



incenerimento rifiuti

monitoraggi e controlli: prospettive

Rimini 31 aprile 2005

*Giuseppe Viviano, direttore del Reparto di Igiene dell'Aria
Dipartimento Ambiente e connessa Prevenzione Primaria
Istituto Superiore di Sanità, Roma*



monitoraggio e controllo

- ***controllo limiti*** (*metodi di legge o delle autorizzazioni, metodi UNICHIM, UNI, CEN, ISO, ecc.*)
- ***rilevamento di impatti*** (*sulla salute e sull'ambiente; aspetti igienico-sanitari, ambientali, aree ricaduta, POPs, accumuli, ecc.*)
- ***performance impianto*** (*aspetti tecnologici, efficienza impianto, collaudi, ecc.*)
- ***altro*** (*calcolo dei fattori di emissione, perizie, indagini di vario tipo, ecc.*)



Normativa UE


- Direttiva 89/429/CEE del Consiglio, del 21 giugno 1989, concernente la riduzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti esistenti di incenerimento dei rifiuti urbani.
- Direttiva 89/369/CEE del Consiglio, dell'8 giugno 1989, concernente la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dai nuovi impianti di incenerimento dei rifiuti urbani.
- **Direttiva 94/67/CE del Consiglio, del 16 dicembre 1994, sull'incenerimento dei rifiuti pericolosi.**
- **Direttiva 2000/76/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 4 dicembre 2000, sull'incenerimento dei rifiuti.**





normativa nazionale

In corso recepimento direttiva 2000/76/CE

 Rifiuti pericolosi; DM 25/2/2000, n. 124.

 RSU e RS; DM 19/11/1997, n. 503.

 “Linee Guida Emissioni” vecchi impianti, DM 12/7/1990.

 DL.vo 13 gennaio 2003, n 36 “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alla discarica di rifiuti.

 DM 13 marzo 2003 “Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica”

dl.vo 5/2/97 n. 22

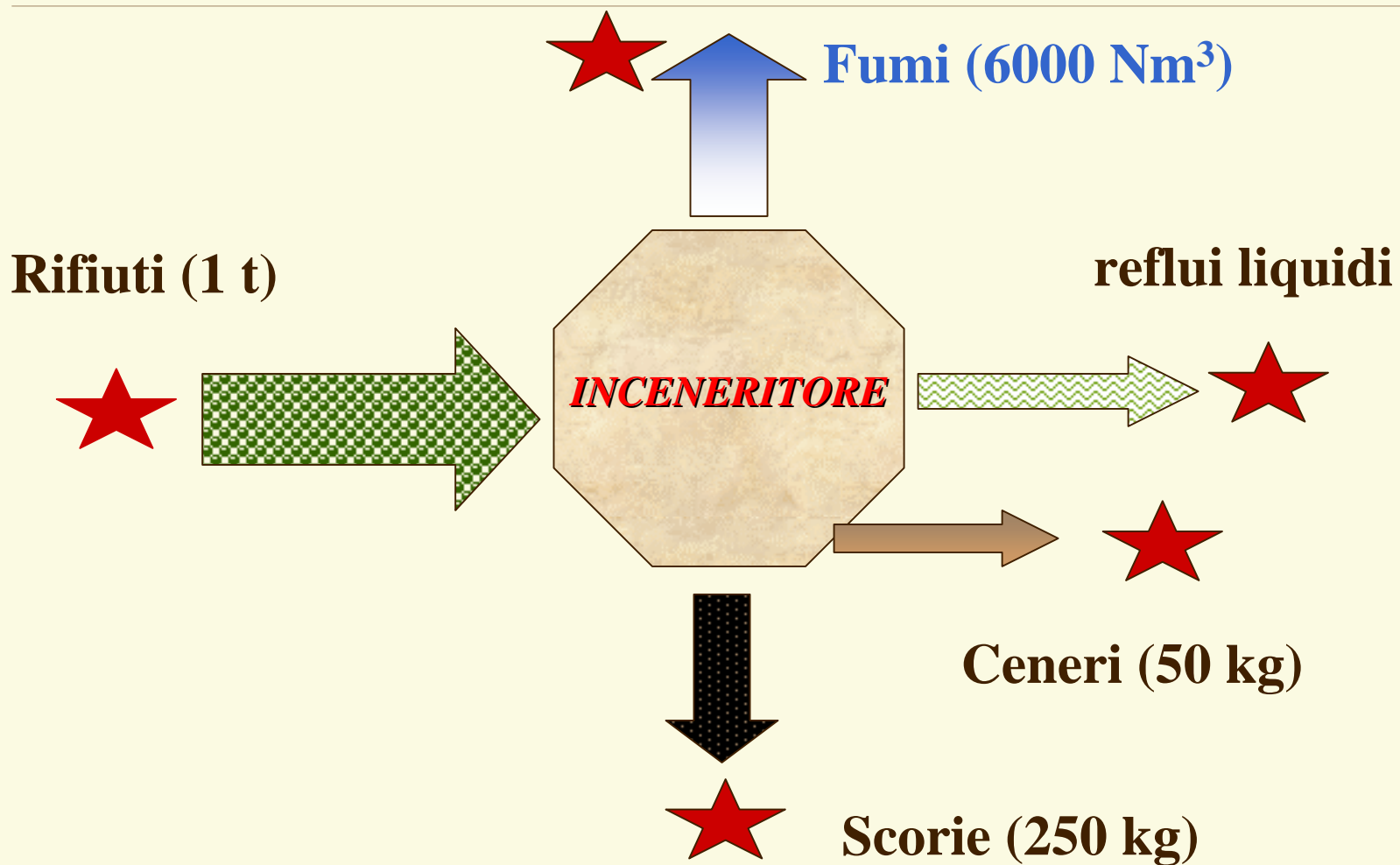
“Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio”

recupero e smaltimento quali elementi di un sistema integrato che comprende tutte le tecnologie e le procedure sotto varie forme


combustione di rifiuti e loro derivati

- incenerimento (che può essere autorizzato solo se accompagnato dal recupero energetico)
- combustione a scopo di recupero energetico anche mediante combustibili derivati dai rifiuti (CDR)

Emissioni e monitoraggi



emissioni da impianti di incenerimento

 **ATMOSFERA**: emissione dal camino di macroinquinanti (CO_x, NO_x, SO_x, HCl, COV, altri) e microinquinanti (metalli pesanti, PCDD e PCDF, IPA, altri)

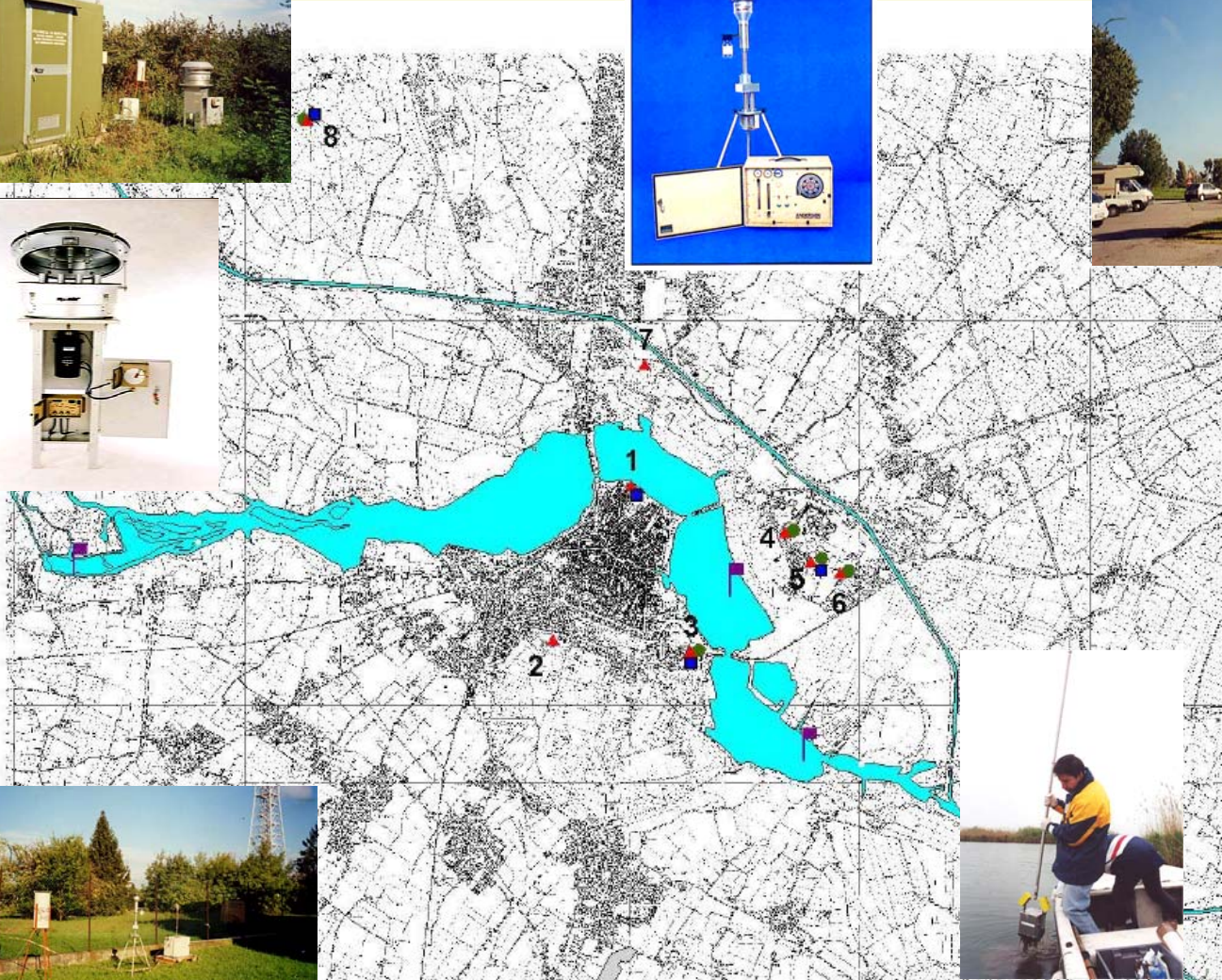
 **SCORIE e CENERI** (scorie residue dalla combustione-fossa di spegnimento- e ceneri dai dispositivi di filtrazione)

 **REFLUI LIQUIDI** (solo nel caso di sistemi di abbattimento ad umido)

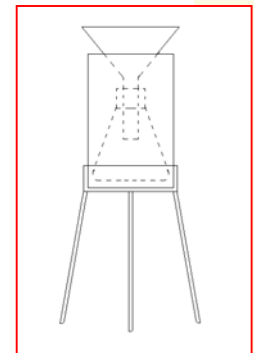
• *controllo limiti* (metodi di legge o delle autorizzazioni, metodi UNICHIM, UNI, CEN, ISO, ecc.)

Inquinanti mg/Nm ³ s 11 % O ₂ *	dm 25/2/00 n. 124 rifiuti pericolosi	dm 19/11/97 n. 503 RSU e RS	Linee guida dm 12/7/90 (vecchi impianti)	Direttiva 2000/76/CE Rifiuti	Direttiva 94/67/CE rifiuti pericolosi	Direttiva 89/369/CEE RSU
Polveri	10 – 30	10-30	30 – 100	10 – 30	10 – 30	30 – 200
Acido cloridrico (HCl)	10 – 60	20 – 40	50 – 100	10 – 60	10 – 60	50 – 250
Acido fluoridrico (HF)	1 – 4	1 – 4	2	1 – 4	1 – 4	-
Ossidi di zolfo (SO ₂)	50 – 200	100 – 200	300	50 – 200	50 – 200	300
Ossidi di azoto (NO ₂)	200 – 400	200 – 400	500	200 – 400	-	-
Monossido carbonio (CO)	50	50-100	100	50 – 100 (150)	50	-
Composti organici (C)	10 – 20	10 – 20	20	10 – 20	10 – 20	-
Cd, Tl, Hg	0,05 **	0,05 **	0,2	0,05 **	0,05 **	0,2
Totale altri metalli	0,5	0,5	5	0,5	0,5	5
IPA	0,01	0,01	0,1		-	-
PCDD + PCDF (ng/Nm ³)	0,1 ***	0,1 ***	4 000	0,1 ***	0,1 ***	-

• *rilevamento impatto* (sulla salute e sull'ambiente; aspetti igienico-sanitari, ambientali, aree ricaduta, POPs, accumuli,



- ALTO_VOLUME HV DEPOSITIMETRI
- ▲ 1 ASL Via Trento
- ▲ 2 Sede CGIL
- ▲ 3 Viale Anosio
- ▲ 4 Forte Frassinio
- ▲ 5 Parrocchia Frassinio
- ▲ 6 ASI Virgiliana
- ▲ 7 Forestale burgo
- ▲ 8 Bosco Fontana
- CARDT&GI
- Fluvia



• *performance impianto* (aspetti tecnologici, efficienza impianto, collaudi, ecc.)

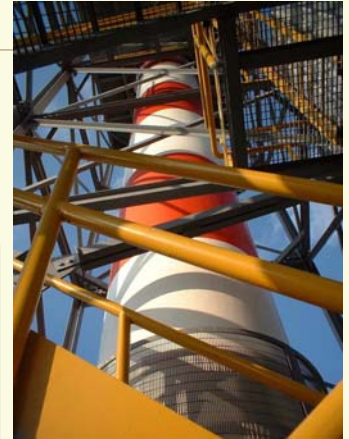


Torre di condizionamento



Filtro a maniche

Camino



prospettive

- **metodi**: aggiornamento ISS, UNI, interpretazione risultato, sistemi di prelievo in continuo, revisione CEN 1948,
- **frequenza**: normativa, valutare incrementi caso per caso, limiti tecnologici,
- **inquinanti**: limiti normativa, valutare eventualmente altri (particolari tipi di rifiuti, es. PCB- diossina equivalenti), rapporto tra inquinanti.
- **metodi ufficiali e autorizzazioni**

Il problema della verifica del rispetto del limite in presenza di dati “non rilevabili”

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

Istituto Superiore di Sanità

Trattamento dei dati inferiori al limite di rivelabilità nel calcolo dei risultati analitici.

A cura di Edoardo Menichini, Giuseppe Viviano e il Gruppo di lavoro Istituto Superiore di Sanità “Metodiche per il rilevamento delle emissioni in atmosfera da impianti industriali”
2004, v. 19 p. Rapporti ISTISAN 04/15

Nel calcolo della concentrazione media di più campioni o della concentrazione cumulativa di più sostanze, la scelta del criterio con cui considerare i dati inferiori al Limite di Rivelabilità (LR) può comportare, in particolare, la conformità o meno al valore limite di emissione. Obiettivo di questo documento è fornire un criterio unico che garantisca omogeneità di applicazione e valutazione da parte dei diversi laboratori di controllo. La sostituzione dei dati Non Rivelabili (NR) con un valore pari al LR/2 risulta essere la soluzione ottimale: rappresenta un punto di equilibrio tra le soluzioni che sottostimano (NR = 0) o sovrastimano (NR = LR) il valore vero, è ragionevolmente cautelativa dal punto di vista sanitario, praticabile (rispetto ad altri approcci statistico-grafici di una certa complessità), ed in accordo con le conclusioni di vari studi riportati in letteratura e con le indicazioni di altri organismi. Questa soluzione richiede l'uso di metodi con un LR basso rispetto al valore limite di emissione.

Parole chiave: Conformità, Non rivelabile, Rilevamento delle emissioni, Valori limite di emissione

Istituto Superiore di Sanità

Treatment of data below the detection limit in the calculation of analytical results.

Edited by Edoardo Menichini, Giuseppe Viviano and the Working group Istituto Superiore di Sanità “Metodiche per il rilevamento delle emissioni in atmosfera da impianti industriali”
2004, v. 19 p. Rapporti ISTISAN 04/15 (in Italian)

When calculating the mean concentration of a data set or the cumulative concentration of various substances, the choice of the calculation method for dealing with data below the Limit of Detection (LD) may affect, in particular, the compliance with the emission limit value. The objective of this document is to provide one method allowing a uniform approach and evaluation by different laboratories performing analytical controls. Substituting Not Detected (ND) data with a value equal to LD/2 results to be the optimum solution: it represents a balance point between the solutions which underestimate (ND = 0) or overestimate (ND = LD) the true value, is reasonably precautionary in health-related studies, is feasible, and in agreement with the conclusions of various literature studies and with the approaches followed by other bodies. This solution requires using analytical methods with a low LD with respect to the emission limit value.

Key words: Compliance, Emission analysis, Emission limit values, Not detected

Per informazioni su questo documento scrivere a: emenichini@iss.it; giuseppe.viviano@iss.it

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it.

Trattamento dei dati inferiori al limite di rivelabilità nel calcolo dei risultati analitici

A cura di Edoardo Menichini (a), Giuseppe Viviano (a)
e il Gruppo di lavoro Istituto Superiore di Sanità
“Metodiche per il rilevamento delle emissioni
in atmosfera da impianti industriali”

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria

ISSN 1123-3117

**Rapporti ISTISAN
04/15**



indicazioni direttiva 2000/76/CE: frequenza dei rilevamenti

- monitoraggio in continuo:

NO_x , CO, polveri totali, TOC, HCl, SO₂,
(HF può essere omesso se si ha trattamento per HCl)

- almeno due misurazioni anno per:

metalli pesanti, diossine e furani

- per i primi 12 mesi una misurazione **almeno ogni tre mesi**; possibile riduzione frequenza misurazioni se emissioni sono inferiori al 50 % dei limiti:



- una all'anno per diossine e furani,
- una ogni due anni per metalli pesanti

altre indicazioni (direttiva 2000/76/CE, art. 6)

carbonio organico totale (TOC):

in scorie e ceneri pesanti < 5 %

tempi di permanenza in camera di combustione:

-almeno 2 secondi con temperatura > 850 °C;

-se si ha presenza di sostanze organiche alogenate

> 1 % , temperatura > 1 100

indicazioni direttiva 2000/76/CE, art. 6:

reflui liquidi

misurazioni al punto di scarico delle acque:

-in continuo almeno: pH, temperatura e flusso;

-giornaliere: solidi sospesi;

-almeno mensili: Hg, Cd, Tl, As, Pb, Cr, Cu, Ni, Zn;

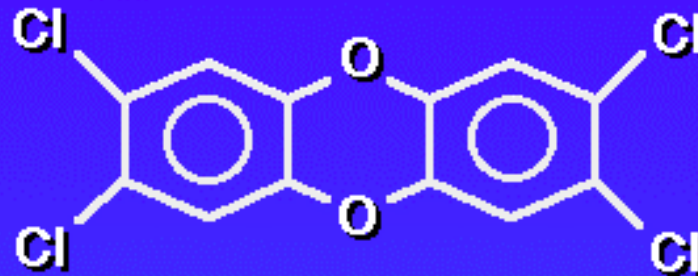
valori limite di emissione per scarichi di acque reflue da depurazione di fumi (concentrazioni di massa per campioni non filtrati)

solidi sospesi totali		mg/l	30 - 45
mercurio e suoi composti espresso come Hg	mg/l	0,03	
cadmio e suoi composti espresso come Cd	mg/l	0,05	
tallio e suoi composti espresso come Tl	mg/l	0,05	
arsenico e suoi composti espresso come As	mg/l	0,15	
piombo e suoi composti espresso come Pb	mg/l	0,2	
cromo e suoi composti espresso come Cr	mg/l	0,5	
rame e suoi composti espresso come Cu	mg/l	0,5	
nicel e suoi composti espresso come Ni	mg/l	0,5	
zinco e suoi composti espresso come Zn	mg/l	1,5	
diossine e furani definiti come TEQ	ng/l	0,3	

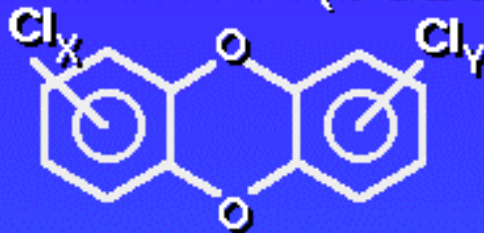
Policlorodibenzodiossine (PCDD)

Policlorodibenzofurani (PCDF) e Policlorobifenili (PCB)

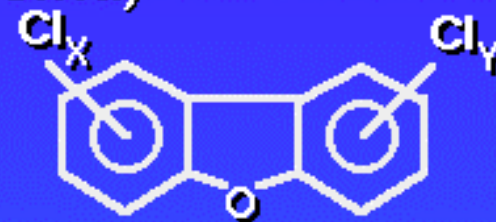
diossina di
Seveso



2,3,7,8-tetraclorodibenzo-*p*-diossina
(TCDD, Diossina)



Dibenzo-*p*-diossine
Policlorurate
(PCDD)



Dibenzofurani
Policlorurati
(PCDF)



Bifenili policlorurati (PCB)

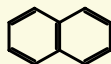


tossicità equivalente (TEF) rispetto a 2,3,7,8 T4CDD

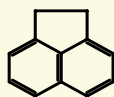
<i>Congeneri</i>	<i>I-TEF (NATO)</i>	<i>WHO-TEF</i>
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	✦ 1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01
OCDD	0,001	✦ 0,0001
2,3,7,8-TCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01
OCDF	0,001	✦ 0,0001

principali idrocarburi policiclici aromatici

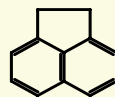
IPA



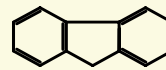
NAP



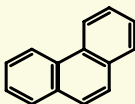
ACE



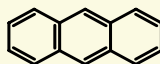
ACN



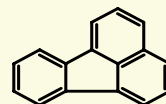
FL



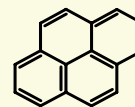
PHE



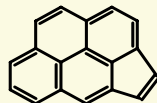
ANT



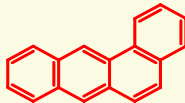
FA



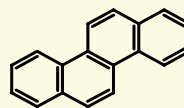
PY



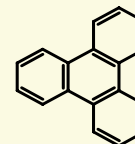
CPP



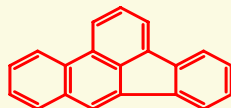
BaA



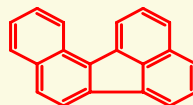
CHR



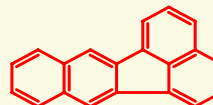
TRI



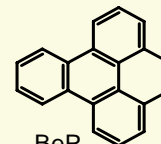
BbFa



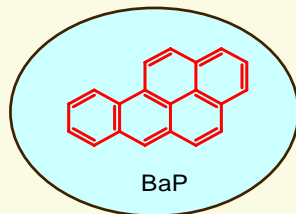
BjFa



BkFa



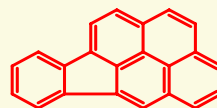
BeP



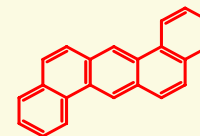
BaP



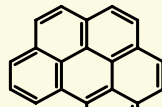
PER



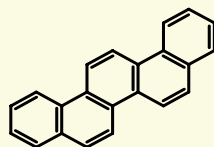
IPY



DBaA



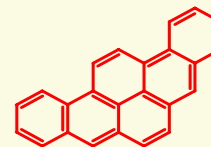
BghiP



PIC



COR



DBaIP

il principio di precauzione è alla base della strategia Comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati

“Quinto programma di azione per l’ambiente”

“Verso la sostenibilità” è stato fissato l’obiettivo della riduzione del 90 % nel 2005 (rispetto ai livelli del 1985) delle emissioni di diossine nell’atmosfera provenienti da fonti identificate

“Sesto programma di azione per l’ambiente”

“Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta”
l’obiettivo generale è quello di raggiungere una qualità ambientale per la quale gli agenti contaminanti di origine antropogenica non debbano rappresentare un rischio per la salute umana, né produrre effetti negativi significativi

Strategia Comunitaria sulle **diossine, furani e bifenili policlorurati**

- *Lungo la catena trofica si osservano fenomeni di bioaccumulo*
- *Sembra che le caratteristiche delle sostanze siano state sottovalutate*
- *Esposizione a diossine e PCB diossino-simili supera la TWI e la TDI in parte considerevole popolazione europea*
- *La Comunità Europea ha assunto nuovi impegni con la sottoscrizione di alcune convenzioni che disciplinano le diossine e i PCB*
- *Con l'allargamento della UE probabilmente aumenteranno i livelli di esposizione media della popolazione*

*Strategia Comunitaria sulle
diossine, furani e bifenili policlorurati*

STRATEGIA

- *valutare l'attuale situazione ambientale e dell'ecosistema*
- *ridurre l'esposizione umana alle diossine e ai PCB a breve termine mantenere a livelli sicuri l'esposizione umana nel medio-lungo termine*
- *ridurre gli effetti delle diossine e dei PCB sull'ambiente*

OBIETTIVO QUANTITATIVO

*ridurre i livelli dell'intake umano settimanale al disotto di
14 pg WHO-TEQ/kg peso corporeo*




*Strategia Comunitaria sulle
diossine, furani e bifenili policlorurati*

Traguardi raggiunti

- *Riduzione complessiva delle emissioni, grazie alle azioni messe in atto.*
- *Direttive su inceneritori (recepite dall'Italia) con “valori limite delle emissioni” (**ELV**) in linea con IPPC.*
- *Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (integrated pollution prevention and control - **IPPC**), utilizzo delle migliori tecnologie (best available techniques - **BAT**), codificate nelle BAT di riferimento (**BREF**).*
- *Direttive “Seveso”; 96/82/CE che sostituisce la 82/501/CEE, prevenzione dei pericoli di incidenti rilevanti.*





Rapporto della Commissione Europea, DG Ambiente
Compilation of EU exposure and health data (oct. 1999)

misure chiave da mettere in atto:

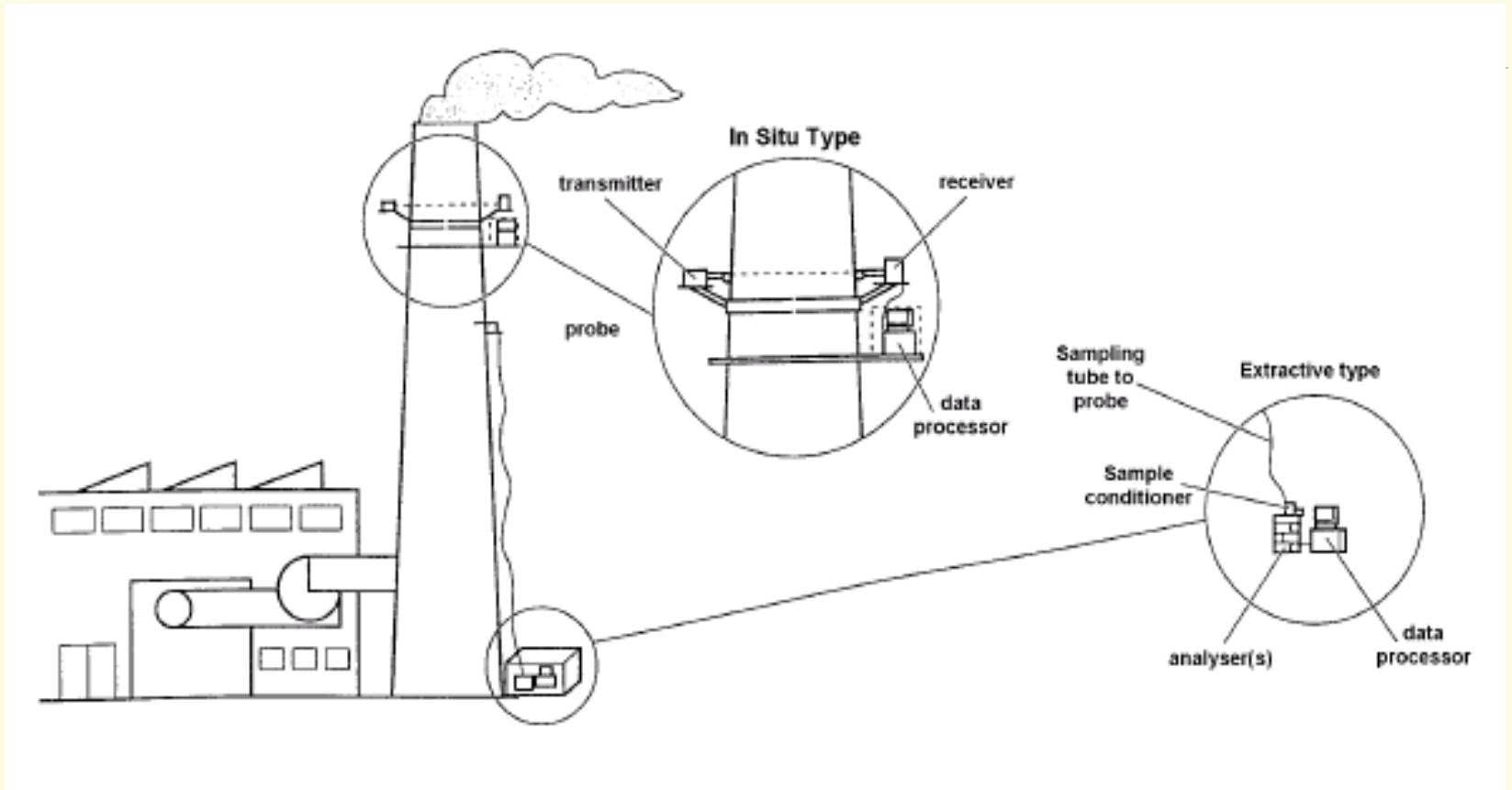
-  idonei limiti di concentrazione per le emissioni in atmosfera e nelle acque per le maggiori emissioni industriali
-  i futuri regolamenti dovranno comprendere sia il flusso di massa (es.: g/anno) sia la concentrazione (ngTEQ/m³), considerare alti flussi e basse concentrazioni e alte concentrazioni e bassi flussi
-  cessazione di produzione, commercializzazione e uso di policlorobifenili negli stati membri

Rapporto della Commissione Europea, DG Ambiente
Compilation of EU exposure and health data (oct. 1999)

misure chiave da mettere in atto:

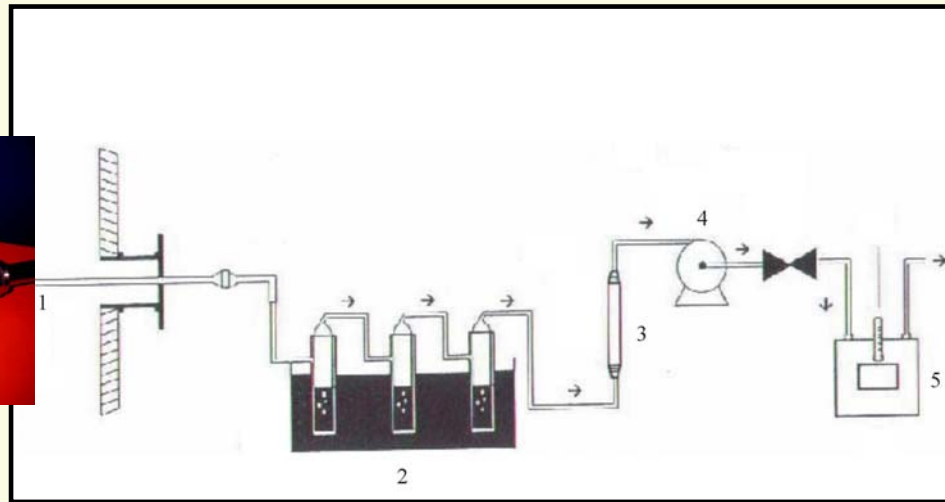
-  **concentrazioni massime per latte e suoi derivati, pesce e suoi derivati, così da regolare una delle maggiori vie di esposizione per tutti gli stati membri**
-  **approntare programmi di monitoraggio della qualità dell'aria e delle deposizioni per verificare l'efficacia delle strategie di controllo**
-  **linee guida sulla classificazione dei suoli, in relazione all'uso (agricolo, residenziale o ricreativo) e procedure appropriate per la bonifica dei suoli**
-  **coordinare il monitoraggio dello stato dell'ambiente in Europa**

monitoraggio automatico in continuo delle emissioni



Il DM 21/12/95 definisce le modalità di misura, di calibrazione e di taratura degli analizzatori in continuo, nonché le procedure di acquisizione e validazione delle misure.³⁵

esempio di treno prelievo (Hg)



1 - Sonda di prelievo

2 - Sistema refrigerante + sistema di captazione (condensatore e gorgogliatori)

3 - Assorbitore a gel di silice


4 - Pompa

5 - Contatore volumetrico

cosa determina il rischio

 **livello, durata, modalità di esposizione**

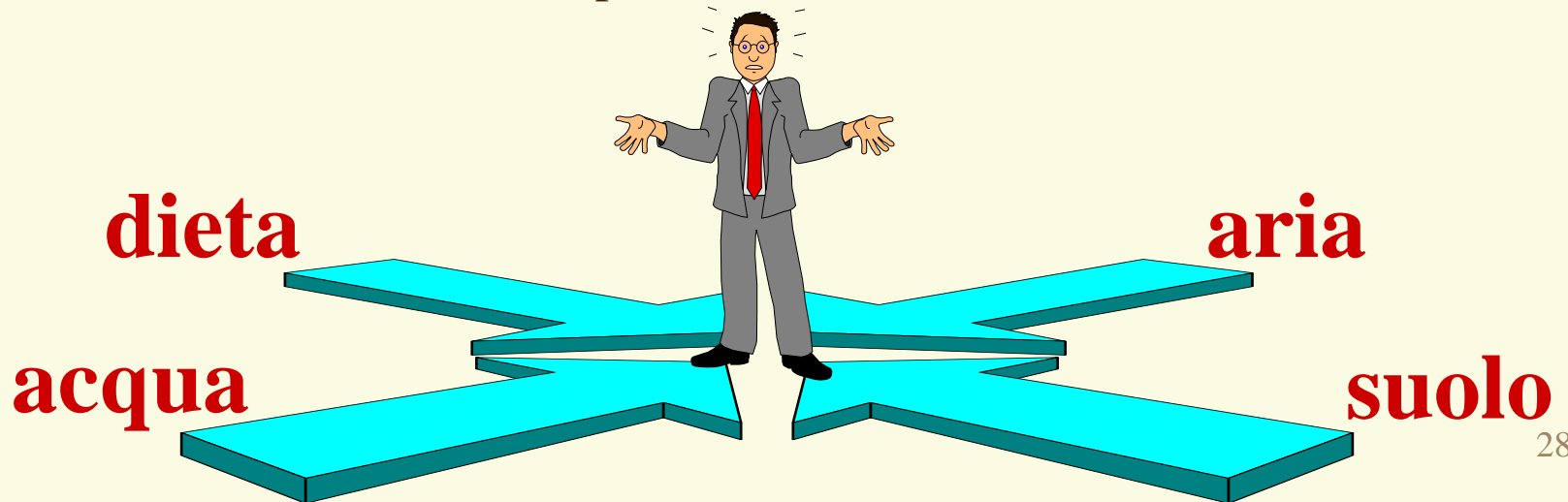
 **dose assorbita** (*Paracelso: è la dose che fa il veleno*)

 **individuo** (*Sesso, età, peso corporeo, patologie*)

emissioni e scenari di esposizione

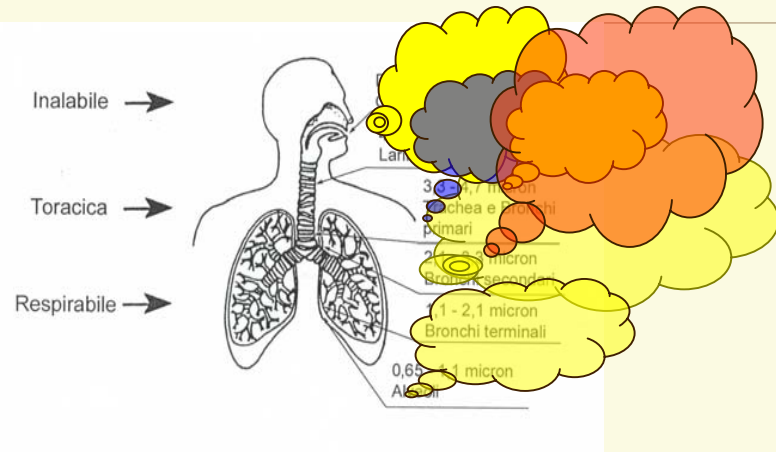
La stima dell'esposizione umana a sostanze inquinanti pericolose è una parte fondamentale della procedura di valutazione del rischio.

*Il calcolo dell'esposizione ai diversi inquinanti deve considerare le tre vie, **inalazione, ingestione, assorbimento dermico**, e i vari comparti ambientali:*



vie di esposizione

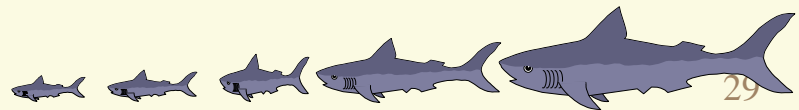
 *inalatoria*



 *contatto dermico*



 *ingestione*



Inalazione (diossine TEQ)

OMS Air Quality Guidelines, 2001

- ☞ l'esposizione a PCDD e PCDF mediante inalazione e in genere bassa, **inferiore al 5%** della esposizione totale;
- ☞ assumendo un volume inalatorio di $20 \text{ m}^3/\text{d}$ per un adulto e una concentrazione in aria di $0,1 \text{ pg}/\text{m}^3$, l'*intake* inalatorio ammonterebbe a **circa $0,03 \text{ pg}/\text{kg}$ peso corporeo/giorno**;
- ☞ in certe aree industriali ed urbane il valore di concentrazione in aria può essere maggiore (anche di 20 volte);

assunzione per via cutanea

(Parere Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale sui PCDD e PCDF, Seduta del 12 febbraio 1988, Allegato 2,)

☰ distribuzione di polvere per unità di pelle
0,5 mg/cm² ;

☰ biodisponibilità 0,01;

☰ assunzione cutanea 0,50 pg/d

catena alimentare (diossine TEQ)

OMS Air Quality Guidelines, 2001

- il cibo è il principale fattore (esclusa l'acqua da bere che contiene valori trascurabili di diossine);
- la media calcolata per i Paesi Europei è di circa 1,5-2 pg/kg_{pc}/d;
- contributo anche da ingestione di terra:

età	0-0,5	anni	ingestione g/d	0
	0,5-1,5			0,2
	1,5-3,5			0,6
	3,5-10			0,3
	10-70			0,05

esposizione umana giornaliera

(Parere Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale sui PCDD e PCDF, Seduta del 12 febbraio 1988, Allegato 2,)

via inalatoria		0,5 pgTE/d
via orale:	acqua	0,10
	suolo	1,4
	alimentazione	260 - 480
via cutanea:	da particolato	0,5
	da superfici	5,2

TOTALE

270 - 490

(pgTE/d pc 3,8-7,0)



Commissione delle Comunità Europee *Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo e al Comitato Economico e Sociale (2001)*

Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati

Priorità di ricerca relative al destino e diffusione delle sostanze nell'ambiente atmosferico:

Priorità assoluta:

**misurazione delle deposizioni umide e secche;
studi di modellazione nell'ambiente atmosferico;
diffusione e trasporto a lungo raggio.**

Priorità media:

**scomposizione di vapori/particolato di singoli congeneri;
distribuzione in funzione delle dimensioni delle particelle.**

studi epidemiologici

- ❏ **diversi studi epidemiologici sono stati effettuati, nella maggior parte dei casi non vengono indicate le altre fonti di emissione;**
- ❏ **non vengono identificati gli specifici agenti chimici coinvolti**
- ❏ **impianti di incenerimento nuovi o adeguati garantiscono, rispetto al passato, livelli di emissioni inferiori di alcuni ordini di grandezza**
- ❏ **difficoltà nel distinguere gli effetti delle emissioni da inceneritori da quelli di altre fonti;**
- ❏ **per inceneritori in aree industriali le altre fonti di emissione sono spesso simili in termini di inquinanti e spesso preponderanti**

conclusioni ?

- ✍ **Si ha ormai una buona conoscenza su emissioni e tecnologie (vedi BAT e Bref), da approfondire dati sui transitori e su particolari mix di combustibili.**
- ✍ **Importante la conduzione dell'impianto (sfavorire la formazione di microinquinanti a causa di condizioni anomale).**
- ✍ **Selezione e raccolta differenziata (mirata) possono migliorare la qualità del "combustibile" (vedi materiali particolari, es. Hg).**
- ✍ **Monitoraggi, periodici rilevamenti, controlli ambientali.**
- ✍ **Impianti propriamente progettati e gestiti e idoneamente collocati possono ampiamente rispettare i limiti (UE e nazionali).**
- ✍ **Aspetti relativi alla mancata accettazione sociale, assenza di ricerca del consenso informato, sfiducia negli organismi pubblici di controllo.....).**