1999–2007	2004–2007
Herbage^a						
SE-1	250	0.21	0.15	0.16	-24	7
SW-2	500	0.06	0.13	0.09	50	-31
NE-3	750	0.10	0.25	0.10	0	-60
NW-4	1000	0.07	0.10	0.08	14	-20
SE-4	1000	0.08	0.11	0.06	-25	-45
SW-4	1000	0.05	0.23	0.05	0	-78
SW-5	1250	0.04	0.15	0.07	75	-53
NW-6	1500	0.07	0.09	0.12	71	33
Total TEQ		0.11 ^c	0.15 ^c	0.10	-9	-33*
Soil^a						
		1999	2005	2008	1999–2008	2005–2008
SE-1	250	0.65	0.49	0.63	-3	29
SW-2	500	1.05	0.77	0.13	-88	-83
NE-3	750	4.89	1.86	0.28	-94	-85
NW-4	1000	0.95	0.75	0.31	-67	-59
SE-4	1000	1.62	15.61	0.13	-92	-99
SW-4	1000	1.45	0.74	0.34	-77	-54
SW-5	1250	2.09	0.50	2.41	15	382
NW-6	1500	0.90	0.72	0.86	-4	19
Total TEQ		1.20 ^c	6.01 ^c	0.64	-50*	-89*
Air^b						
		2007	2008	2007–2008		
SE-1	250	32.53	10.96	-66		
SW-2	500	5.49	31.42	472		
NE-3	750	8.49	7.13	-16		
NW-4	1000	12.31	17.90	45		
SE-4	1000	19.92	20.62	4		
SW-4	1000	5.15	12.26	138		
SW-5	1250	8.48	7.61	-10		
NW-6	1500	3.93	13.76	250		
Total TEQ		12.04	15.21	26		

^aResults are expressed in ng I-TEQ/kg (dry weight).

^bResults are given in fg-WHO-TEQ/m³.

^cMean value of 24 samples.

Asterisks indicate significant differences at $P < 0.05$.

Table 2. Statistical data on PCDD/Fs in various environmental compartments in the vicinity of the MSWI of Tarragona (Catalonia, Spain).

Sample	Year	Mean	Stand.			
			Dev.	Median	Minimum	Maximum
Herbage	1999	0.11 ^a	0.05	0.14	0.11	0.29
	2004	0.15 ^b	0.06	0.14	0.09	0.25
	2007	0.10 ^a	0.04	0.09	0.05	0.17
Soil	1999	1.20 ^a	1.01	1.00	0.15	4.89
	2005	6.01 ^b	9.89	1.86	0.33	46.37
	2008	0.64 ^c	0.76	0.32	0.13	2.41
Air	2007	12.04	9.74	8.48	3.93	32.53
	2008	15.21	8.03	13.01	7.13	31.42

Values showing different superscripts (a,b,c) are significantly different at $P < 0.05$.

Concentrations in herbage and soil are expressed in ng I-TEQ/kg (dry weight). Air levels are given in fg WHO-TEQ/m³.

* PCDD/F dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans

el 2005 van presentar alts valors del CP, principalment de la part oriental de la zona d'estudi, on va ocórrer l'incendi algunes setmanes abans del mostreig.

Monitoring PCDD/Fs and metals near municipal incinerator

1347

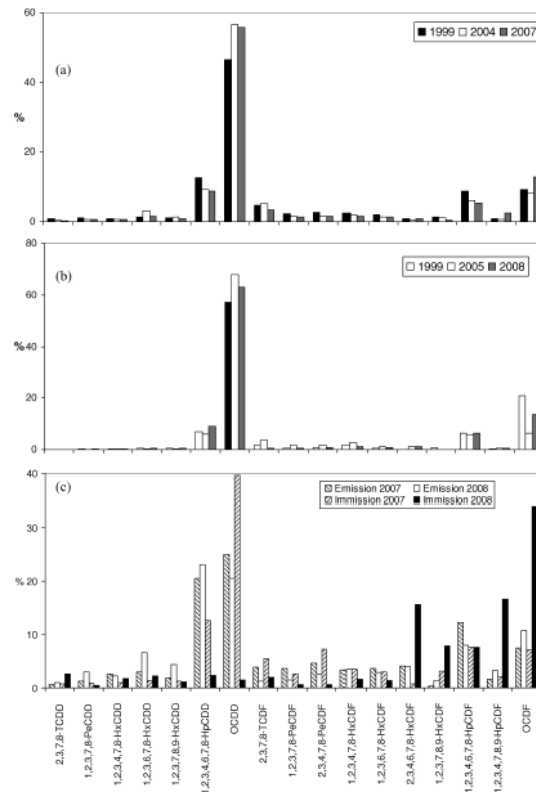


Fig. 2. PCDD/F congener profiles in (a) vegetation, (b) soil, and (c) emission and immission air samples collected in the surroundings of the MSWI of Tarragona (Catalonia, Spain).

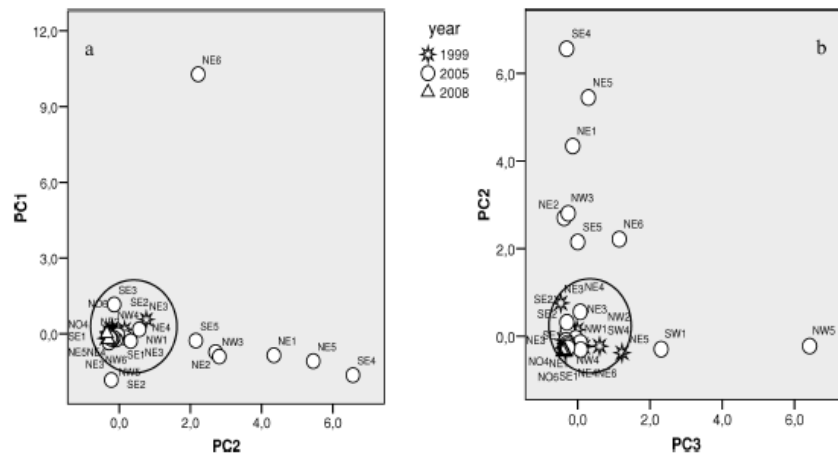
El perfil d'emissió el 2007 i 2008 es va comparar amb el de PCDD/Fs emès per la planta. Les concentracions de PCDD/F en pila del gas van ser divulgades a 0.0013-0.0096 i 0.0033-0.0038 ng ITEQ/Nm³ el 2007 i 2008, respectivament. Aquests valors estan molt per sota del límit de la UE fixada en 0,1 ng I-TEQ/Nm³. El perfil d'emissió de PCDD/F congènere es va mantenir constant entre 2007 i 2008. Resultats similars van ser observats recentment en una altra planta situada a Barcelona. D'altra banda, es va trobar una gran diferència del perfil de l'emissió en aire ambient, probablement com a conseqüència d'usar diversos dispositius del mostreig de l'aire.

El mostreig actiu del 2007 semblava augmentar la captura de dioxines altament tractades amb clor, mentre que un percentatge més alt de furans van ser absorbits per mitjà de mètodes passius. De totes maneres, no es va observar cap diferència notable en els valors totals d'EQT examinats en usar els dispositius actius (2007) o passius del mostreig (2008). Com a resultat de la necessitat de controlar els nivells ambientals dels agents contaminants que recull el Conveni d'Estocolm sobre contaminants orgànics persistents, en els darrers anys l'estudi de mètodes passius alternatius ha augmentat notablement. Per altra banda, ressaltar que s'han desenvolupat diversos acostaments de la teoria passiva del mostreig.

* PCDD/F dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans

Table 3. A summary of recent data concerning air concentrations of PCDD/Fs at different locations under the influence of emitter from waste incinerators.

Location	Assessed zone	Mean (Min-Max)	Units	Reference
Central Taiwan	MWI	(3.25–75.4)	fg I-TEQ/m ³	Chao et al. ^[37]
Hsinchu, Taiwan	Vicinity of a MSWI	(0.058–0.127)	pg TEQ/Nm ³	Cheng et al. ^[38]
Turkey	Hazardous waste incinerator	(0.050–0.075)	pg TEQ/m ³	Bakoglu et al. ^[39]
Northern Taiwan	MWI	(56–348)	fg I-TEQ/m ³	Chang et al. ^[40]
Central Taiwan	Around a MSWI	(140.9–209.9)	fg I-TEQ/m ³	Chao et al. ^[41]
Taiwan	MWIs	(0.08–3.01)	pg I-TEQ/m ³	Hu et al. ^[42]
Angers, France	Near a MSWI	65	fg I-TEQ/m ³	Glouennec et al. ^[4]
Korea	Around an industrial waste incinerator	(0.195–0.301)	pg I-TEQ/m ³	Kim et al. ^[44]
Taiwan	Around a MWI	0.24	pg I-TEQ/m ³	Lee et al. ^[45]
Hong Kong	Several sources of dioxins	0.069 (0.035–0.180)	pg I-TEQ/m ³	Tung et al. ^[46]
Bucheon, Korea	Around a MSWI	0.22–1.16	pg I-TEQ/m ³	Oh et al. ^[32]
Porto	Suburban	149	fg I-TEQ/m ³	Coutinho et al. ^[47]
Lisbon	Suburban	34		
Madeira	Rural/Forest	15		
Korea	Industrial incinerators	(0.347–0.606)	pg WHO-TEQ/Nm ³	Kim et al. ^[48]
St. Adrià del Besòs (Catalonia, Spain)	Around a MSWI	0.018 (0.010–0.024)	pg WHO-TEQ/m ³	Mari et al. ^[27]
	Background	0.012 (0.008–0.019)		
Taiwan	Around a MSWI	0.237	pg I-TEQ/Nm ³	Wang et al. ^[49]
Southern Taiwan	MSWI-1	0.090	pg I-TEQ/Nm ³	Wu et al. ^[50]
	MSWI-2	0.097		
Eastern China	Around a MSWI	(0.059–3.03)	pg I-TEQ/m ³	Xu et al. ^[51]
Tarragona, Spain	Around a MSWI	0.015 (0.007–0.031)	pg WHO-TEQ/m ³	Current study


Fig. 3. Principal Component Analysis of PCDD/Fs in soil: (a) PC1 vs. PC2; (b) PC2 vs. PC3.

Actualment, existeixen diverses metodologies disponibles com per exemple dispositiu semipermeables de la membrana, samplers XADresin i vidre recobert amb polímer. Entre ells, els discos de l'espuma del poliuretà s'han convertit en una de les tècniques més atractives per al seguiment, en vista del seu baix cost i simple manipulació. Tanmateix, l'espuma de poliuretà requereix un calibratge anterior basat en mostres actives i passives paral·leles per calcular les tarifes ascendents de la mostra. Encara que els mètodes d'estandardització de l'espuma de poliuretà han estat principalment dirigits als compostos orgànics semi-volàtils, aquests mètodes també s'han optimitzat per a PCDD/Fs en els estudis anteriors, on es va estimar un valor de 2 m³/dia és una taxa de mostreig passiu de PCDD/Fs.

Aquests últims anys, s'han realitzat una sèrie d'investigacions per tot el món amb l'objectiu d'indicar l'impacte ambiental de les instal·lacions de la gestió de residus. La taula 3 resumeix les concentracions de PCDD/Fs en aire ambient al voltant de les diverses incineradores de residus de diverses regions i països. En termes generals, els nivells actuals de les partícules de PCDD / F es troben en la part més baixa del rang en comparació a altres plantes d'incineració. Pel que fa al sòl i la vegetació, els nivells de PCDD/Fs obtinguts en les mostres recollides en els voltants de la planta, també serien baixos comparats amb els divulgats d'altres incineradores de residus.

* PCDD/F dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans

Table 4. Metal concentrations in vegetation and soil ($\mu\text{g/g}$), as well as in air samples (ng/m^3) collected in the surroundings of the MSWI of Tarragona (Catalonia, Spain) in 2007–2008.

	Stand.					
	Mean	Dev.	Median	Minimum	Maximum	LOD
Vegetation						
As	0.17	0.05	0.18	0.10	0.23	0.10
Be	nd	—	—	—	—	0.05
Cd	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03
Co	4.70	1.80	4.58	2.33	8.76	0.05
Cr	0.08	0.01	0.08	0.06	0.09	0.25
Cu	1.24	0.30	1.23	0.86	1.88	0.10
Hg	nd	—	—	—	—	0.05
Mn	25.10	11.72	24.75	8.69	51.45	5.00
Ni	1.10	0.77	0.93	0.27	2.31	0.10
Pb	0.79	0.57	0.58	0.20	1.91	0.03
Sb	nd	—	—	—	—	0.10
Tl	nd	—	—	—	—	0.03
V	0.86	0.40	0.79	0.38	1.44	0.10
Soil						
As	5.88	2.67	6.06	1.59	9.79	0.10
Be	0.55	0.21	0.60	0.22	0.82	0.05
Cd	0.22	0.11	0.21	0.11	0.46	0.03
Co	4.20	1.61	4.61	1.21	6.18	0.05
Cr	14.95	6.76	16.97	4.27	24.37	0.25
Cu	21.26	9.89	22.69	7.42	35.75	0.10
Hg	nd	—	—	—	—	0.10
Mn	229.10	93.50	259.50	54.50	336.70	0.05
Ni	8.07	4.44	8.35	2.45	14.93	0.10
Pb	17.20	7.95	18.81	4.93	26.31	0.03
Sb	0.14	0.02	0.13	0.13	0.16	0.10
Tl	0.17	0.06	0.17	0.08	0.24	0.03
V	27.03	13.10	29.13	3.20	45.64	1.00
Air						
As	0.49	0.22	0.54	0.20	0.78	0.02
Be	0.07	0.04	0.08	0.04	0.11	0.02
Cd	0.11	0.07	0.10	0.01	0.20	0.01
Co	0.26	0.12	0.28	0.08	0.46	0.02
Cr	5.62	4.35	3.52	0.78	11.26	0.08
Cu	69.55	25.29	71.46	35.88	111.47	0.02
Hg	nd	—	—	—	—	0.03
Mn	4.18	—	4.18	3.40	4.95	0.02
Ni	6.63	2.67	7.06	3.14	10.46	0.08
Pb	2.30	2.53	1.09	0.46	6.60	0.01
Sb	nd	—	—	—	—	0.02
Tl	0.02	—	0.02	0.01	0.02	0.01
V	12.17	4.19	13.69	5.40	16.61	0.16

nd: non-detected. LOD: Limit of detection.

Per exemple, recentment es va trobar una concentració mitja de PCDD/Fs de 1.50 ng I-TEQ/kg en 33 mostres agrícoles del sòl en els voltants d'una planta situada a l'est de La Xina. Aquesta xifra significava un augment del 39% pel que fa a l'any anterior. En canvi, es van trobar nivells més alts de PCDD/F en mostres del sòl que van recollir a prop d'una planta incineradora situada en Bucheon (Corea), amb una mitjana de 19.06 ng I-TEQ/kg. Pel que fa a la vegetació, comparar els resultats de diversos estudis pot ser en ocasions una cosa complicada, ja que el tipus de monitor o referència vegetal utilitzat pot ser molt variable.

Per tant, l'acumulació de la deposició pot donar lloc a nivells molt diversos de PCDD/F. Les agulles del pi han estat un dels biomonitoris més freqüents utilitzats per determinar la contaminació. Pel que fa a la comparació principal, les concentracions de PCDD/F en les agulles del pi escocès (*sylvestris* L. de *Pinus*) a Polònia van oscil·lar entre 0.01 i 3.18 ng I-TEQ/kg dw. A Catalunya, es van trobar concentracions substancialment més altes de PCDD/Fs en el veïnatge d'una planta d'incineració establerta a Montcada i Reixac (Barcelona), on la concentració mitja en 120 mostres de sòl i 120 de vegetació va ser de 3.49 i 1.81 1.81 ng I-TEQ/kg dw, respectivament.

* PCDD/F dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans

Table 5. Temporal variations of a number of elements in vegetation and soil samples in the vicinity of the MSWI of Tarragona (Catalonia, Spain).

Vegetation	1999	2004	2007	% Temporal variation	
				1999-2007	2004-2007
As	0.13 ± 0.01	0.09 ± 0.04	0.17 ± 0.07	31	89**
Be	nd	nd	nd	—	—
Cd	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.02	nd	—	—
Co	na	na	4.70 ± 1.93	—	—
Cr	0.27 ± 0.15	nd	0.08 ± 0.01	-70***	—
Cu	na	na	1.24 ± 0.32	—	—
Hg	nd	nd	nd	—	—
Mn	36.20 ± 1.32	28.12 ± 13.57	25.10 ± 12.53	-31	-11
Ni	1.02 ± 0.65	0.40 ± 0.59	1.10 ± 0.82	8	175*
Pb	1.22 ± 0.92	0.48 ± 0.37	0.79 ± 0.61	-35	65
Sb	na	na	nd	—	—
Tl	nd	nd	nd	—	—
V	0.60 ± 0.34	0.39 ± 0.19	0.86 ± 0.42	43	121***
Soil	1999	2006	2008	1999-2008	2006-2008
As	5.56 ± 3.45	4.54 ± 1.33	5.88 ± 2.67	6	30
Be	0.33 ± 0.12	0.48 ± 0.17	0.55 ± 0.21	67	15
Cd	0.15 ± 0.06	0.14 ± 0.06	0.22 ± 0.11	47	57*
Co	na	3.99 ± 1.48	4.20 ± 1.61	—	5
Cr	11.30 ± 4.25	11.40 ± 2.64	14.90 ± 6.76	32	31
Cu	na	14.70 ± 7.02	21.30 ± 9.89	—	45
Hg	0.06 ± 0.02	nd	—	—	—
Mn	223.90 ± 72.10	187.90 ± 77.40	229.10 ± 93.50	2	22
Ni	8.75 ± 2.87	8.63 ± 1.79	8.07 ± 4.44	-8	-7
Pb	25.70 ± 21.40	20.30 ± 10.70	17.20 ± 7.95	-33	-15
Sb	na	nd	0.14 ± 0.02	—	—
Tl	0.06 ± 0.02	0.07 ± 0.03	0.17 ± 0.06	183*	143*
V	16.00 ± 4.20	13.40 ± 5.51	27.00 ± 13.10	69	101*

Concentrations in µg/g (mean ± standard deviation).

nd: non-detected, na: not analyzed.

 Superscripts indicate significant differences at: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

Les concentracions de metall en mostres de l'herbam i aire que es van recollir el 2007, i la mostra de sòl obtingut el 2008, a prop de la planta de Tarragona (SIRUSA) es resumeix en la taula 4. Es van mostrar elevats nivells de manganès en l'herbam i el sòl (25.10 i 229.10 µg/g, respectivament), mentre que el Cu va presentar la concentració màxima en l'aire ambient (69.55 ng/m³). En canvi, l'hectogram (hg) va ser l'únic element amb quantitats imperceptibles en els 3 monitors ambientals. El mercuri s'ha detectat en baixes concentracions en el la superfície del sòl, fins i tot a prop de les plantes de valoració. D'altra banda, el Be, Sb i Tl en la vegetació, així com l'Sb en aire, van presentar una baixa concentració, per sota dels seus límits. Les principals concentracions en la vegetació i sòls pel que fa a les anàlisis actuals (2007-2008) i anteriors (1999 i 2004-2006), així com la tendència, queden reflectides en la taula núm. 5. Entre 2004 i 2007, es reflecteix un augment significatiu dels nivells d'As, Ni i de V en la vegetació. Tanmateix, en comparació amb l'estudi de 1999, cap dels metalls va augmentar perceptiblement, mentre que els nivells mitjos de Cr van disminuir perceptiblement a partir de 0.27 a 0.08 µg/g ($P < 0.001$).

Pel que fa al sòl, es va trobar un increment de tres vegades per al Cd, el Tl i V, respectivament ($P < 0.05$), al comparar amb les concentracions de l'examen anterior (2006). De fet, només el Ni i el Pb van demostrar una concentració menor, a la baixa. El Tl era l'únic metall que va créixer perceptiblement respecte a l'examen de 1999. Pel que fa al sòl i la vegetació, els nivells actuals són baixos en comparació amb altres zones afectades per les instal·lacions de la gestió de residus, d'Espanya o de tot el món. Pel que fa a l'aire, es va publicar recentment un estudi sobre els nivells de PM₁₀ i els metalls en diverses estacions de qualitat de l'aire d'Espanya. Les concentracions del metall a prop de la planta de valoració de Tarragona (SIRUSA) van disminuir sensiblement a mínims.

 * PCDD/F dibenzo-*p*-dioxines policlorades i dibenzofurans



SIRUSA

Serveis d'Incineració de Residus Urbans SA

En resum, les concentracions ambientals trobades en l'anàlisi actual en relació amb les proximitats de Sirusa són relativament baixes en comparació amb les observades en les àrees afectades per fonts urbanes i industrials, incloent les incineradores de residus. L'estudi de les tendències temporals de PCDD/Fs i els metalls a terra i la vegetació no van demostrar canvis significatius. A més, els nivells aerotransportats de PCDD/Fs no van canviar perceptiblement entre 2007 i 2008, amb només un augment lleu a partir del 12.04 15.21 al fg WHO-TEQ/m3. La modificació del programa de la vigilància ha demostrat ser encertada atès que la quantitat d'informació disponible s'ha ampliat. Els resultats abans citats indiquen que les conseqüències per al medi ambient de la planta de Tarragona no són significatives en termes de PCDD/Fs i metalls.



* PCDD/F *dibenzo-p-dioxines policlorades i dibenzofurans*