



Impatto Ambientale dei Processi di Incenerimento di Rifiuti

di Marco Caldioli

(parte IV)



3. Tossicità e cumulabilità dei tossici nell'ambiente e nell'uomo in relazione anche alle emissioni dagli impianti di incenerimento di rifiuti

Come già accennato, va posta la massima attenzione sul significato e le conseguenze di una esposizione ai microinquinanti emessi dagli inceneritori. Va anche ricordato che i limiti di esposizione a tossici (nell'ambiente interno ed esterno le fabbriche) non sono un risultato puramente "*scientifico*", ma rappresentano il compromesso di un dato momento realizzato fra Industria e mondo del lavoro sulla base dei rapporti di forza esistenti nella società, con la mediazione delle istituzioni politiche e sanitarie per tutelare la salute e l'ambiente. In altri termini, non possiedono alcuna validità oggettiva, non possono, nè vogliono, garantire l'assenza di effetti su tutti gli individui esposti nel breve e medio termine a tali contaminanti.

Tra i contaminanti sicuramente presenti nelle emissioni di un inceneritore compaiono, in particolare, una serie di sostanze per le quali è stata dimostrata la cancerogenicità per l'uomo; ricordiamo le principali secondo la classificazione della IARC:

1) sostanze cancerogene di gruppo 1 (sicuramente cancerogene: evidenza sufficiente per l'uomo): Arsenico e composti, Cromo esavalente, Fuliggini, Nichel e composti;

2) sostanze cancerogene di gruppo 2A (probabilmente cancerogene: evidenze limitate per l'uomo, evidenza sufficiente per l'animale): Benzoantracene, Benzopirene, Berillio e composti, Cadmio e composti, Dibenzontracene;

3) sostanze cancerogene di gruppo 2B (possibile cancerogeno per l'uomo: evidenze limitate per l'uomo): Benzofluorantrene, Bifenili polibromurati, Clorofenoli, Dibenzopirene, Esaclorobenzene, Piombo e composti, 2,3,7,8 Tetraclorodibenzodiossina (TCDD); per quest'ultima di seguito entriamo nel dettaglio.

Come già accennato, le intrinseche proprietà tossiche delle diossine e dei furani, se possibile, sono ancor più insidiose per la salute umana a causa del fatto che questi composti, così come molti altri clororganici, non sono biodegradabili e si accumulano nei tessuti degli organismi viventi.

Data la loro maggiore solubilità negli oli e nei grassi, piuttosto che nell'acqua, essi tendono a spostarsi dall'ambiente verso i tessuti grassi e negli organi bersaglio come il fegato e a bioaccumularsi negli organismi viventi.

Per esempio, la 2,3,7,8 - tetraclorodibenzo - p - diossina (2,3,7,8 - TCDD) si accumula nei pesci in concentrazioni di 159.000 volte maggiori di quelle riscontrate nell'ambiente acquatico circostante. Questo rapporto è definito il "fattore di bioaccumulazione".

Esso è stimato maggiore di 10.000 volte per sostanze tossiche quali policlorobifenili (PCB), esaclorobenzene, octaclorostirene, dibenzofurani policlorurati (PCDF).

Lo stesso vale per il DDT, mentre l'esaclorobutadiene si bioaccumula secondo un fattore maggiore di 17.000.

Gli esseri umani occupano una posizione ai vertici della catena alimentare, risultando così i più esposti all'accumulo dei composti clororganici. Questi, sebbene nella loro maggioranza possano resistere a qualsiasi tipo di escrezione ed alterazione biochimica naturale, possono essere eliminati dal corpo umano tramite il sangue, il liquido seminale e il latte materno.

I composti clororganici sono quindi trasferiti da una generazione all'altra, in dosi probabilmente maggiori. *I feti ricevono significative quantità di sostanze clororganiche attraverso la placenta.*

Una volta nati, essi ne ricevono dosi maggiori anche con il latte materno, perchè queste sostanze tossiche si sono accumulate nel corpo della madre seguendo differenti fattori di biomagnificazione.

Valga per tutti il caso delle popolazioni Inuit, gli Esquimesi che popolano la regione artica del Quebec, in Canada.

Elevati livelli di sostanze clororganiche sono stati riscontrati nei loro tessuti e nel latte materno, in quanto essi si cibano principalmente di pesci e mammiferi marini, occupando il vertice di una catena alimentare molto semplice e diretta.

I composti clororganici e, in primis, le diossine, i furani e i policlorobi(tri)fenili sono riconosciuti come estremamente tossici, a causa di numerosi effetti dannosi per la salute umana e di numerose specie animali, che non hanno la possibilità di difendersi da sostanze che sono estranee alla natura. Tra gli effetti più ricorrenti si riscontrano disturbi delle funzioni riproduttive e una diminuita fertilità; difetti alla nascita, danni embrionali. Alcuni clororganici come, ad esempio, le diossine, i furani e i PCB possono distruggere il sistema immunitario e inoltre sono cancerogeni, mutageni e teratogeni. Praticamente tutti, in dosi anche minime, danneggiano il fegato, i reni (le diossine anche il sistema cardiocircolatorio) e il sistema nervoso.

Gli esseri umani risultano tra i più indifesi all'esposizione delle sostanze organiche clorurate, in quanto come tutti i mammiferi, essi hanno un ciclo di vita abbastanza lungo e non possono sviluppare efficaci sistemi di difesa in poche generazioni. Pertanto è facilmente comprensibile il fatto che, per esempio, negli Stati Uniti d'America e in Canada, sono stati identificati 177 composti clororganici nei tessuti grassi, nel latte materno, nello sperma e nel sangue umano. Tra i più ricorrenti composti ritrovati, si segnalano i policlorodibenzofurani, l'esaclorobenzene e i policlorobi(tri)fenili. L'estrema tossicità delle diossine e dei furani nei confronti dell'uomo, della donna e degli animali è stata ben dimostrata da autorevoli ricercatori, da Agenzie e Organismi internazionali, e sul punto non ci dilunghiamo oltre.

Indagini mediche hanno inoltre evidenziato elevati quantitativi di diossine nel sangue dei lavoratori addetti agli inceneritori (Vedi Schechter, A.J. et al "*Dioxin Levels in Blood of Municipal Incinerator Workers*", Med. Sci. Res., 1991).

Non va comunque taciuto, che in un rapporto compilato dall'USEPA si ribadisce la pericolosità della 2,3,7,8-TCDD. In esso si afferma che l'esposizione alla diossina e ai suoi composti può essere associata all'insorgere di diversi tumori, quali linfoma maligno, sarcoma dei tessuti molli, cancro alla tiroide e ai polmoni. D'altra parte che la 2,3,7,8-TCDD sia un cancerogeno multiplo non è una novità, vista la sua potente e persistente azione di agonismo e antagonismo nei confronti degli ormoni.

Il rapporto conclude contrastando quanto sostenuto dalle industrie e dai governi, tra cui quello italiano, e cioè che in realtà la diossina non è pericolosa per l'uomo e che gli effetti micidiali osservati su animali da laboratorio non sono validi per calcolare il rischio corso dagli esseri umani.

Al contrario, secondo l'USEPA: "*Sebbene i dati esistenti relativi agli esseri umani siano limitati, i modelli osservati sugli animali appaiono generalmente appropriati anche in funzione della stima del rischio per l'uomo*" (USEPA Office of Health and Environmental Assessment, 1992).

Cerco di dare alcune indicazioni in merito alle valutazioni e alle misure proposte da organismi internazionali per alcuni microinquinanti presenti *anche* nelle emissioni degli inceneritori.

I microinquinanti organici persistenti (POPs) sono costituiti da un gruppo di sostanze costituito principalmente dalle PCCD e PCDF, dai PCB, dall'esaclorobenzene e da diversi pesticidi organoclorurati. L'attenzione dei ricercatori, delle istituzioni sanitarie e dei governi (UNEP 1995) si è interessata, negli ultimi anni, su tali sostanze per le caratteristiche tossicologiche di queste sostanze, attive anche a micro dosi, per la loro bassa degradabilità ambientale e, quindi, cumulabilità nell'ambiente e negli organismi, nonché per l'accertata ubiquità di tali sostanze oramai distribuite su tutto il pianeta anche in luoghi lontanissimi dalle fonti – quasi esclusivamente i paesi industrializzati - che le immettono nell'ambiente e per gli effetti sanitari emergenti dovuti all'esposizione a queste sostanze.

Tra i POPs figurano sostanze – come già detto - che sono emesse anche dagli impianti di incenerimento, tra cui ricordiamo le PCDD/F e i PCBs.

Le istituzioni sanitarie hanno introdotto dei "*limiti*" di riferimento per tentare di "*pesare*" gli effetti dell'esposizione umana a queste sostanze.

Questi limiti (TDI o ADI) sono costituiti da "*livelli giornalieri accettabili*" ovvero da livelli di esposizione che, durante la vita media di un individuo, non dovrebbero comportare – sulla base delle conoscenze scientifiche – un rischio "*apprezzabile*".

Questi limiti si basano sul "*Lowest observable effect level*" (LOAEL) ovvero il livello di esposizione al di sotto del quale non si sono riscontrati effetti negativi sugli animali da laboratorio. Di norma i LOAEL ottenuti sugli animali sono estrapolati nell'uomo riducendoli di due ordini grandezze (1/100) .

L'OMS, con questo sistema, ha definito – nel 1990 - un TDI per la sommatoria delle PCDD, dei PCDF e dei PCB "*dioxin-like*" pari a 10 picogr TEQ per kg di peso corporeo al giorno (esposizione cronica su 70 anni di vita media) (vedi WHO *Environmental Health Criteria 88, Polychlorinated Dibenzopara-dioxins and Dibenzofurans*, IPCS – WHO 1989 e WHO *Consultation on tolerable daily intake from food of PCDDs and PCDFs : Summary report* , WHO regional office for Europe, EUR/ICP/RCS O30S), nel 2000 l'OMS ha rivisto tale limite e ha proposto due valori 1 pg TEF/kg/giorno come valore "obiettivo" e 4 pg TEF/kg/giorno come limite massimo (v. WHO "*WHO experts re-evaluate health risk of dioxins*", WHO/45, 3 giugno 1998; WHO "*Assessment of the health risk of dioxins : re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI)*, WHO Consultation, 25-29 maggio 1998, Ginevra). Nella revisione in corso si intende portare il valore a 1 pg TEF/kg/giorno come limite al di sotto del quale non si sono riscontrati effetti sullo sviluppo neurologico e del sistema endocrino, in altri termini ridurre i correnti livelli medi di esposizione che nei paesi industrializzati sono stimati tra i 2 e i 6 picogr TEQ giornalieri per kg di peso corporeo.

Per comprendere, fino in fondo, l'estrema tossicità delle diossine, basti dire che considerando la dose massima giornaliera inizialmente ammessa dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (10 picogr TEQ kg/giorno), la

dose annua "tollerabile" per un individuo di 60 Kg di peso sarebbe di soli 219 nanogrammi (ng) e cioè circa 0,22 microgrammi (μg).

Un solo grammo di diossina rappresenterebbe pertanto la dose annua per 4.500.000 persone ! In questo contesto si può ben comprendere il significato che rivestono i milligrammi e i grammi di diossine e furani originati ed emessi nell'ambiente da un impianto di incenerimento per R.S.U. o per rifiuti speciali (R.S.) o per rifiuti tossico-nocivi (R.T.N.) e pericolosi.

Questi limiti sono stati sottoposti a osservazioni critiche, le principali evidenziano che la definizione stessa di un limite non equivale a un "rischio zero" riferito in particolare agli effetti cancerogeni di tali sostanze, ovvero, in altri termini, che non ci sono delle dosi senza effetto per sostanze che hanno la caratteristica di essere dei "distruttori endocrini" e/o di possedere un potere cancerogeno, mutageno e/o teratogeno.

Inoltre è stato evidenziato che questi limiti non possono essere considerati "protettivi" per la salute individuale e pubblica in quanto considerano l'effetto tossicologico di una sostanza alla volta, ma non valutano la realtà dell'esposizione umana e ambientale ad un insieme di sostanze con caratteristiche tossicologiche più o meno simili, comprensive degli effetti sinergici o cumulativi delle stesse. Un'ultima critica è stata avanzata in merito al fatto che non tengono conto della particolare reattività degli individui nella fase della crescita (neonati) che hanno forme di difesa dalle aggressioni esterne diverse e meno efficaci degli individui adulti.

L'EPA ha proposto delle soglie di esposizione individuale, sempre rimanendo alle diossine e per le diverse vie espositive (inalazione, ingestione, contatto dermico), pari a 0,01 pg TEF/kg/giorno (EPA 1994, *Health assessment document for 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) and related compounds*. Volume II of III, EPA 600/BP-92/001c), questo valore, secondo questa Agenzia, terrebbe conto anche degli effetti cancerogeni. Va ricordato però che tali soglie – sviluppate dall'EPA a partire dalla fine degli anni '60 per motivi amministrativi - appaiono anch'esse arbitrarie in quanto questo limite definirebbe una soglia di "accettabilità" al rischio cancerogeno. L'EPA individua tale soglia nella concentrazione di esposizione di una data sostanza equivalente ad un rischio aggiuntivo di patologie neoplastiche pari o inferiore a 1 caso ogni

milione di abitanti ($1 * 10^{-6}$), quale parametro di rischio accettabile per la popolazione generale esposta cronicamente per tutta la vita a quella sostanza cancerogena.

Infatti l'EPA individua altre "soglie" : un rischio tollerabile per la popolazione lavorativa tra 1 caso aggiuntivo ogni 100.000 esposti e 1 caso aggiuntivo ogni 10.000 esposti, range di rischio che viene contestualmente giudicato come socialmente inaccettabile, mentre una valutazione di esposizione da cui risulterebbe un rischio aggiuntivo superiore a 1 caso ogni 10.000 esposti viene indicato come socialmente inaccettabile.

Un esempio di applicazione di tale principio viene mostrato nella tabella che segue e relativa alla proposta di un impianto di incenerimento ad Arcola (La Spezia).

Per quanto concerne le PCDD e i PCDF l'estensore dello "*studio di compatibilità*" dell'impianto ha dichiarato di aver estrapolato un limite di qualità dell'aria dalle indicazioni dell'EPA, pari a 0,039 picogr/mc, corrispondente ad un rischio di incremento di tumori inferiore a 1 su 1.000.000, cioè "*accettabile*".

Dal raffronto di tale soglia con quella stimabile dalla ricaduta dell'emissione del progetto di inceneritore, sulla base delle emissioni previste e delle caratteristiche meteo-climatiche della zona, l'estensore ritenne dimostrata l'assenza di rischio – l'accettabilità del rischio – nel caso di specie. L'estensore dello studio dovette però rivedere il proprio modello di ricaduta riverificando le valutazioni inerenti la ricaduta dei contaminanti, ma si dimenticò di farlo anche per i microinquinanti. Nella tabella sono mostrati – per estrapolazione dei dati dell'estensore dello studio e applicando il medesimo modello – i risultati di tale stima che evidenzia il superamento dei "*limiti*" ricavati dall'estensore dello studio per le PCDD/PCDF, e non solo.

Contaminante	Concentrazioni massime ammissibili (*)	Concentrazioni in aria all'altezza del suolo, Studio di impatto ambientale (*)		Concentrazione in aria all'altezza del suolo, Integrazione all'impatto ambientale (**)	
		nanogr/mc		nanogr/mc	
	nanogr/Nmc	Camino da 80 m	Camino da 40 m	Camino da 80 m	Camino da 40 m
Mercurio	200	0,5	1	40	119-60
Cobalto	690	5	10	//	//
Manganese	33	5	10	//	//
Diossine (Teq)	0,039 picogr/mc	0,0011 picogr/mc	0,0022 picogr/mc	1 picogr/mc	0,08 picogr/mc
Cadmio	0,93	0,5	1	40	119-60
Cromo	0,14	0,05	0,1	//	//

Tabella 16. Raffronto tra le "concentrazioni massime ammissibili" di alcuni microinquinanti e le concentrazioni stimate in atmosfera all'altezza del suolo nello Studio e nelle Integrazioni CIR (La Spezia)

Fonti:

(*) pag 174 dello Studio di compatibilità CIR

(**)elaborazione dell'autore (per diossine e mercurio) sulla base delle tabelle riportate a pag. 12 e 13 delle Integrazioni allo studio di compatibilità CIR.

Si evidenzia che la "*concentrazione massima ammissibile*" in atmosfera, indicata nello studio relativo all'impianto di Arcola, equivale a quella indicata dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale dell'Istituto Superiore di Sanità nel 1988 (pari a 0,04 picogr/mc), concentrazione che viene considerata come "*livello d'azione*" finalizzato a mantenere l'esposizione umana al di sotto di 1 picogr/kg/giorno (nello Studio viene presentato un "fattore di pendenza" per la 2,3,7,8 TCDD pari a 15 picogr/kg/giorno).

Tabella 17. Limiti tecnici di riferimento previsti per la bonifica del terreno contaminato di Seveso e limiti massimi "fissati" per i diversi comparti ambientali per le PCDD e per i PCDF.

Matrice ambientale	Limiti massimi "fissati" ai fini della bonifica del territorio di Seveso, definiti dalla Regione Lombardia	Limiti tecnici previsti per la bonifica del territorio contaminato di Seveso (CCTN) (*)	Livelli "d'azione" (CCTN) (**)
	2,3,7,8 TCDD (a)	2,3,7,8 TCDD (a)	PCDD+PCDF (b)
aria ambiente esterno	n.p.	n.p.	0,00004 nanogr/m ³
aria ambiente di lavoro	n.p.	n.p.	0,00012 nanogr/m ³
acqua potabile	n.p.	n.p.	0,00005 nanogr/litro
acque reflue industriali	n.p.	n.p.	0,00050 nanogr/litro
terreno coltivabile	750 nanogr/m ²	750 nanogr/m ²	0,010 nanogr/gr
terreno non coltivabile	5.000 nanogr/m ²	5.000 nanogr/m ²	0.050 nanogr/gr
pareti esterne	750 nanogr/m ²		75 nanogr/m ²
pareti interne	10 nanogr/m ²	10 nanogr/m ² (c)	25 nanogr/m ²

Note:

a) Limiti riferiti alla sola 2,3,7,8 Tetraclorodiossina, il più tossico tra le TCDD.

b) Limiti riferiti alla somma delle PCDD e delle PCDF espresse come TCDDequivalenti (TE).

c) Sono previsti anche limiti cumulativi per le PCDD e i PCDF pari a 1.000 nanogr/m² per ambienti interni e macchine.

(*) Parere della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale sui limiti tecnici di riferimento da adottare per le PCDD e le PCDF, seduta del 12.11.1985.

(**) Parere della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale sui PCDD e le PCDF, seduta del 12.02.1988.

Va anche ricordato che – per quanto concerne le PCDD e i PCDF – è stata introdotta la cosiddetta scala TEF (tetraclorodibenzidiossine equivalenti) finalizzata a "pesare" la tossicità di un gruppo di isomeri di tali sostanze, ponendo pari a 1 la 2,3,7,8 TCDD (la cosiddetta diossina di Seveso), e gli altri isomeri pari a frazioni (da 0,5 a 0,0001 per PCDD e PCDF).

Questo sistema di valutazione delle concentrazioni delle numerose sostanze indicate come PCDD e PCDF è stato anch'esso sottoposto a critica, evidenziando che tale sistema sia una semplificazione della situazione reale e può non essere sufficientemente accurato nella descrizione degli effetti tossicologici.

Anche questo sistema – applicato negli anni '80 da diversi paesi e istituzioni ambientali e sanitarie - è stato sottoposto a numerose rivisitazioni che hanno, nel tempo, da un lato ridotto le differenze tra la 2,3,7,8 TCDD e gli altri isomeri e dall'altro ridotto il numero delle scale di riferimento (attualmente ridotte principalmente a 3 : quella dell'EPA, quella dell'OMS e quella dell'Unione Europea) per quali permangono ancora delle differenze. Ad esempio la 1,2,3,7,8 PentaCDD ha un fattore equivalente di tossicità pari a 0,5 nella scala Europea mentre in quella dell'OMS è pari a 1; le Octa CDD e le Octa CDF nella scala europea sono pari a 0,001 mentre in quella OMS sono pari a 0,0001. Ciò porta a valori diversi, per la stessa concentrazione di isomeri delle TCDD e delle PCDD, di TEF.

Inoltre, nel caso dell'Europa, non esistono ancora delle scale di TEF per i PCB (mentre sono stati proposti dall'OMS) per cui in Europa i PCB non vengono semplicemente considerati (e sono stati addirittura eliminati tra i parametri per i quali vige l'obbligo di misurazione per le emissioni dagli inceneritori) mentre l'OMS li comprende (con fattori che variano da 0,1 a 0,00001 a seconda delle diverse sostanze classificate come PCB) e li "conta" nella proposizione di limiti di esposizione.

Come abbiamo già detto, la maggiore fonte espositiva per l'uomo per i POPs, e dunque anche per le PCDD e i PCDF, è rappresentata dalla catena alimentare, infatti, anche a parità - o a vicine - concentrazioni nelle diverse matrici ambientali di POPs, sono stati verificati significative differenze nella esposizione ovvero nei tessuti umani in funzione delle caratteristiche della dieta locale.

Rimanendo a PCDD, PCDF e PCB, avendo queste sostanze una spiccata caratteristica di lipofilità (sono insolubili nell'acqua ma si sciolgono nei grassi), si è riscontrata una maggiore esposizione nelle popolazioni nella cui dieta hanno un peso maggiore cibi con maggiore contenuto di grasso (latte, pesci, carni).

Non esistono dei limiti riconosciuti internazionalmente concernenti la presenza di tali sostanze negli alimenti, ma alcuni paesi hanno fissato dei limiti per determinati alimenti e/o per i suoli agricoli.

Tabella 18. Limiti fissati in alcuni paesi europei inerenti le concentrazioni massime nella sostanza grassa del latte di PCDD/PCDF

<i>Stato</i>	<i>Concentrazione (pg ITEQ /g di sostanza grassa nel latte)</i>	<i>Note</i>
Belgio	5	
Germania	< 0,9 3,0	obiettivo di lungo termine valore di intervento di primo livello : obbligo di miscelazione del

		latte contaminato con altro provenienti da fattorie e misure di contenimento delle fonti
	5,0	valore di intervento di secondo livello : divieto di commercializzazione del latte
Olanda	6	Limite massimo da non superare
Gran Bretagna	16,6	comprensivo di PCBs
Austria	35	Indicato dal Ministero della Sanità, l' Agenzia per l' ambiente raccomanda il non superamento del limite olandese
Francia	1,0	Obiettivo di riferimento
	> 5,0	Divieto di immissione sul mercato

Oltre ai limiti sopra indicati, per rimanere all'Europa, la Germania ha fissato in 10 pg ITEQ/g di peso asciutto (equivalente a 1 pg ITEQ/g su peso tal quale) quale limite per alcuni vegetali; inoltre, nel caso dei suoli, un superamento del limite di 40 pg ITEQ/g di sostanza secca, implica la definizione di pratiche agricole e la coltivazione di piante con caratteristiche biologiche tali da ridurre l'accumulabilità nei vegetali.

In Italia – come vedremo anche più avanti – un suolo a destinazione residenziale con una concentrazione superiore a 10 pg ITEQ/g (10 nanogr/kg) di sostanza secca è da considerarsi come sito contaminato dal DM 471/99.

Rammento da ultimo i limiti fissati dall'Unione Europea – dopo la contaminazione di alimenti animali in Belgio nel 1999 da PCBs e diossine– pari a 0,2 pg ITEQ/g di sostanza grassa per le carni fresche di pollo e maiale ed i prodotti da loro derivati. Infine rammento il limite, sempre dell'Unione Europea, fissato a 0,5 pg ITEQ /g riferiti alla polpa di limone utilizzata come mangime per animali (bovini) che aveva provocato una emergenza sanitaria in alcuni paesi (in particolare la Germania) a causa della importazione di mangime contaminato dal Brasile.

A fronte di questi limiti diversificati, qual'è la situazione attuale nei paesi ove sono state condotte delle indagini ?

Tabella 19 Sommario degli studi relativi alla esposizione a PCDD/PCDF e PCBs che hanno evidenziato il superamento di limiti internazionali

Paese/Alimento	Superamento di limiti
<i>Dieta complessiva</i> Spagna Gran Bretagna (bambini) Svezia del sud (consumatori di pesce) Taiwan del sud (consumatori di pesce di acqua dolce)	Superamento del TDI dell'OMS per diossine, furani e PCB
<i>Dieta complessiva</i> Italia Isole Faroe (consumatori di carne) Popolazione Inuit del circolo artico, Canada	Superamento del TDI per PCB
<i>Dieta complessiva</i>	Superamento ADI OMS/FAO per aldrin e dieldrin

India Isole Faroe (consumatori di carne) Popolazione Inuit del circolo artico, Canada	Superamento ADI OMS/FAO per toxaphene
<i>Pesci di acqua dolce</i> Spagna Australia	Superamento MRL OMS/FAO per eptacloro e eptacloro epossido Superamento MRL OMS/FAO per PCB e chlordanne
<i>Carne</i> Vietnam Messico	Superamento MRL OMS/FAO per DDT
<i>Latte e derivati</i> Hong Kong Argentina Messico	Superamento MRL OMS/FAO per eptacloro e eptacloro epossido

In aggiunta a quanto riportato nella tabella 19 è da segnalare che, nel 1997, un'indagine del Ministero dell'Agricoltura francese (Direction générale de l'alimentation "*Resultats du plan de surveillance de la contamination des produits laitiers per les dioxines*", 28 mai 1997) ha evidenziato tassi allarmanti di diossina riscontrati nel latte prodotto in 34 dei 95 Dipartimenti del Paese. In tre Dipartimenti del Nord – l'area a maggiore vocazione lattiera – il tasso riscontrato è superiore a 3 picogrammi per grammo di grassi dei prodotti lattiero-caseari analizzati, rispetto ad un valore di riferimento che non dovrebbe superare 1 picogrammo, mentre a 5 picogrammi scatta la proibizione del consumo. La diossina dispersa nell'atmosfera appare dovuta all'attività degli inceneritori.

Lo studio in oggetto ha verificato che 40 prodotti analizzati (20 formaggi, 8 di burro, 12 di prodotti freschi) erano tutti contaminati da diossine. Il calcolo della razione giornaliera riferita in particolare a neonati ha evidenziato un superamento dei limiti individuali fissati dal Ministero della Sanità (ovvero 1 picogrammo di diossina per chilogrammo di peso corporeo al giorno): infatti un bambino di 10 anni del peso di 30 kg, stando a tale limite, non deve ingerire più di 30 picog/kg al giorno, mentre ipotizzando una razione giornaliera di 500 ml di latte, due porzioni di burro da 10 g, due yogurt da 150 ml e due porzioni di formaggio da 30 g si troverebbe a ingerire tra 156 e 92 pg di TCDD_{eq} al giorno (corrispondenti ai prodotti a maggiore contaminazione e a quelli a contaminazione media). A tale esposizione, continua questo studio, va aggiunta quella derivante da altri alimenti a base di grassi animali in cui si è accertata la maggiore contaminazione da diossine; tale apporto supplementare è in grado di raddoppiare l'esposizione – sempre per un bambino di 10 anni - quello derivante dai prodotti lattiero-caseari.

Le prefetture hanno vietato a sedici aziende agricole la vendita del latte prodotto e sono stati chiusi gli inceneritori di Halluin, Wasquehal e Sequedin (zona di Lille) assieme a quello di Maubeuge, nel nord del paese, dove si è accertato il superamento di 1.000 volte il vigente limite previsto dalle direttive dell'Unione Europea sulle diossine. Tant'è che la Francia sta riconsiderando la sua politica di smaltimento dei rifiuti urbani da decenni basata sull'incenerimento e sta sottoponendo gli impianti di incenerimento, fino a ieri vantati come sicuri e non inquinanti, a verifiche approfondite.

Analoghe verifiche sono in corso in Belgio per l'impianto di Anversa come per quelli di Weurt e Lathum in Olanda. In Olanda, è utile ricordarlo, nel 1989 l'inceneritore di Rotterdam fu spento e la produzione di latte del circondario fu distrutta per diversi anni per l'elevata presenza di diossine. In alcuni casi si sono verificate contaminazioni tra 11 e 14 nanog/l in TCDD_{eq} a fronte di un limite massimo fissato in Olanda a 0,1 nanog/l; questo inquinante ha interessato anche in aziende di agricoltura biologica considerate – erroneamente - al di fuori dell'area "*a rischio*".

Come già accennato la maggiore fonte espositiva (valutata in un range tra il 70 % e il 95 % a seconda delle condizioni socio-territoriali locali) ai microinquinanti clorurati è dovuta alla alimentazione per gli effetti di

cumulabilità nella catena alimentare sopra ricordati. Per quanto concerne la presenza di questi tossici nell'aria le fonti sono concordi nell'evidenziare valori più elevati in prossimità di fonti di esposizione (inceneritori, impianti industriali correlati con l'emissioni di tali inquinanti, arterie di elevato traffico stradale) rispetto a zone considerate non disturbate e che subiscono "solo" gli effetti del trasporto su lunga distanza degli inquinanti atmosferici; i valori riscontrati in studi nei paesi industriali hanno dei range molto variabili, da 5 picogr/mc (caso di un inceneritore tedesco) a valori di mille volte inferiori.

L'indicazione della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale, come livello di azione, è pari ad una concentrazione di 0,04 picog/mc.

In Italia sono pochissimi gli studi in proposito, tra questi citiamo un recente studio svolto tra il 1995 e il 1996 in diverse zone della città di Milano è stata stimata una media di 0,0208 picog/mc nell'atmosfera di TCDDeq (come somma di PCB, PCDD e PCDF – per il PCB è stato valutato un apporto pari al 10 %) con una distribuzione dei numerosi isomeri delle PCDD e dei PCDF *"molto simile a quello delle emissioni dei forni di incenerimento dei rifiuti solidi urbani (nell'arco di 10 km dalle zone indagate sono attivi 3 impianti di questo genere ndr) e di processi metallurgici"* (R. Fanelli, E. Davoli in AAVV *"Il benzene e altri composti aromatici: monitoraggio e rischi per l'uomo"*, Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 1998, pp.133÷151).

Studi precedenti sulla base di 18 analisi dell'aria urbana di Firenze e di 10 analisi dell'aria urbana di Roma hanno evidenziato concentrazioni di PCDD e PCDF : per Firenze, tra un minimo di 0,072 picog/mc in Teq e un massimo di 0,2 picog/mc in Teq, e per Roma, tra 0,048 e 0,277 picog/mc di Teq, con una concentrazione media per le due città stimata in 0,062 picog/mc.

(Berlincioni et al. 1995, 1993, 1992, Turrio-Baldassarri et al. 1994; riportati in *"Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data - Task 2, Environmental levels"*, European Commission DG Environment, ottobre 1999, pag. 8, e *"Annex Task 2"*, pag. 52).

Che tale questione sia tuttora all'ordine del giorno è confermato dal Seminario *"Dioxins in the air"*, organizzato dall'Agenzie per l'ambiente

del Belgio, con il patrocinio della Commissione UE, che si terrà a Bruges dal 19 al 20 novembre 2001.

Da ultimo va ricordato che nelle prossimità di un impianto di incenerimento o di altre grosse fonti di combustione (o anche aeroporti, nei coni di atterraggio e decollo) si possono verificare sia consistenti incrementi nelle concentrazioni in aria all'altezza del suolo di contaminanti "*tradizionali*" (ossidi di azoto, ossidi di zolfo in particolare) che di altri microinquinanti (idrocarburi policiclici aromatici) tali anche da incrementare il numero dei superamenti della soglia di attenzione previsti dalla normativa vigente (tale evenienza sarebbe preventivabile anche nel caso di alcuni metalli pesanti, se per questi esistessero dei limiti di qualità dell'aria). Si rimanda a quanto già detto, in via generale, alla problematica relativa alla cumulabilità degli impatti in un determinato territorio soggetto alla realizzazione di nuove opere con impatti elevati.

Da ultimo si intende presentare alcuni dati inerenti la contaminazione dei suoli :

- nella tabella 20 si ricordano i risultati dell'unica campagna di una certa estensione svolta in Italia e specificatamente indirizzata a valutare la contaminazione da PCDD/PCDF nelle vicinanze di impianti di incenerimento, mostrando i dati relativi all'inceneritore di San Donnino (Firenze) e quelli relativi agli impianti lombardi di Busto Arsizio (VA) e Desio (MI), tuttora funzionanti. (I dati relativi all'inceneritore di San Donnino portarono al divieto di consumo degli ortaggi nel raggio di un chilometro dall'impianto e contribuirono alla chiusura dell'impianto stesso).
- Nella Tabella 21 si raffrontano alcuni limiti relativi alla contaminazione dei suoli, evidenziando, per alcune sostanze, l'evoluzione tra le prime iniziative regolamentari (nel nostro caso della Regione Lombardia nel 1996 e quelli ora vigenti a livello nazionale con il DM 471/99. Si sottolinea il dato relativo ai PCB, la concentrazione fissata per la individuazione di un sito contaminato è stata ridotta di ben quattro ordini di grandezza.

Tabella 20. Impatto ambientale dovuto alle emissioni di CDD e di CDF dagli inceneritori di Busto Arsizio, Desio e San Donnino (campagne di rilevazione 1979-1982)

Contaminante	Monitoraggio effettuato nelle aree limitrofe all'inceneritore di Busto Arsizio (nanogrammi per metro quadro di suolo contaminato) Minimo - Massimo	Monitoraggio effettuato nelle aree urbane di Legnano (nanogrammi per metro quadro di suolo contaminato) Minimo - Massimo	Monitoraggio effettuato nelle aree limitrofe all'inceneritore di Desio (nanogrammi per metro quadro di suolo contaminato) Minimo - Massimo	Monitoraggio effettuato nelle aree limitrofe all'inceneritore di S.Donnino (nanogrammi per metro quadro di suolo contaminato)	
				SITO 1	SITO 2
tetra CDD	90 - 840	13 - 31	61,0 - 6.100	130	89
penta CDD	260 - 5.600	17 - 47	55,0 - 9.600	420	2.200
esa CDD	24 - 2.100	51 - 93	8,4 - 3.100	380	2.500
epta CDD	44 - 2.880	9 - 19	5,2 - 2.000	380	3.300
octa CDD	53 - 1.600	5 - 11	2,1 - 420	600	5.600
Poli CDD	n.r.	n.r.	113,0 - 305	n.r.	n.r.
tetra CDF	n.r.	n.r.	n.r.	490	730
penta CDF	n.r.	n.r.	n.r.	160	910
esa CDF	n.r.	n.r.	n.r.	220	1.800
epta CDF	n.r.	n.r.	n.r.	220	2.800
octa CDF	n.r.	n.r.	n.r.	89	1.000
Totali (*)	2.800	140	830	3.100	21.000
Totali TE	120	4,5	46	51	220

(**)					
------	--	--	--	--	--

Fonti: "Inquinamento ambientale da diossine: valutazione delle emissioni dei forni di incenerimento e loro contributo alla contaminazione ambientale" di A.Cavallaro ed altri, USL 75/11 Milano, Settembre 1984 e, per l'inceneritore di S.Donnino, A. di Domenico, Laboratorio di Tossicologia Istituto Superiore di Sanità, studio del 1988 allegato al Parere della Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale sui PCDD e PCDF, seduta del 12.02.1988.

(*) I valori totali sono calcolati, come indicato dall'autore A.Di Domenico, attraverso la somma delle medie geometriche delle singole analisi, di queste ultime sono riportate come valori minimi e massimi.

(**) Il totale TE è espresso come valore di "tetraclorodiossine equivalenti" (ricalcolati su fattori EPA 1987), e corrisponde convenzionalmente a parametri di tossicità equivalenti all'isomero tetra della diossina, e ciò calcolato per ognuno di tutti gli altri isomeri delle diossine e dei furani.

Note: come descritto dagli autori i dati relativi alla Lombardia sono stati realizzati con l'analisi di carotaggi del terreno fino a 10 cm di profondità e su dieci campioni su reticoli di 25 mt di distanza nelle aree a ridosso degli inceneritori. Per Desio si evidenzia che le analisi sono successive al crimine di Seveso (Milano) del 1976. Il dato di Legnano (città limitrofa a Busto Arsizio) è stato utilizzato come termine di confronto in quanto si è supposto che l'influenza delle emissioni dell'inceneritore di Busto Arsizio fossero limitate e la presenza di diossine dovute ad altri fonti.

Tabella 21. Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo per alcuni tossici, destinazione residenziale e commerciale. Confronto con i limiti previsti dalla normativa della Regione Lombardia (delibera 6/17252 del 1.08.1996) e quelli indicati nell'allegato 1 DM n. 471 del 25.10.1999.

(Tutti i valori sono in microg/kg su sostanza secca)

Sostanza	Limite Regione Lombardia	Limite DM 471/99 suoli ad uso	Limite Regione Lombardia	Limite DM 471/99 suoli ad uso

	suolo a uso residenziale	residenziale	suolo ad uso industriale	residenziale
Arsenico	30	20	50	50
Mercurio	2	1	10	5
Benzene	1.250	100	5.000	2.000
Toluene	62.500	500	250.000	50.000
Triclorometano	1.250	100	5.000	5.000
Aldrin	1.250	10	5.000	100
DDD, DDT, DDE	1.250	10	5.000	100
Esaclorobenzene	1.250	50	5.000	5.000
CVM	1.250	10	5.000	100
Policlorobifenili	12.500	1	50.000	5
PCDD+PCDF (Teq)	0,01 (*)	0,01	0,25 (*)	0,1

(*) Limiti massimi tollerabili indicati dalla Commissione consultiva tossicologica nazionale del 12 febbraio 1988

4. Alcune sommarie valutazioni in merito agli effetti sanitari connessi all'esposizione alle sostanze emesse dagli impianti di incenerimento dei rifiuti

Mentre sono noti gli effetti dei singoli inquinanti sulla salute pubblica, sono purtroppo pochi gli studi sanitari ed in particolare di tipo epidemiologico, occupazionali e generali, dedicati alla problematica degli effetti delle emissioni degli inceneritori di rifiuti.

Questi studi sono ovviamente correlati a quelli inerenti sia la contaminazione ambientale (dell'aria, del suolo, degli alimenti) che a quelli relativi ad indagini sui livelli nei tessuti delle persone dei contaminanti, ed in particolare dei microinquinanti bioaccumulabili.

La maggior parte degli studi evidenziano un incremento dei livelli di microinquinanti nei tessuti, sia per quanto concerne le PCDD/PCDF e i PCB, sia per determinati metalli (es. mercurio) ma anche per metaboliti derivati (es. tioeteri) o altri "*biomakers*". Questi incrementi sono stati registrati sia in relazione a vecchi che a nuovi impianti di incenerimento.

Le risultanze di tali studi di esposizione non sono, ad oggi, stati completati con un numero adeguato di studi sugli effetti sanitari ovvero con studi condotti con rigorosi e riconosciuti standard scientifici.

Si passano in rassegna, succintamente, gli effetti sulla salute dei diversi inquinanti emessi dagli impianti di incenerimento.

Tabella 22 Principali effetti tossicologici di alcuni contaminanti tipici degli impianti di incenerimento

<i>Contaminante</i>	<i>Principali effetti sulla salute</i>
Particolato	Tutti gli studi inerenti gli effetti dell'esposizione a polveri emesse da impianti di combustione hanno evidenziato incrementi nella mortalità correlati con incrementi nelle concentrazioni di polveri, in particolare le PM10. Le cause di morte correlate sono quelle dovute a malattie respiratorie, tumori polmonari e malattie cardiovascolari. Studi di lungo termine (esposizione cronica) tra popolazioni esposte a diverse concentrazioni in diverse aree hanno evidenziato incrementi in caso di maggiori esposizioni, in particolare con compresenza di elevati livelli di ossidi di zolfo. Sono state inoltre evidenziate correlazioni tra concentrazioni di polveri e incremento di ricoveri ospedalieri, incrementi di attacchi d'asma, assenteismi scolastici. Ovviamente nel caso del particolato le fonti di confondimento (leggi difficoltà di individuazione di una specifica fonte inquinante) sono elevate per le numerose e compresenti fonti che possono

	esistere in un territorio.
PCDD/PCDF	<p>Queste sostanze sono note per numerosi effetti sui sistemi di regolazione biochimici dell'organismo umano. In particolare : sono delle sostanze note come cancerogene correlate con sarcomi dei tessuti molli; sono sostanze in grado di indebolire il sistema immunitario; riducono la concentrazione degli spermatozoi con riduzione della fertilità, anche nella donna; producono dei danni all'apparato genitale sia maschile che femminile; incrementano la produzione di ormoni femminili; incremento il rischio di aborti spontanei; hanno effetti teratogeni ed in particolare possono ridurre lo sviluppo neurologico dei feti producendo delle deficienze cognitive nei neonati; alterano lo sviluppo sessuale dei feti; producono disfunzioni in diversi recettori ormonali con effetti diversi; incrementano il rischio di diabete, di alterazioni del metabolismo dei grassi e degli zuccheri, in generale disturbano l'azione degli enzimi.</p> <p>La vulnerabilità è particolarmente elevata per i feti e i neonati.</p> <p>Elevati livelli di esposizione (occupazionali o a crimini ambientali come quello di Severo) hanno fatto registrare effetti acuti come la cloracne ed elevati effetti sul sistema endocrino. E' certo l'incremento di tumori polmonari nelle esposizioni occupazionali</p>
Metalli Pesanti	
Piombo	l'incremento nel sangue di composti del piombo è associato a disordini nel sistema nervoso, anemia, malattie cardiovascolari, disordini metabolici, nelle funzioni renali e

	<p>riproduttive. Esposizioni a "bassi" livelli hanno effetti significativi sui bambini con effetti anche sullo sviluppo delle capacità cognitive. I suoi composti sono sostanze cancerogene associate al tumore allo stomaco, al rene e alla vescica.</p>
Cadmio	<p>E' una sostanza tossica anche per le piante, i maggiori effetti sono riscontrati a livello renale, correlati ad effetti depressivi di tipo enzimatico. Studi epidemiologici, per lo più occupazionali, a basse dosi hanno evidenziato deficienze nell'assorbimento del calcio (osteoporosi e simili), infiammazione dei bronchi fino all'enfisema, ipertensione. Principali effetti da esposizione acuta (oltre alla morte) comprendono irritazioni delle vie respiratorie (tracheobronchiti e edemi polmonari). E' una sostanza cancerogena e teratogena, in particolare correlata con tumori al polmone e alla prostata.</p>
Mercurio	<p>Sostanza molto tossica. L'esposizione a elevati livelli comporta nausea, vomito, diarrea, incremento della pressione sanguigna, irritazione della pelle, degli occhi, bronchiti, polmoniti ed effetti sul sistema nervoso centrale (cd malattia di Minamata dovuta all'esposizione a pesce contaminato). Esposizioni croniche a bassi livelli comportano danni ai reni ed effetti diversi sul sistema nervoso. E' un genotossico, sospetto cancerogeno; per la sua volatilità – se presente nella matrice incenerita – la quasi totalità viene emessa.</p>
Arsenico	<p>I composti dell'arsenico sono cancerogeni ed associati ai tumori alla pelle (anche per assunzione da acqua contaminata) ma anche</p>

	angiosarcomi epatici, tumori intestinali, vescicali e polmonari.
Cromo esavalente	I composti del cromo esavalente sono cancerogeni, correlati in particolare con l'incremento dell'incidenza di tumori al polmone ma anche all'apparato gastrointestinale, allo stomaco e al pancreas.

Recentemente, a cura di Greenpeace, è stata curata una rassegna ed una valutazione di tali studi (v. "*Incineration and human health*", Micelle Allsopp, Pat Costner, Paul Johnston; marzo 2001), per comodità, si riporta una sintesi dei principali studi.

Tabella 23a. Rassegna di studi sugli effetti sulla salute da emissioni di inceneritori - Studi occupazionali

<i>Tipo di impatto sulla salute</i>	<i>Note</i>
Indicatori biologici di esposizione	
Elevati livelli di idrossipirene nelle urine	Uno studio del 1992 ha evidenziato elevati livelli di idrossipirene nelle urine, indicatore di esposizione a idrocarburi policiclici aromatici
Incremento di tioeteri nelle urine	Anche questo è un indicatore di esposizione a diversi composti tra cui gli idrocarburi policiclici aromatici (studio del 1981)
Effetti cancerogeni	
Incremento di 3,5 volte della probabilità di mortalità per cancro del polmone	Studio del 1989 sui lavoratori di un inceneritore per RSU della Svezia (periodo di osservazione : 1920 – 1985)
Incremento di 1,5 volte della probabilità di mortalità per cancro	V. studio occupazionale precedente

esofageo	
Incremento di 2,8 volte di mortalità per cancro allo stomaco	Studio del 1997 su lavoratori, tra il 1962 e il 1992, in due impianti di incenerimento italiani (Roma), i dati non sono stati validati
Altri effetti	
Incremento della mortalità da malattie ischemiche cardiache	Nello studio occupazionale citato relativo ad un impianto di incenerimento svedese si sono riscontrati incrementi significativi statisticamente per lavoratori con 40 anni o più di lavoro
Associazione significativa dei livelli di diossine nel sangue con effetti sul sistema immunitario; incremento di allergie, alterazione del rapporto numerico tra i sessi alla nascita; decremento delle funzioni polmonari	Effetti evidenziati in uno studio occupazionale su lavoratori ad un inceneritore giapponese (1988-1997)
Eccesso di anomalie nelle proteine contenute delle urine, ipertensione; anomalie nella composizione chimica del sangue	In uno studio occupazionale (del 1992) su lavoratori di un inceneritore USA è stato registrato un eccesso di proteinuria
Cloracne	Episodi di cloracne (1999) in lavoratori giapponesi a un inceneritore con elevati livelli di diossine nel sangue

Tabella 23a. Rassegna di studi sugli effetti sulla salute da emissioni di inceneritori -

Studi sulla popolazione residente nelle vicinanze di inceneritori

<i>Tipo di impatto sulla salute</i>	
-------------------------------------	--

Indicatori biologici di esposizione	
Incremento di tioeteri nelle urine di bambini	Uno studio del 1999 ha rilevato elevati livelli di tioeteri nelle urine di bambini residenti vicino a un inceneritore in Spagna
Effetti cancerogeni	
Incremento del 44 % di sarcomi nei tessuti molli e del 27 % per linfomi non Hodgkins'	Uno studio (2000) relativo all'inceneritore francese di Besancon ha evidenziato un significativo incremento di queste due tipologie di tumori in residenti vicino all'impianto. In corso studi di verifica.
Incremento di 6,7 volte della probabilità di mortalità per cancro ai polmoni	Uno studio del 1996 ha evidenziato un incremento significativo di tumori ai polmoni in residenti vicino a un impianto italiano (Trieste)
Incremento di incidenza di cancro alla laringe	Studio inglese (1990) nelle vicinanze di un inceneritore per rifiuti (solventi) pericolosi; un altro studio riguarda un'area italiana (vicino a Roma) con presenza di inceneritore, discarica e raffineria.
Eccesso del 37 % di mortalità per cancro al fegato	Uno studio su una popolazione di 14 milioni di persone residenti nel raggio di 7,5 km da 72 inceneritori in tutta la Gran Bretagna ha evidenziato tali eccessi (1996), un successivo studio per eliminare i fattori di confondimento attribuiscono agli inceneritori un eccesso tra il 20 e

	il 30 % di mortalità per cancro al fegato (2000)
Incremento di due volte di mortalità per tumore nei bambini	Uno studio condotto su 70 inceneritori inglesi (1974-1987) e 307 inceneritori per rifiuti ospedalieri (1953-1980) ha evidenziato tale incremento
Effetti sul sistema respiratorio	
Incremento nella richiesta di medicinali per problemi respiratori	Uno studio (1984) su un villaggio francese nelle vicinanze di un inceneritore ha evidenziato un incremento nella richiesta di tali medicinali. Non si è stato in grado di provare la correlazione con l'impianto.
Incremento di sintomi di problemi respiratori	Incremento rilevato in uno studio (1993) relativo ad un inceneritore di rifiuti pericolosi USA. I risultati sono incerti a causa della metodologia adottata.
Effetti sulle vie respiratorie di bambini	Uno studio (1992) su bambini residenti vicino a un inceneritore di Taiwan ha evidenziato un incremento di problemi respiratori per i bambini connessi con un elevato inquinamento atmosferico, non è definito il ruolo dell'inceneritore.
Incremento di sintomi sulle vie respiratorie come persistente tosse, bronchiti ed altri	Uno studio USA (1998) ha evidenziato un incremento di tali sintomi in 58 residenti vicino a un cementificio che brucia rifiuti pericolosi
Altri effetti	

Eccessi nelle nascite di femmine	Uno studio (1995 e 1999) su popolazione residente vicino a 2 inceneritori in Scozia, ha evidenziato un incremento nelle nascite di femmine rispetto ai maschi.
Incremento di incidenza di malformazioni congenite nei feti relativi alla spina dorsale e agli organi genitali	Un significativo incremento di malformazioni congenite è stato rilevato in neonati in un'area vicino a un inceneritore posto in una azienda chimica, tra il 1960 e il 1969. Non si è potuto dimostrare la correlazione con gli effetti delle emissioni dell'impianto
Incremento di 1,26 volte di malformazioni congenite in neonati	Studio del 1998 condotto vicino a 2 inceneritori a Wilrijk (Belgio)
Incremento di malformazioni congenite agli occhi in neonati	Studio condotto in Scozia vicino a due inceneritori di rifiuti chimici. Conclusioni incerte.
Possibile incremento di gravidanze multiple	Un incremento significativo di gravidanze gemellari (1980) vicino a un inceneritore in Scozia. Incremento di 2,6 volte di gravidanze multiple in uno studio (2000) relativo ad un impianto belga. Altri studi (Svezia) non hanno evidenziato i medesimi incrementi
Abbassamento delle funzioni tiroidee nei bambini	Abbassamento nel sangue dei livelli dell'ormone tiroideo in bambini tedeschi residenti vicino a un inceneritore (1998)
Incremento di allergie,	Studio del 1998 su bambini

complicanze generali sulla salute, utilizzo di medicinali in bambini di età scolare	residenti vicino all'inceneritore di Wilrijk (Belgio)
---	---

Tra gli studi maggiormente significativi segnalò i seguenti :

- (Miyata et al, 1998) è uno studio giapponese relativo ai residenti di un'area vicino a un inceneritore che era stato chiuso a causa dell'elevata contaminazione da diossine del suolo; lo studio ha evidenziato sia elevati livelli di diossine nel sangue che il raddoppio nell'incidenza di tumori dei **residenti**. **La causa è stata attribuita sia all'inalazione di suolo che di alimenti contaminati.**
- (Holdke et al. 1998) ha evidenziato elevati livelli di PCBs nel sangue di 348 bambini tra i 7 e i 10 anni, residenti vicino ad un inceneritore per rifiuti pericolosi tedesco, rispetto ai livelli riscontrati in un gruppo di controllo in un'area a bassa contaminazione atmosferica.
- L'unico studio relativo all'esposizione al mercurio proveniente da inceneritori è finlandese (Kurtio et al, 1998) e ha evidenziato un decremento nei livelli di mercurio nelle persone allontanandosi da un impianto di incenerimento di rifiuti pericolosi.
- Nello studio citato relativo a Besancon (Viel et. al, 2000) a fronte di una emissione – al 1998 – pari a 16,3 nanog ITEQ/Nmc si sono riscontrati eccessi nell'incidenza (44 %) di sarcomi ai tessuti molli e (27 %) di linfomi non-Hodgkin's proprio in corrispondenza delle due aree (su 26) in cui era stato suddivisa la regione di Doubs, mentre nessun eccesso è stato riscontrato nelle altre 24 aree. Lo studio si è limitato a queste due forme tumorali e non ad altri effetti sulla salute, si evidenzia che i linfomi non sono associati all'esposizione a diossine e furani. Gli autori si sono riservati l'effettuazione di ulteriori studi.
- Lo studio di Trieste ha interessato una popolazione esposta a diversi fattori di rischio (inceneritore, fonderie, produzione di navi, centro urbano) limitatamente all'incidenza di tumori al polmone. L'incremento di incidenza trovato è stato di 6,7 volte per i residenti vicini all'inceneritore rispetto ad altre zone della città (la zona del centro ha registrato una incidenza di 2,2 volte).

5. Conclusioni ?

Negli studi appena scorsi è evidente che le emissioni degli impianti di incenerimento sono fortemente indagate di essere tra i principali (il principale) responsabili della contaminazione planetaria da alcuni microinquinanti (in primis PCDD e PCDF) ma anche alcuni metalli pesanti, anche se non ci sono ancora un numero sufficiente di indagini sanitarie e epidemiologiche che dimostrino una correlazione *anche* a livelli "ridotti" del mix di inquinanti che fuoriescono da tali impianti, gli studi e le conoscenze sono certamente sufficienti per evidenziare la necessità della fuoriuscita dalla pratica dell'incenerimento dei rifiuti di ogni genere (anche in relazione all'applicazione del "*principio di precauzione*"). (Peraltro il numero limitato di ricerche in questo campo è indice della voluta sottovalutazione, per non dire omissione ed occultamento, delle istituzioni politiche e sanitarie).

Si tratta di un obiettivo, per chi scrive, che fa parte di quello più generale della eliminazione dai cicli produttivi e da quelli di consumo delle sostanze ad elevata tossicità, a partire da quelle cancerogene, mutagene e teratogene. Un obiettivo che ha fatto strada, tra l'altro, con lo storico processo contro i vertici della chimica italiana che si sta chiudendo in questi giorni a Venezia e che ha visto Medicina Democratica come promotrice di un esposto-denuncia basato, tra l'altro, su una indagine epidemiologica "dal basso" (un ricordo va al compagno Gabriele Bortolozzo, "medico scalzo" di quell'indagine) che ha fatto emergere la strage operaia e l'ecocidio ambientale prodotto dai cicli produttivi (nati) obsoleti del polo chimico di Porto Marghera, a partire dall'esposizione dei lavoratori, loro malgrado, ai cancerogeni CVM/PVC e 1,2- Dicloroetano.

Lo ribadiamo : i sistemi di incenerimento dei rifiuti (così come la loro tumulazione in discarica) vanno respinti perchè intrinsecamente pericolosi per la salute pubblica e l'ambiente e perchè rappresentano gli anelli di una tossica catena che autoperpetua un sistema produttivo e sociale fortemente inquinante. Va demistificato il luogo comune che questi problemi sono risolvibili con il miglioramento tecnologico degli impianti. Sia chiaro, nessuno vuole negare i possibili miglioramenti, ma altro è il problema.

Infatti nessun sistema è in grado di far scomparire i contaminanti, ma solo di trasformarli e trasferirli nell'ambiente, in misura più o meno elevata, con le emissioni. Per non dire dell'inquinamento del suolo, del

sottosuolo e delle falde idriche causato dalle scorie e dalle ceneri originate dai processi di combustione e tumulate in discarica.

A tale proposito si vuole ricordare il diritto di ogni persona e della collettività a non subire alcuna esposizione a sostanze ed agenti tossicologici. In altri termini va affermato, nella realtà, il rischio ZERO per la popolazione e l'ambiente, nello specifico rispetto ai reflui tossicologici prodotti dall'incenerimento (solidi, liquidi e gassosi).

Questo diritto è chiaramente enunciato nella Carta Costituzionale della Repubblica Italiana (in particolare gli artt. 32 e 41) ove è esplicitamente sancita la "**tutela della salute come fondamentale diritto dell'individuo e della collettività**" così come pone limiti alla iniziativa economica che "**non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo da recare danno alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana**".

Questi principi fondamentali del nostro ordinamento costituiscono di per sé motivo sufficiente per negare validità a qualunque proposta e innovazione - comunque ammantata sul piano tecnico - di esposizione, più o meno controllata, della popolazione ai rischi e agli agenti tossici e nocivi insiti nel cosiddetto "*smaltimento*" dei rifiuti e, nel caso di specie, del loro incenerimento.

Chi scrive, infatti, rifiuta la posizione strumentale di chi considera ineluttabile lo "*smaltimento*" dei rifiuti e la relativa retorica della sua accettazione come "*male minore*".

Viceversa, sostiene la necessità:

a) **della prevenzione** (il non inquinamento) cioè l'affermazione del rischio ZERO sopra accennato;

b) **della bonifica** (il disinquinamento) delle realtà inquinate interne ed esterne alle fabbriche, eliminando ogni nocività e rischio attraverso adeguati interventi e mezzi, al fine di ripristinare e mantenere condizioni ambientali salubri e sicure;

c) **del riciclaggio** (intervento da attuare a valle dei cicli produttivi e dei sistemi di servizi e consumo) per recuperare, qualificare e riutilizzare effluenti e "*rifiuti*" sversati attualmente nell'ambiente.

Non vi è lo spazio per proseguire su questi argomenti ma voglio sottolineare che **l'inaccettabilità della pratica dell'incenerimento dei rifiuti si fonda anche su ragioni socio-economica in quanto la pratica dell'incenerimento autoperpetua il ciclo dell'inquinamento e dello spreco dei materiali.**

Va detto che una delle principali difficoltà per realizzare una efficace politica di riciclaggio dei materiali è costituita dall'opposizione palese ed occulta condotta dalla lobby economica legata direttamente o indirettamente all'incenerimento dei rifiuti . Al riguardo sono di estrema attualità le lucide parole dello studioso americano Barry Commoner : "*La verità è che l'unico ostacolo insuperabile sulla via del riciclaggio è la costruzione di un inceneritore*". Infatti è **facilmente intuibile che ciò che si può bruciare si può anche riciclare (e ciò che – alla fine della sua vita di merce – non potrebbe che essere smaltito rende solo evidente non l'ineluttabilità della pratica dell'incenerimento e delle discariche ma piuttosto la necessità di efficaci interventi sul modo di produzione delle merci).**