

13.- Modelització de metalls pesants

13.1.- Concentració de metalls pesants a l'aire

L'objectiu d'aquest apartat ha estat la determinació dels nivells d'immisió de metalls pesants deguts a les emissions per xemeneia de la planta IRSU de Montcada i Reixac. Per tal d'assolir aquest objectiu s'ha dut a terme la simulació de la dispersió de les emissions de metalls pesants a l'aire. A més a més, s'han avaluat els beneficis de les millores ambientals de la planta sobre els nivells d'aire. Per últim, s'ha avaluat la contribució de les emissions de la planta de metalls pesants als nivells ambientals a l'aire.

13.1.1.- Dispersió a l'aire de les emissions de metalls pesants

L'estudi de la dispersió dels metalls pesants emesos a l'aire per la planta Incineradora de Montcada i Reixac, s'ha dut a terme igual que en el cas de les PCDD/Fs mitjançant una simulació de la dispersió dels contaminants dins d'una malla de 10x10 Km, amb un espaiat de 200 m, on el punt central correspon a la xemeneia de la planta. La dispersió del metalls pesant emesos per la planta incineradora de Montcada i Reixac s'ha realitzat per: Arsènic, Cadmi, Crom, Mercuri, Níquel i Plom. La dispersió dels metalls pesants s'ha realitzat considerant la seva totalitat units a la fase particulada, excepte pel mercuri, que és un metall especial dins del grup dels metalls pesants. El mercuri pot trobar-se present en diferents valències i compostos en el medi ambient, i cada espècie mostra un comportament diferent en el seu transport i transformacions en els medis. A pesar d'aquest fet, concentracions de les emissions en els diferents estats de valència no es troben disponibles. Així, s'ha considerat la dispersió de mercuri en fase vapor, ja que de la concentració total de mercuri a l'atmosfera la forma en estat vapor és en general la majoritària.

A les Figures 13.1 i 13.2 es presenten els resultats de la simulació de la dispersió de les emissions d'arsènic abans i després de les millores ambientals a la planta. El resultat de la dispersió de les emissions dels altres metalls es troben representats a l'Annex B. Podem observar que la diferència principal entre els resultats abans o després ve determinada pel nivell d'immisió dels nivells d'arsènic a l'aire. En aquestes gràfiques es pot veure com la dispersió dels contaminants és un resultat dels efectes de les condicions meteorològiques i la cartografia de l'àrea. S'observa com les zones que es troben a les direccions sud i nord-oest de la planta són les més influenciades per les emissions en estudi. Per contra, la direcció nord-est es troba mínimament influenciada per les emissions de la planta.

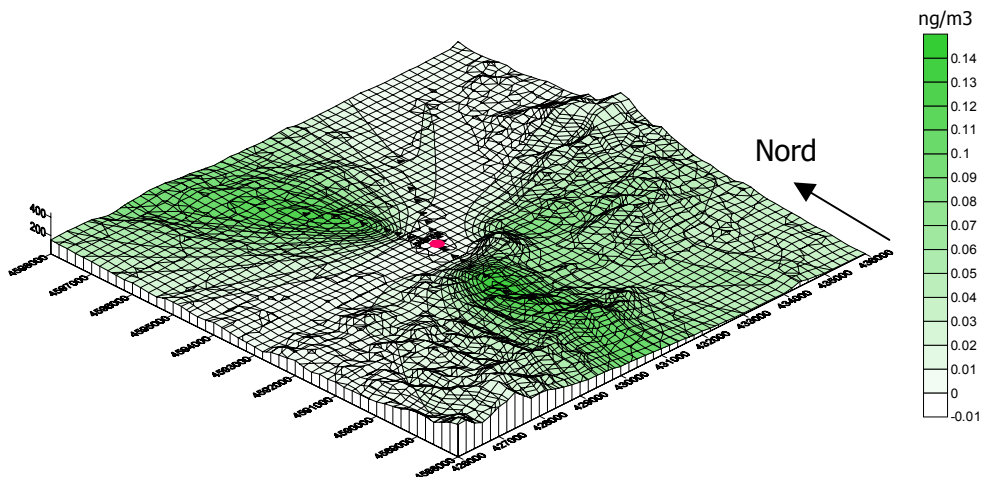


Figura 13.1.- Dispersió de les emissions d'arsènic (ng/m^3) al 1996.

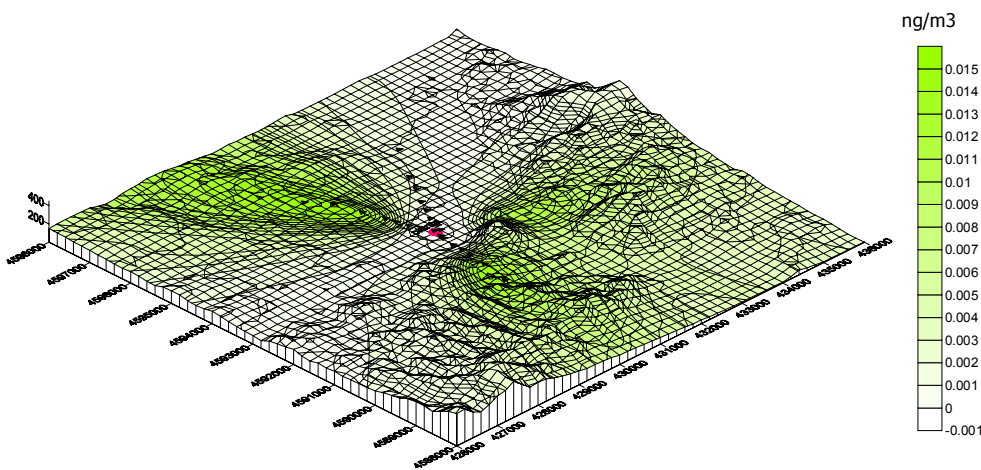


Figura 13.2.- Dispersió de les emissions d'arsènic (ng/m^3) al 2000.

13.1.2.- Benefici de les millores ambientals als nivells de metalls pesants a l'aire

Tal i com s'ha comentat anteriorment, la planta incineradora de Montcada i Reixac al 1999 va instal·lar un sistema de reducció d'emissions de PCDD/Fs i metalls pesants. Això, ha implicat una reducció considerable en l'impacte de les emissions de la planta. A la Taula 13.1 es presenten les mitjanes calculades dels nivells dels metalls pesants a l'aire pels 24 punts considerats a la monitorització, tant abans com després de la instal·lació de les millores ambientals. Si observem les reduccions de les emissions de metalls pesants (Taula 11.3), podem dir que les reduccions obtingudes en els valors d'immissió es troben en total concordança amb les reduccions a les emissions. El cadmi i el mercuri són els dos metalls amb una reducció més gran. Per contra, el níquel és el metall amb una reducció més petita tant en les emissions com també en els nivells d'immissió.

Taula 13.1.- Nivells de metalls pesants calculats (ng/m³) en aire abans i després de les millores ambientals.

	abans millores	després millores	reducció %
As	4.26E-02	5.02E-03	88
Cd	5.80E-03	3.86E-04	93
Cr	2.60E-03	8.70E-04	67
Hg	2.07E-02	1.44E-03	93
Ni	3.02E-03	1.97E-03	35
Pb	1.73E-01	5.40E-02	69

13.1.3.- Contribució de les emissions de la planta als nivells ambientals de metalls pesants a l'aire

A la Taula 13.2 es mostra el valor mitjana de la concentració calculada (model de dispersió) en aire de metalls pesants per als 24 punts, considerats com de major impacte per la planta incineradora de Montcada i Reixac, abans i després de les millores ambientals a la planta, respectivament. En aquesta taula també es presenten els valors mesurats a l'aire de metalls pesants a l'àrea de Montcada i Reixac (dades facilitades pel departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya). Si comparem les concentracions calculades de metalls pesants degudes a les emissions de la planta, amb les concentracions mesurades a l'àrea d'estudi, observem que la contribució de les emissions de la planta als nivells ambientals no és mai superior al 10%. Això ens diu que l'impacte de la planta és no gaire important en comparació amb altres fonts d'emissió de major impacte en la mateixa àrea d'estudi. Tal com s'ha comentat anteriorment, l'àrea d'estudi és un zona amb una alta activitat industrial i tràfic.

Taula 13.2.- Nivells d'immissió de metalls pesants (ng/m³) abans i després de les millores.

	abans de les millores			després de les millores		
	C_{calculada}	C_{mesurada}[*]	contribució %	C_{calculada}	C_{mesurada}[*]	contribució %
As	4.26E-02	0.8	5.33	5.02E-03	0.4	1.26
Cd	5.80E-03	1.5	0.39	3.86E-04	1.3	0.03
Cr	2.60E-03	-	-	8.70E-04	-	-
Hg	2.07E-02	-	-	1.44E-03	-	-
Ni	3.02E-03	23.6	0.01	1.97E-03	11.3	0.02
Pb	1.73E-01	121.7	0.14	5.40E-02	93.6	0.06

- Dades facilitades per la Generalitat de Catalunya

13.2.- Concentració de metalls pesants al sòl

En aquest apartat, es presenta la concentració en sòl calculada amb el model simple multi-compartamental aire-sòl-vegetació deguda a les emissions de la planta incineradora de Montcada i Reixac durant els anys que ha estat en funcionament. El sòl representa un bio-monitor a llarg termini, ja que la seva exposició es realitza durant llargs períodes de temps. Com no hem considerat els nivells de fons, la concentració calculada no és representativa de la concentració de metalls pesants al sòl de l'àrea, però ens diu la contribució de les emissions de la planta en els nivells ambientals.

La concentració de metalls pesants al sòl abans de la instal·lació del sistema de neteja de gasos s'ha calculat considerant l'acumulació de metalls pesants al sòl durant els 21 anys que ha estat funcionant la planta, des del 1975 fins el 1996 (any de la primera monitorització), sense el sistema de neteja de gasos. Per al càlcul de la concentració de metalls pesants en sòl després de la instal·lació del sistema de neteja de gasos, s'ha considerat la suma de la concentració en sòl abans de la instal·lació de les millores ambientals (des de 1996 a 1999), més l'acumulació durant els 2 anys que la planta ha estat en funcionament amb les millores ambientals (1999 al 2000).

13.2.1.- Benefici de les millores ambientals als nivells de metalls pesants al sòl

En aquest apartat es presenta el valor de les concentracions de metalls pesants en sòl, abans i després de la instal·lació de les millores ambientals. A la Taula 13.3 es troben els valors de la concentració en sòl, i la variació que experimenten els nivells de metalls pesants calculats al sòl. S'observa que presenten un lleuger increment al llarg del temps, degut a que tal i com hem dit el sòl és un medi acumulatiu.

Taula 13.3.- Nivells de metalls pesants ($\mu\text{g/g}$) en sòl abans i després de les millores ambientals.

	abans millores	després millores	increment %
As	8.82E-03	8.99E-03	-1.89
Cd	2.01E-02	2.02E-02	-0.50
Cr	2.61E-04	2.76E-04	-5.43
Hg	2.77E-04	2.80E-04	-1.07
Ni	7.94E-03	8.23E-03	-3.52
Pb	8.24E-01	8.33E-01	-1.08

13.2.2.- Contribució de les emissions de metalls pesants de la planta als nivells ambientals al sòl

La Taula 13.4 mostra la concentració mitjana en sòl calculada i mesurada pels 24 punts de major impacte en les rodalies de la planta Incineradora de Montcada i Reixac, tant abans com després de la instal·lació de les millores ambientals. Podem observar que a l'igual que amb les PCDD/Fs, la contribució de les emissions de la planta a la concentració final de metalls pesants en sòl és insignificant, ja que no és superior a l'10% en cap dels metalls estudiats.

Taula 13.4.- Nivells de metalls pesants en sòls ($\mu\text{g/g}$) **abans i després** de les millores.

	abans de les millores			després de les millores		
	$C_{\text{calculada}}$	C_{mesurada}	contribució %	$C_{\text{calculada}}$	C_{mesurada}	contribució %
As	8.82E-03	7.62	0.12	8.99E-03	9.62	0.09
Cd	2.02E-02	0.31	6.52	2.02E-02	0.36	5.61
Cr	2.61E-04	14.4	0.00	2.76E-04	20.17	0.001
Hg	2.77E-04	0.02	1.39	2.80E-04	-	-
Ni	7.94E-03	11.8	0.07	8.23E-03	19.55	0.04
Pb	8.24E-01	38.19	2.16	8.33E-01	32.78	2.54

13.2.3.- Vies principals d'exposició al sòl

A la Taula 13.5 es mostra la contribució de les diferents vies d'exposició per a la concentració acumulada al sòl dels metalls pesants. S'observa que la via d'exposició amb més pes és la deposició humida. Cal recordar que els metalls pesants es troben units a les partícules, i que la deposició humida és deguda a l'efecte de la pluja sobre les partícules. En canvi, la deposició seca és deguda a les forces gravitacionals en les partícules. Així doncs, malgrat que l'àrea d'estudi amb un clima típic mediterrani presenta poques pluges, l'efecte d'aquestes és molt més gran que el de la deposició seca. S'ha de destacar que l'exposició a través de les arrels de les plantes té una contribució mínima (<1% per a tots els metalls pesants).

Taula 13.5.- Contribució de les diferents vies d'exposició a la concentració de metalls pesants en sòl.

	via arrels	deposició seca	deposició humida	Total
As	6.40E-08	1.11E-03	7.71E-03	8.82E-03
Cd	2.75E-05	2.54E-03	1.77E-02	2.02E-02
Cr	3.37E-10	3.29E-05	2.28E-04	2.61E-04
Ni	9.18E-07	9.98E-04	6.94E-03	7.94E-03
Pb	7.11E-05	1.04E-01	7.21E-01	8.24E-01

Per altra banda, cal destacar que a l'haver fet la suposició de que el mercuri es trobava en fase vapor majoritàriament, el comportament d'aquest metall ha estat diferent dels altres, presentant com a principal via d'exposició l'absorció vapor.

13.3.- Concentració de metalls pesants al vegetals

En aquest apartat es presenten els resultats de les concentracions calculades en vegetals a partir del model simple aire-sòl-vegetació. La concentració de metalls pesants calculada representa l'acumulació durant una exposició de 6 mesos (vida mitjana de la planta). En primer lloc, es presenten els resultats dels metalls pesants abans i després de les millores ambientals i es comparen les concentracions degudes a les emissions. Després, es realitza un estudi de la contribució de les emissions de la planta als nivells ambientals. Per últim, s'avalua la contribució de les diferents vies d'exposició dels vegetals.

13.3.1.- Benefici de les millores ambientals als nivells de metalls pesant als vegetals

La Taula 13.6 presenta els nivells dels metalls pesants calculats amb el model simple en vegetals abans i després de la instal·lació de les millores ambientals en la planta Incineradora de Montcada i Reixac. S'observa com tots els metalls presenten una reducció considerable en els seus nivells.

Taula 13.6.- Nivells de metalls pesants calculats ($\mu\text{g/g}$) en vegetals abans i després de les millores ambientals.

	abans millores	després millores	reducció %
As	2.61E-04	3.10E-05	88.12
Cd	6.30E-05	3.02E-05	52.12
Cr	1.59E-05	5.36E-06	66.28
Hg	1.27E-04	8.87E-06	93.02
Ni	1.95E-05	1.32E-05	32.32
Pb	1.13E-03	4.07E-04	98.83

13.3.2.- Contribució de les emissions de metalls pesants de la planta als nivells ambientals al vegetals

L'objectiu d'aquest apartat és avaluar la contribució de les emissions de la planta (concentració calculada amb el model simple aire-sòl-vegetació), a la concentració mesurada de metalls pesants en herbes. Es pot notar que la contribució calculada de les emissions de la planta a la concentració en vegetals és mínima, ja que igual que en el cas del sòl, per a tots els metalls pesants aquesta contribució és inferior a l'1%, tant abans com després de les millores ambientals

Taula 13.7.- Nivells de metalls pesants en vegetals ($\mu\text{g/g}$) **abans i després** de la instal·lació del sistema de neteja de gasos.

	abans del sistema de neteja			després del sistema de neteja		
	$C_{\text{calculada}}$	C_{mesurada}	contribució %	$C_{\text{calculada}}$	C_{mesurada}	contribució %
As	2.61E-04	0.14	0.19	3.10E-05	0.19	0.02
Cd	6.30E-05	0.11	0.06	3.02E-05	0.09	0.03
Cr	1.59E-05	0.59	0.003	5.36E-06	0.76	0.001
Hg	1.27E-04	0.05	0.25	8.87E-06	0.06	0.01
Ni	1.95E-05	1.29	0.002	1.32E-05	0.98	0.001
Pb	1.13E-03	3.68	0.03	4.07E-04	2.00	0.02

13.3.3.- Vies principals d'exposició als vegetals

A la Figura 13.3. es presenta la contribució de cada via d'exposició a la concentració de metalls pesants en vegetals calculada amb el model simple multi-compartimental (Taula 13.7). Es pot observar que per a tots els metalls, l'exposició a través de la deposició humida és la via amb més pes en la concentració, excepte per al cadmi que presenta una contribució important d'exposició a través de les arrels. L'alta exposició dels vegetals a través de les arrels pel cadmi és principalment deguda a l'alt coeficient de bio-concentració sòl-planta, el qual ens indica l'alta tendència del cadmi de passar del sòl cap als vegetals (Annex A).

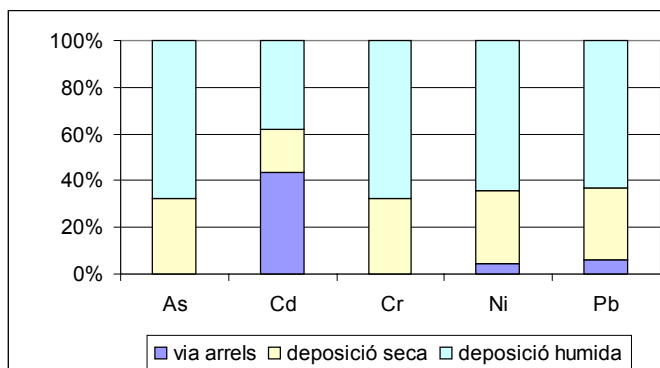


Figura 13.3.- Contribució de les diferents vies d'exposició a la concentració de cada metall pesant en vegetals.

A l'igual que en el sòl, el mercuri és un metall que es comporta totalment diferent de la resta, degut a la suposició de que les seves emissions són en forma vapor. Per això la via d'exposició que contribueix més a la concentració d'aquest metall és l'absorció vapor.