16.2.- Anàlisi de risc per exposició a metalls pesants

En aquest apartat es presenten els resultats corresponents a l'anàlisi de risc per metalls pesants. L'objectiu és presentar una metodologia d'anàlisi de risc per a la població degut a l'exposició a metalls pesants, i aplicar-lo per tal d'avaluar el risc degut; 1) a les emissions de metalls pesants, i 2) el risc degut als nivells ambientals de metalls pesants de la planta incineradora de Montcada i Reixac. Així, a l'igual que en l'apartat anterior, podem diferenciar tres parts:

1) Aplicació de la metodologia d'anàlisi de risc per a metalls pesants.
2) Estudi del benefici que tenen les millores ambientals a la planta sobre el risc cancerigen i no- cancerigen per metalls pesants.
3) Comparació del risc degut a les emissions (risc calculat) mitjançant els models matemàtics, amb el risc degut als nivells ambientals a l'àrea (risc mesurat).

16.2.1.- Aplicació de la metodologia d'anàlisi de risc per a metalls pesants

A l'igual que per a les dioxines, els resultats que es presenten en aquest apartat són el resultat de l'aplicació de la metodologia de l'anàlisi de risc a les emissions de la planta IRSU de Montcada i Reixac abans de la instal·lació del sistema de neteja de gasos. El primer, ha estat l'avaluació de l'exposició. Les vies considerades han estat: la ingesta de sòl contaminat, ingesta de vegetals conreats a l'àrea, inhalació de partícules resuspeses, inhalació d'aire, i absorció dèrmica. A la Taula 16.7 es presenten els resultats de l'exposició de la població a les emissions de metalls de la planta incineradora de Montcada i Reixac per a les diferents vies. Podem observar que la via d'exposició més important és la ingesta de vegetals, seguida de la inhalació d'aire. A l'igual que en l'exposició de la població a dioxines, trobem que les vies amb menys importància són les que depenen de la concentració al sòl.

Taula 16.7.- Exposició de la població per diferents vies a les emissions de metalls pesant (μg/d).

μg/d	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Hg
Ingesta de sòls	2.73E-05	3.47E-05	8.98E-09	1.37E-06	2.83E-04	9.53E-08
Ingesta de vegetals	3.05E-03	4.09E-04	2.06E-06	1.27E-05	1.47E-03	1.65E-04
Absorció dèrmica	4.37E-08	1.00E-07	1.29E-09	3.93E-08	4.08E-06	1.37E-09
Exposició oral	*3.08E-03*	*4.44E-04*	*2.07E-06*	*1.41E-05*	*1.76E-03*	*1.65E-04*
Inhalació partícules	2.83E-04	5.79E-05	1.73E-05	2.01E-05	1.15E-03	2.20E-04
Inhalació d'aire	3.90E-06	1.34E-05	1.15E-07	3.51E-06	3.64E-04	1.96E-07
Exposició inhalació	*2.87E-04*	*7.13E-05*	*1.74E-05*	*2.36E-05*	*1.51E-03*	*2.20E-04*

En aquest punt s'ha de tenir present que la concentració en sòls utilitzada en els càlculs d'anàlisi de risc, és la concentració calculada amb l'aplicació del model matemàtic multi-compartamental aire-sòl-vegetal acumulada al sòl durant els anys que ha funcionat la planta.

Una vegada definides les vies d'exposició de la població cap els metalls pesants, es va quantificar el risc cancerigen i no- cancerigen. Ja que els metalls depenen de la via d'exposició i afecten a uns òrgans o altres, s'ha distingint els tipus de risc depenen la via d'exposició: inhalació i ingestió oral (Taula 8.1 i 8.2).

El risc cancerigen s'ha calculat com un excés de risc (ER). Tal i com s'ha comentat en el capítol previ, el risc cancerigen (ER) dóna la probabilitat de que una persona pugui desenvolupar un càncer al llarg de la seva vida degut a les emissions estudiades. S'ha considerat el risc cancerigen via inhalació per a les exposicions d'inhalació d'aire i de partícules resuspeses, i s'ha determinat utilitzant el factor de pendent de càncer. El risc cancerigen oral s'ha definit com el degut a l'exposició per ingesta de sòl, de vegetals i l'absorció dèrmica, i s'ha estimat mitjançant el factor unitat de risc per inhalació. A la Taula 16.8 trobem els valors del risc cancerigen per a l'arsènic, cadmi, crom i níquel. Per a aquests dos últims metalls (crom i níquel) no s'ha pogut realitzar l'avaluació del risc cancerigen oral per manca de dades de referència adients. A la Taula 16.8 observem que el metall que presenta una probabilitat més alta de desenvolupar un càncer és l'arsènic seguit del cadmi.

Taula 16.8.- Risc cancerigen sobre la població de les emissions de metalls pesant abans de les millores.

	As	Cd	Cr	Ni
Erinh	3.65E-08	1.13E-08	9.39E-12	2.27E-10
ERoral	5.70E-08	1.89E-09	-	-

El risc no- cancerigen de la població també s'ha classificat segons la via d'exposició: ingesta o inhalació, s'ha expressat mitjançant un coeficient de perill (HQ) el qual relaciona l'exposició oral amb la dosis de referència (RfD), i l'exposició per inhalació amb la concentració de referència (RfC). A l'igual que en el risc cancerigen, el seu càlcul s'ha vist limitat als valors de referències trobats en la bibliografia. Els resultats mostren que el risc calculat degut a les emissions de metalls pesants per la planta incineradora de Montcada i Reixac obtinguts a partir de les dades dels models matemàtics, no presenta un risc potencial cap a la salut (Taula 16.9). El metall que presenta el risc no- cancerigen més alt és el cadmi via inhalació, i els que han presentat el risc no- cancerigen més baix són el níquel i el crom, per via oral.

Taula 16.9.- Risc no- cancerigen sobre la població de les emissions de metalls pesant abans de les millores.

	As	Cd	Cr	Ni	Hg	Pb
HQinh	-	2.90E-04	2.60E-05	2.01E-05	6.90E-05	-
HQoral	1.38E-04	6.33E-06	1.24E-08	2.29E-08	2.23E-05	8.33E-08

Anàlisi probabilístic: Monte Carlo

A l'igual que en l'anàlisi de risc per a dioxines, s'ha dut a terme una anàlisi de probabilitat del risc (anàlisi de Monte Carlo) dels metalls pesants, per d'aquesta manera considerar la variabilitat i incertesa del càlcul. A l'annex H es troba la distribució probabilistica de les variables utilitzades a l'anàlisi. En aquest apartat es presenten els resultats per l'arsènic.

A continuació, es mostren els resultats de l'anàlisi de Monte Carlo per a l'anàlisi de risc, produït per les emissions d'arsènic, abans de la instal·lació de les millores ambientals. A la Figura 16.6 trobem l'anàlisi de sensibilitat per a l'exposició de la població a les emissions d'arsènic. En aquesta gràfica observem com la via d'ingesta de vegetals i inhalació d'aire són les dues vies que contribueixen més a la variància total de l'exposició per les emissions d'arsènic. A la Taula 16.10 es presenta la distribució probabilística de cada via d'exposició per a les emissions d'arsènic abans de la instal·lació de les millores ambientals a la planta.

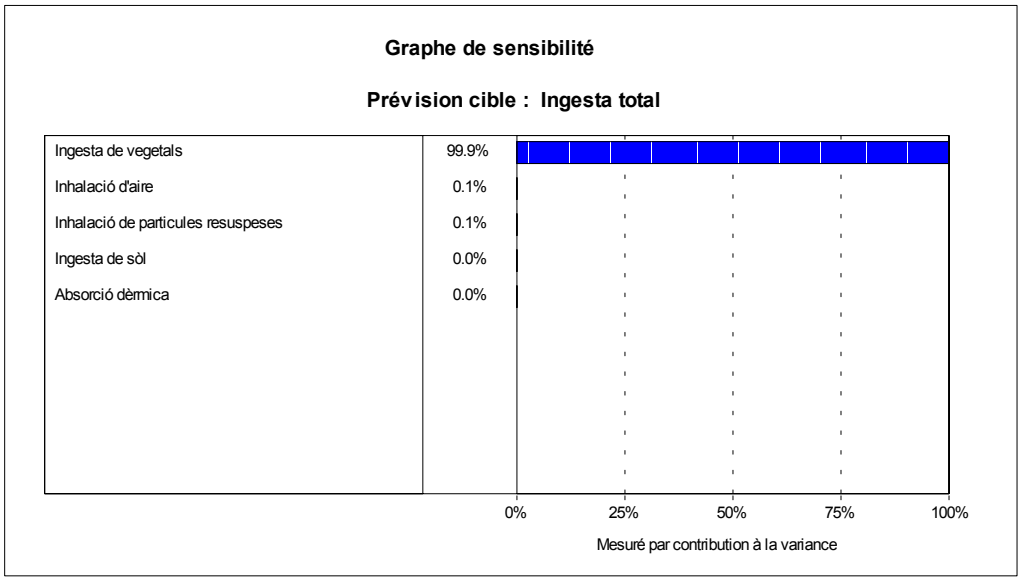

Figura 16.6.- Anàlisi de sensibilitat de l'exposició deguda a les emissions d'**arsènic abans (1996)** de les millores ambientals.

Taula 16.10.- Distribució probabilística de l'exposició a arsènic per les diferents vies d'exposició degudes a les emissions **abans** de les millores.

	Mitjana	DE	Percentils		
			10th	50th	90th
Ingesta de sòls contaminants	2.72E-5	6.38E-6	1.97E-5	2.65E-5	3.57E-5
Ingesta de vegetals de l'àrea	2.30E-3	1.70E-3	7.83E-4	2.30E-3	4.88E-3
Inhalació de partícules resuspeses	3.90E-6	3.92E-7	3.41E-6	3.89E-6	4.42E-6
Inhalació d'aire	2.83E-4	2.85E-5	2.48E-4	2.82E-4	3.21E-4
Absorció dèrmica	4.84E-10	4.02E-10	1.41E-10	4.84E-10	1.15E-9
Exposició total	2.60E-3	1.70E-3	1.10E-3	2.60E-3	5.20E-3

A la Taula 16.11 es troba la distribució probabilística del risc cancerigen i no-cancerigen per a l'arsènic degut a les emissions de la planta. A l'igual que en el cas de les dioxines, quan s'ha realitzat l'anàlisi de sensibilitat s'ha trobat que la variable amb més pes en la variància del risc ha estat la dosis de referència.

Taula 16.11.- Distribució probabilistica del risc cancerigen i no- cancerigen degut a les emissions d'**arsènic abans** de les millores.

arsènic	Mitjana	DE	Percentils		
			10th	50th	90th
Erinh	3.68E-8	5.18E-9	3.04E-8	3.64E-8	4.35E-8
Eroral	5.05E-8	3.25E-8	1.53E-8	4.44E-8	9.30E-8
Hqoral	1.23E-4	7.87E-5	3.71E-5	1.08E-4	2.25E-4

16.2.2.- Risc cancerigen i no- cancerigen calculat abans i després de les millores ambientals a la planta

Aquest apartat té com a objectiu avaluar el benefici que comporten les millores ambientals de la planta sobre el risc cancerigen i no- cancerigen calculat de metalls pesants sobre la població, a partir dels nivells de metalls pesants calculats amb models matemàtics. Els resultats que es presenten són el risc calculat cancerigen i no- cancerigen abans i després de la instal·lació de les millores ambientals a la planta.

El risc cancerigen sobre la població per metalls pesants, presenta una reducció en el cas de l'arsènic de més d'un 80% per a l'exposició inhalatòria i oral. En el cas del cadmi, la reducció del risc per via inhalatòria és de més del 90%. En canvi, per a l'exposició oral està sobre un 40%. Pel crom i el níquel, el risc cancerigen ha estat calculat solament via inhalació, presentant una reducció del 67 i 35%, respectivament. Amb la instal·lació de les millores ambientals, les emissions d'arsènic es van veure reduïdes en un 88%, les de cadmi en un 93%, les de crom en un 66% i les de níquel en un 34%. Per tant, les reduccions del risc cancerigen es troben en total concordança amb les reduccions de les emissions per xemeneia de metalls pesants amb les millores ambientals de la planta.

El risc no- cancerigen, a l'igual que el risc cancerigen, presenta una disminució en total concordança amb la reducció als nivells d'emissions de la planta incineradora després de les millores ambientals. A la Taula 16.13 s'observa que el risc no-cancerigen degut a les emissions de metalls pesants no presenta efectes adversos sobre la salut tant abans com després, ja que per a tots els metalls el risc no-cancerigen de la població degut a les emissions de metalls pesants és inferior a 1.

Taula 16.12.- Risc cancerigen *calculat* sobre la població *degut a les emissions* de metalls pesants abans i després de les millores.

		Erinh	**Eroral**
As	abans	3.65E-08	5.70E-08
	després	4.74E-09	1.08E-08
	%	87	81
Cd	abans	1.13E-08	1.89E-09
	després	2.74E-09	1.07E-09
	%	76	43
Cr	abans	9.39E-12	-
	després	3.19E-12	-
	%	66	-
Ni	abans	2.27E-10	-
	després	1.61E-10	-
	%	29	-

Taula 16.13.- Risc no- cancerigen calculat sobre la població *degut a les emissions* metalls pesants abans i després de les millores.

		HQinh	**Hqoral**
As	abans	-	1.38E-04
	després	-	2.63E-05
	%		81
Cd	abans	2.90E-04	6.33E-06
	després	1.93E-05	3.58E-06
	%	93	43
Cr	abans	2.60E-05	1.24E-08
	després	8.70E-06	8.11E-09
	%	67	34
Ni	abans	2.01E-05	2.29E-08
	després	1.31E-05	2.35E-08
	%	35	-3
Hg	abans	6.90E-05	2.23E-05
	després	4.80E-06	2.50E-06
	%	93	89
Pb	abans	-	8.33E-08
	després	-	6.28E-08
	%	-	24.6

16.2.3.- Comparació del risc degut a les emissions (risc calculat) amb el risc degut als nivells ambientals a l'àrea (risc mesurat).

En aquest apartat, s'ha avaluat el risc cancerigen i no- cancerigen sobre la població degut als nivells de metalls mesurats. L'avaluació del risc degut als nivells ambientals s'ha basat en les concentracions en sòl i vegetals obtingudes a la monitorització de 1996 i 2000. El nivells de metalls en aire que s'han fet servir en el càlculs han estat els facilitats per la Generalitat de Catalunya. Una vegada determinat el risc degut als nivells mesurats, s'ha comparat amb el risc calculat procedents de les emissions, per tal d'identificar la contribució d'aquests en el risc de la població.

Òbviament el risc cancerigen degut als nivells ambientals de metalls s'ha avaluat solament pels elements cancerigens: arsènic, cadmi i níquel. S'observa que la probabilitat de desenvolupar un càncer en el cas de l'arsènic via inhalació es veu incrementada. Aquest fet és principalment degut a l'augment que presenta la via d'exposició de partícules resuspeses, a causa de que els nivells d'arsènic en sòl incrementen al llarg dels anys (Figura 15.1). A primera vista, podria semblar que donat l'increment que presenta la concentració d'arsènic al sòl, la via d'exposició via ingesta hauria d'augmentar. Malgrat això, si avaluem la ingesta de sòl individualment observem que presenta un augment, però queda emmascarat pel descens que experimenta la ingesta de vegetals, que és més pronunciat. El risc no-cancerigen es troba a les Taula 16.15. Es pot veure com el risc degut als nivells ambientals presenta per a tots els casos un descens, i en cap cas es presenta un risc cap a la salut degut a les vies d'exposició estudiades.

Taula 16.14.- Risc cancerigen sobre la població *degut als nivells ambientals (mesurats) de metalls pesants* abans i després de les millores.

		Erinh	Eroral
As	abans	6.76E-07	3.03E-05
	després	1.11E-06	8.63E-07
	%	-65	97
Cd	abans	2.38E-06	2.87E-06
	després	2.13E-06	8.62E-09
	%	11	99
Ni	abans	1.51E-06	-
	després	8.15E-07	-
	%	46	-

Taula 16.15.- Risc no- cancerigen sobre la població *degut als nivells ambientals (mesurats) de metalls pesants* abans i després de les millores.

		Hqinh	HQoral
As	abans	-	7.34E-02
	després	-	2.09E-03
	%	-	97
Cd	abans	7.50E-02	9.62E-03
	després	6.50E-02	2.89E-05
	%	13	99.7
Cr	abans	-	3.44E-04
	després	-	3.18E-04
	%	-	8
Ni	abans	1.57E-01	5.64E-04
	després	7.53E-02	3.89E-05
	%	52	93
Hg	abans	-	8.74E-03
	després	-	5.38E-05
	%	-	99
Pb	abans	-	1.07E-04
	després	-	3.77E-06
	%	-	97

Si comparem la contribució del risc degut a les emissions (risc calculat amb els resultats del model compartimental aire-sòl-vegetació) amb el risc degut als nivells ambientals (risc mesurat), es veu que la contribució és mínima (Figura 16.7-16.10). Per tant, es pot concloure que a l'àrea de Montcada i Reixac existeixen altres fonts emissores de metalls amb molt més impacte.

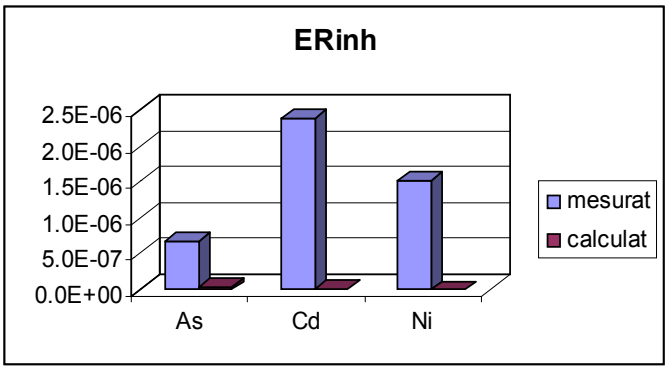

Figura 16.7.- Risc cancerigen per inhalació mesurat i calculat abans de les millores ambientals.

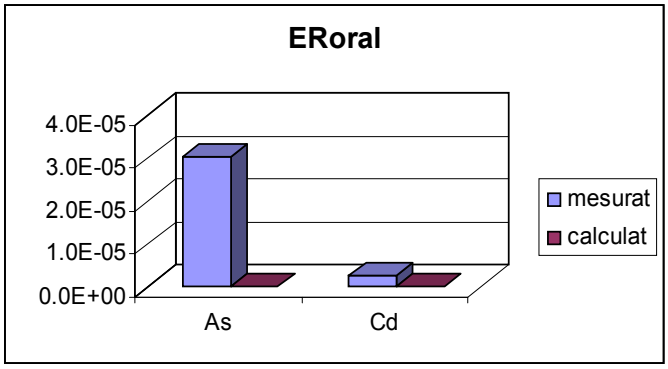

Figura 16.8.- Risc cancerigen oral mesurat i calculat abans de les millores ambientals.

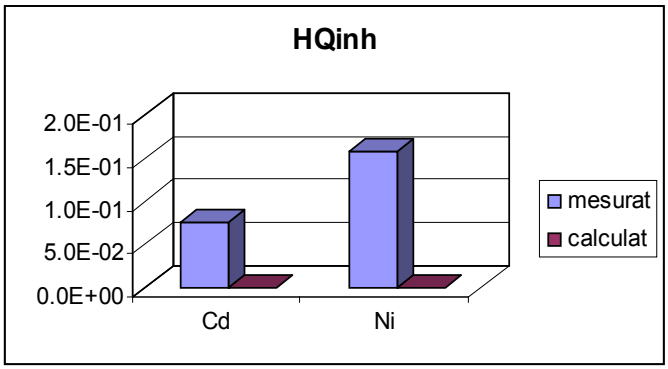

Figura 16.9.- Risc no- cancerigen per inhalació mesurat i calculat abans de les millores ambientals.

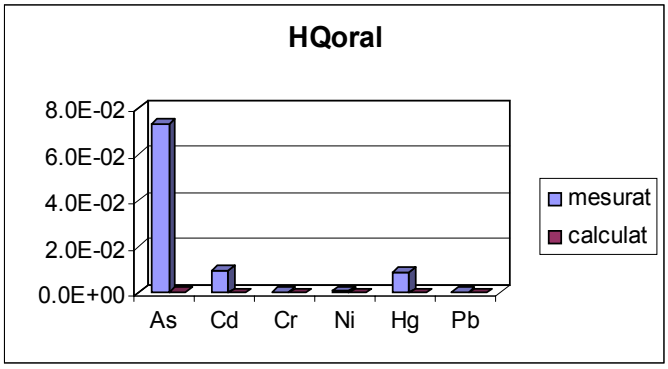

Figura 16.10.- Risc no- cancerigen oral mesurat i calculat abans de les millores ambientals.