

Posta ordinaria	Solo via Fax	
Posta prioritaria	Anticipo via Fax	
Posta Espresso	Posta interna	
Raccomandata	Consegna a mano	
Raccomandata A.R.	Allegati	

Copia per Pratica	
Copia per Archivio Settore	
Copia per Archivio Generale	

MONITORAGGIO DELLE DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE.

MICROINQUINANTI ORGANOCLOPURATI

LUGLIO 2009 A LUGLIO 2010

BRESCIA - QUARTIERE SAN POLO

RELAZIONE

DICEMBRE 2010

Indice:

1	Premessa.....	5
2	Quadro di riferimento.....	7
2.1	Inquinamento dell'aria.....	7
2.2	Emissioni di composti organici persistenti (POP's).....	9
2.3	Diossine e Furani.....	11
2.4	I Policlorobifenili (PCB's).....	12
2.5	L'esposizione a PCDD/PCDF/PCB's.....	12
2.6	Deposizione atmosferica.....	13
2.7	Valori limite e di riferimento.....	16
2.7.1	Alimenti.....	16
2.7.2	Matrici Ambientali.....	16
2.7.3	Valori di riferimento per le deposizioni.....	17
3	Finalità dello studio nella città di Brescia area San Polo.....	18
4	Materiali e Metodi:.....	19
4.1	Il campionamento.....	20
4.1.1	Deposimetri.....	20
4.1.2	Procedura di campionamento.....	22
4.1.3	Analisi e Quantificazione Microinquinanti.....	22
4.1.4	Determinazione dell'Errore di campionamento e di analisi.....	23
4.1.5	Espressione dei Dati Inferiori al Limite di Rivelabilità.....	24
5	Fonti di inquinamento locali.....	25
5.1	Traffico veicolare.....	25
5.2	Impianti industriali: Studio ENEA - (anni 2000).....	26
5.3	Incenerimento Rifiuti: Fattori di Emissione.....	27
5.3.1	Taabella: Emission Factors for PCDD/Fs.....	28
6	Pianificazione del Monitoraggio.....	29
6.1	Dati derivanti dall'uso dei terreni.....	29
6.2	Rose dei Venti.....	31
6.3	Postazioni di prelievo.....	32
7	Risultati.....	34
7.1	Distribuzione percentuale (%) dei PCB's medie annuali.....	34
7.2	Distribuzione percentuale (%) delle famiglie di PCDD e PCDF medie annuali.....	36
7.3	Deposizione di PCDD e PCDF nei Mesi.....	39
7.4	Influenza delle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni delle deposizioni atmosferiche.....	41
7.5	Precipitazioni meteoriche.....	42
7.6	Radiazione solare.....	42
8	Discussione, conclusioni e prospettive.....	43
8.1	Discussione, conclusioni.....	43
8.2	Prospettive.....	47
9	Allegati:.....	49
10	Riferimenti Bibliografici.....	49
11	Glossario.....	50

1 Premessa.

L'attività illustrata nella presente relazione prende avvio dall'episodio di contaminazione da Policlorobifenili (PCB's), da Policlorodibenzodiossine (PCDD) e Policlorodibenzofurani (PCDF) verificatosi nel corso dell'anno 2007 per un campione di latte vaccino proveniente dall'Istituto Pastori di Brescia.

Nel campione di latte fu riscontrata presenza di PCB, PCDD e PCDF in concentrazioni superiori alla soglia di attenzione e prossime alla soglia di allarme pur non essendo stata superata la soglia massima consentita dalla legge.

L'evento, considerato quale evento sentinella, ha determinato azioni specifiche tese ad approfondire le conoscenze circa la dispersione di microinquinanti organici in area San Polo della città di Brescia in prima istanza ma più in generale anche in altre aree sede di impianti fusori e/o inceneritori della Provincia.

Nel prendere in considerazione le probabili cause dell'evento della contaminazione del latte, si è naturalmente fatto riferimento oltre alla potenziale contaminazione di foraggi, di alimenti animali e di integratori per alimentazione animale, alla necessità di quali-quantificare l'apporto di microcontaminanti organici derivante da fonti antropiche: nell'area, infatti, insistono sorgenti di rischio industriale e fra tante un inceneritore per rifiuti urbani e pericolosi, una acciaieria, una attività di fusione di leghe, una attività di recupero e trattamento rifiuti ma anche una arteria autostradale (Autostrada BS-MI) e una via tangenziale percorse quotidianamente da moltissimi veicoli.

Le complesse indagini ambientali avviate si sono sviluppate nell'arco temporale di due anni circa a partire dalla seconda metà dell'anno 2008 e fino ai primi mesi dell'anno 2010. Hanno

preso in considerazione le matrici ambientali coinvolte: terreni e aria.

In particolare è stato studiato sperimentalmente e con l'ausilio di modelli matematici il fenomeno della deposizione (al suolo) del particolato emesso dai camini delle industrie.

Le attività d'indagine che utilizzano lo studio delle deposizioni rappresentano per il nostro Paese una novità non essendo tale metodologia di impiego diffuso.

Fra le limitate esperienze italiane è utile ricordare quella condotta dall'Istituto Superiore della Sanità (ISS) nell'area di Taranto.

Peraltro anche in Paesi della Comunità Europea sono limitate le esperienze, specie in aree così "complesse" come quella allo studio, dove le potenziali sorgenti significative risultano essere contigue e in numero considerevole.

Fra il 2008 e il 2010 la forte crisi presente nei settori produttivi ha avuto riflessi sulle attività produttive ed in particolare su tempi e ritmi lavorativi che sono risultati certamente inferiori a quelli usuali.

In particolare per una di queste realtà (fusione leghe) non è stato possibile effettuare accertamenti specifici dell'andamento dei processi fusori, stante la variabilità anche esecutiva e temporale di funzionamento degli impianti: le più volte programmate attività di verifica infatti non hanno concretamente poi potuto avere luogo.

Quanto appena sopra ricordato, pur non alterando i risultati delle osservazioni effettuate, deve tenersi presente nel prospettare scenari definitivi.

2 Quadro di riferimento.

2.1 Inquinamento dell'aria.

L'atmosfera costituisce un importante veicolo di trasporto di sostanze - naturali e inquinanti - anche a lunga distanza con ricadute sulle matrici ambientali.

L'attenzione verso la problematica dell'inquinamento atmosferico si sviluppa negli anni '60. Nel 1979 i paesi membri dell'UN/ECE firmano a Ginevra la *Convenzione sull'Inquinamento Atmosferico Transfrontaliero a Lunga Distanza*, con l'obiettivo di proteggere l'ambiente e la salute dell'uomo.

Ciò trova applicazione in Protocolli e strumenti attuativi specifici fra cui spiccano:

1. il protocollo EMEP che identifica le modalità di valutazione del trasporto transfrontaliero degli inquinanti atmosferici;
2. i protocolli di Helsinki (1985) ed Oslo (1994) per ridurre le emissioni antropogeniche di zolfo;
3. il protocollo di Sofia (1988) sulla riduzione delle emissioni degli ossidi;
4. il protocollo di Ginevra (1991) sulla riduzione delle emissioni dei composti organici volatili non metanici (COVNM);
5. i protocolli di Arhus (1998) sui composti organici persistenti (PCDD, PCDF e PCB's) e sui metalli pesanti (Cd, Pb, Hg) che prevedono la riduzione delle emissioni e misure di controllo sulle fonti fisse e mobili e sui prodotti;
6. il protocollo di Goteborg (1999) per abbattere acidificazione, eutrofizzazione, ozono, COV e ammoniaca.

Dal 1988 è stato introdotto il concetto di "carico critico", sviluppato per valutare l'efficacia delle strategie di riduzione delle emissioni di inquinanti: si valuta la sensibilità

dell'ambiente verso un particolare inquinante di cui si stima (in concentrazione) l'immissione che non determina danno all'ambiente e che quindi può essere accettata.

I Protocolli sono stati ratificati dal Parlamento Italiano:

- legge n. 488 del 27 ottobre 1988 (Protocollo EMEP);
- legge n. 487 del 27 ottobre 1988 (Protocollo di Helsinki);
- legge n. 39 del 7 gennaio 1992 (Protocollo di Sofia);
- legge n. 146 del 12 aprile 1995 (Protocollo di Ginevra);
- legge n. 207 del 18 giugno 1998 (Protocollo di Oslo).

Di rilevante importanza ai fini delle indagini sui composti chimici presenti in atmosfera è il D.M. del 15 aprile 1994: "Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane...omissis".

In particolare nell'Allegato II "Inquinanti d'interesse prioritario" si precisa:

"Sono individuati i seguenti inquinanti di interesse prioritario ai fini di quanto previsto all'art.5 del presente Decreto:

- particolato PM_{10}
- piombo, cadmio e nichel...omissis..
- policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani".

A livello comunitario la normativa si completa con la direttiva quadro sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria (96/62/CE, recepita con D.L. n. 351 del 4/8/99) e le direttive figlie successivamente emanate o proposte (99/30/CE; direttiva NEC, valori limite per ozono, benzene, monossido di carbonio, IPA, cadmio, arsenico, nichel e mercurio nell'aria ambiente,...).

In tema di salute e ambiente inoltre occorre ricordare il Rapporto della Commissione Europea DG Ambiente "Compilation of EU exposure and health data" (oct. 1999) che indica la necessità che gli Stati Membri debbano promuovere azioni per:

- applicare la dose tollerabile giornaliera (TDI) di 1-4 pg/WHO-TEQ/Kg/d;
- introdurre nel calcolo della TDI sia le concentrazioni di diossine che di PCB_{d1};
- ridurre quanto più possibile l'introduzione di diossine nell'ambiente;
- identificare i gruppi di popolazione maggiormente esposti e a rischio per esposizione a policlorodibenzodiossine e composti correlati;
- predisporre raccomandazioni relativamente alla esposizione per via alimentare.

2.2 Emissioni di composti organici persistenti (POP's).

Le sostanze inquinanti organiche persistenti (Persistent Organic Pollutants - POP's) sono sostanze chimiche dotate di proprietà tossiche che, essendo difficilmente degradabili, sono particolarmente nocive per la salute umana e per l'ambiente.

Esse si propagano per mezzo dell'aria, dell'acqua - raggiungendo notevoli distanze dal punto di emissione - ed anche delle specie migratrici; essendo in genere liposolubili, si concentrano nei tessuti adiposi umani e animali e a farne le spese sono gli organismi al vertice della catena alimentare, e quindi anche l'uomo.

Un primo elenco di POP's da bandire (United Nations Environment Protection - UNEP), comprende 12 classi di sostanze, soprattutto insetticidi clorurati di prima generazione (dieldrin, DDT, toxafene, clordano), prodotti chimici industriali (PCB e esaclorobenzene) e sottoprodotti dei processi di combustione (diossine e furani).

L'elenco comprende:

-PCB;

- DDT (insetticida bandito da anni nei paesi industrializzati ma ancora intensivamente impiegato in Oriente);
- Diossine (emesse in gran parte nei processi produttivi per combustioni, o nella produzione di pesticidi);
- Clordano;
- Furani (prodotto di scarto dai processi industriali);
- Esaclorobenzene;
- Aldrin (pesticida)
- Mirex;
- Dieldrin (pesticida);
- Toxafene;
- Endrin (insetticida e antiparassitario per anni in cima alle preferenze degli agricoltori)
- Eptaclor (insetticida che ha sterminato intere specie selvatiche).

Con la legge 125/2006 (in vigore dal 30 marzo 2010) l'Italia ratifica il Protocollo di Aarhus (in vigore dal 23 ottobre 2003) che tramite il bando della produzione e dell'utilizzo di sostanze (aldrin, clordano, clordecone, dieldrin, endrin, esabromobifenile, mirex e toxafene) o la sola limitazione del loro utilizzo (DDT, eptalcoro, esaclorobenzene, PCB) punta ad eliminare scarichi, emissioni, e rilasci nell'ambiente per i 16 inquinanti persistenti individuati.

L'Italia ha così pienamente adottato il 6° Protocollo relativo alla Convenzione di Ginevra del 1979 sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero.

Nel Protocollo di Aarhus del giugno 1998 si individuano 16 gruppi di sostanze elencate negli allegati I, II e III (le 12 sostanze individuate da UNEP sono riprese integralmente): si contano in particolare i pesticidi (11) e i prodotti chimici industriali e sottoprodotti (Aldrin, Clordano, Clordecone, DDT, Dieldrin, Endrin, Eptacloro, Esabromobifenile, Esaclorobenzene, Mirex, PCB, Toxafene, Lindano, Idrocarburi Policiclici Aromatici, **Diossine**, **Furani**).

Il protocollo indica strategie di controllo: produzione ed uso vietati per le sostanze elencate, adeguata gestione dei rifiuti; uso ristretto e condizionato propedeutico ad una graduale eliminazione delle sostanze; riduzione delle emissioni annue in

confronto a quelle registrate in un anno compreso tra il 1985 e il 1995.

Il protocollo stabilisce l'introduzione di valori limite di emissione dalle principali fonti fisse di diossine e furani; introduce le migliori tecnologie disponibili (MTD) nelle applicazioni industriali individuate come principali fonti fisse di emissioni nocive ed obbliga gli Stati ad applicare le misure di controllo raccomandate per ridurre le emissioni di POP's da fonti mobili.

2.3 Diossine e Furani

Le policlorodibenzodiossine e i policlorodibenzofurani sono sottoprodotti, indesiderati, di una serie di processi chimici e/o di combustione.

Il termine generico "diossine e furani" indica un gruppo di 210 composti clorurati divisi in due famiglie:

- 75 congeneri costituiscono la famiglia delle Policlorodibenzodiossine (PCDD e PCDF).
- 113 congeneri quella dei Policlorodibenzofurani (PCDF).

PCDD e PCDF sono sostanze clorurate, di origine sia naturale che antropica; sono semivolatili, termostabili, scarsamente polari, insolubili in acqua, altamente liposolubili, resistenti alla degradazione chimica e biologica, particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo e gli animali (diciassette congeneri hanno rilevanza tossicologica).

Si legano fortemente alla frazione organica e, una volta legate, rimangono relativamente immobili.

Nel suolo, a causa della loro insolubilità in acqua, non tendono a migrare singolarmente e liberamente in profondità. Pur essendo scarsamente idrosolubili, trovano peraltro nell'acqua e nell'aria una via di diffusione una volta adsorbite su particelle minerali e organiche presenti in sospensione, che agiscono da veicolo,

rendendo possibile la contaminazione di luoghi lontani dalle sorgenti di emissione.

2.4 I Policlorobifenili (PCB's)

I policlorobifenili (PCB's) sono una famiglia di composti aromatici biciclici costituiti da molecole di bifenile a differente grado di clorurazione. Si tratta di molecole sintetizzate a partire dall'inizio del secolo scorso e prodotte commercialmente fin dal 1930; risultano banditi da produzione e commercio a causa della loro tossicità e della spiccata tendenza al bioaccumulo.

I PCB sono composti chimici molto stabili, scarsamente biodegradabili, resistenti ad acidi, alcali ed alla fotodegradazione; non sono ossidabili, non attaccano i metalli, sono poco solubili in acqua ma lo sono in olio e solventi organici (ad es. alcol e acetone). Non sono infiammabili (quando la molecola contiene un numero di atomi di cloro superiore a quattro), evaporano ad oltre 800°C e decompongono ad oltre 1000°C. Sono poco volatili; tendono a formare sottili pellicole sulle superfici; hanno bassa costante dielettrica, densità maggiore dell'acqua, elevata lipoaffinità.

Dodici dei 209 congeneri dei PCB sono "coplanari" e presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche simili a quelle di diossine e furani: vengono chiamati PCB dioxin-like (PCB_{dl}).

2.5 L'esposizione a PCDD/PCDF/PCB's.

L'esposizione dell'uomo si verifica attraverso due principali vie: atmosferica ed alimentare.

La catena alimentare giustifica circa il 90-95% dei livelli del tossico (PCB's, PCDD, PCDF) rilevato nei comparti biologici e si verifica in particolar modo assumendo gli alimenti caratterizzati da un maggior contenuto lipidico.

La Commissione Scientifica Europea sugli Alimenti (Scientific Committee on Food, 2000) ha stimato che per l'uomo **l'assunzione**

media giornaliera di diossine/furani e di PCB_{d1} attraverso la dieta varia da 1.2 a 3.0 pg TEQ per kg di peso corporeo.

L'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) ha valutato l'assunzione media giornaliera per PCB_{NDL} (PCB "non dioxin like") pari a 10-45 ng per kg di peso di corporeo.

2.6 Deposizione atmosferica

La deposizione atmosferica si caratterizza quale **deposizione secca di gas e/o di particolato e deposizione umida**.

La prevalenza dell'una o dell'altra dipende dalla ripartizione gas/particolato di PCDD/PCDF in atmosfera.

Il trasferimento sulla vegetazione dei microinquinanti clorurati d'interesse, esclusi i congeneri eptacloro sostituiti (HpCDD/HpCDF) e octacloro sostituiti (OCDD/OCDF) che si riscontrano in genere adesi al particolato atmosferico, avviene attraverso meccanismi di deposizione secca della fase vapore; i congeneri epta e octa cloro sostituiti contaminano suolo e vegetazione prevalentemente attraverso meccanismi di deposizione secca e umida di particolato¹.

In considerazione di quanto finora esposto assume rilevanza la quali-quantificazione delle "ricadute di polveri e fumi emessi da impianti produttivi" fra cui inceneritori e industrie di fusione di metalli (ferrosi e non, essendo noto che PCDD, PCDF e PCB's possono essere presenti in grado differente in relazione ai processi tecnologici e ai prodotti impiegati nel ciclo produttivo.

Al fine di poter meglio inquadrare la problematica della deposizione dei microinquinanti organoclorurati appare utile anche riferirsi al progetto **EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme)**, programma cooperativo per il monitoraggio e la valutazione della diffusione a lungo raggio degli inquinanti

¹ Gaggi and Bacci, 1985; Bacci *et al.*, 1990; Rippen and Wesp, 1993; McLachlan *et al.*, 1995; Simonich and Hites, 1995; Welsh-Pausch *et al.*, 1995

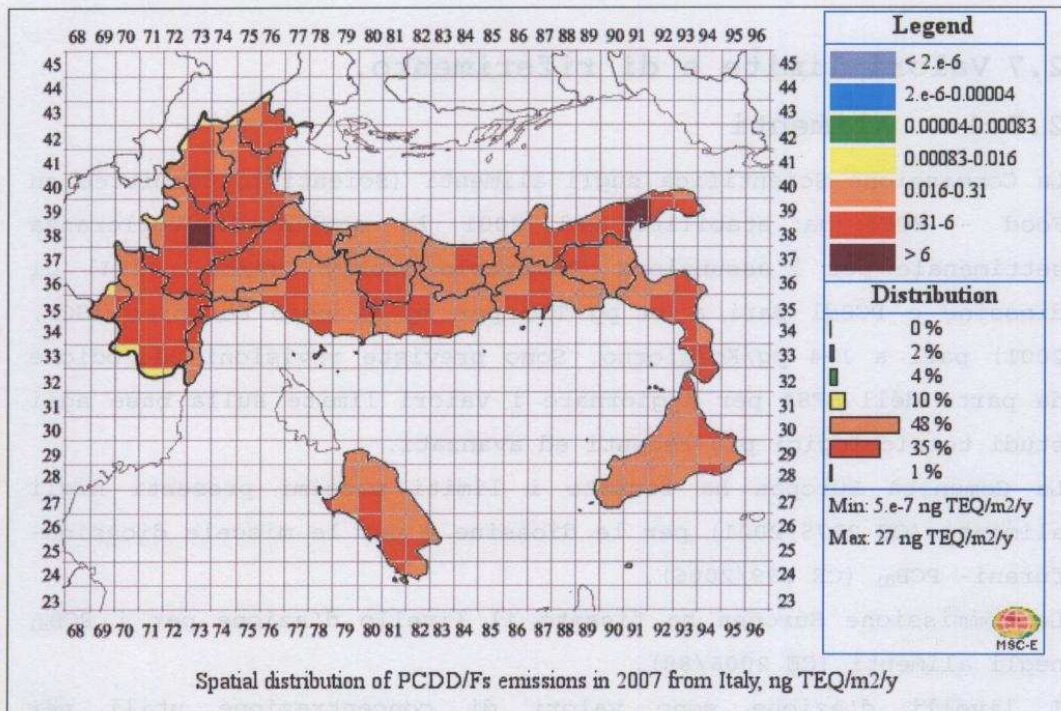
atmosferici in Europa che ha visto coinvolti i trentasei Stati Europei che hanno firmato nel 1998 il protocollo relativo allo studio degli inquinanti organici persistenti (POP's).

Sono stati presi in considerazione fra gli altri anche: idrocarburi policiclici aromatici (IPA), Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani (PCDD/PCDF), Policlorobifenili (PCB's).

Il protocollo EMEP si prefigge l'obiettivo di raccogliere informazioni e relazionare annualmente in merito ai livelli di emissioni dei POP's.

Tramite modelli di simulazione, è stimato l'andamento delle concentrazioni in atmosfera e delle deposizioni al suolo nei singoli Paesi; l'apporto dovuto al trasporto transfrontaliero; la stima delle dinamiche future dell'inquinamento in base alla evoluzione dei processi emissivi e alla adozione di migliori tecnologie.

Nella figura seguente sono raccolti i risultati dello studio EMEP per PCDD/PCDF in Italia (livelli dei vari inquinanti in atmosfera e nel suolo).



Si nota che la maggiore concentrazione per deposizione al suolo è relativa alla Regione Lombardia (Brescia / Bergamo) e alla Regione Puglia (Taranto): ciò presumibilmente deve essere posto in relazione alla concreta disponibilità di dati.

Le deposizioni stimate, frutto di calcolo matematico, che certamente necessitano di verifica sperimentale, variano in Italia da un minimo di 5-7 ng TEQ/m²/anno ad un massimo di 27 ng TEQ/m²/anno.

2.7 Valori limite e di riferimento.

2.7.1 Alimenti

La Commissione Scientifica sugli alimenti (Scientific Committee on Food - SCF) ha stabilito nel 2001 la soglia di tolleranza settimanale per l'assunzione (Tolerable Weekly Intake - TWI) di diossine e PCBdl pari a 14 pg TEQ per kg di peso corporeo (SCF, 2001) pari a 1-4 pg/Kg/giorno. Sono previste revisioni periodiche da parte dell'EFSA per aggiornare i valori limite sulla base agli studi tossicologici più recenti ed avanzati.

La Comunità Europea ha fissato i limiti massimi presenti negli alimenti (CE 2375/2001) per le diossine e per le miscele diossine-furani- PCB_{dl} (CE 199/2006).

La Commissione Europea ha fissato il livello d'azione per i PCB_{dl} negli alimenti (CE 2006/88).

I livelli d'azione sono valori di concentrazione utili per attivare strategie di intervento differenziato da parte delle Autorità Competenti al fine di procedere a identificare le fonti di contaminazione e assumere i provvedimenti necessari per la riduzione delle concentrazioni e la eliminazione/controllo delle fonti.

Il Piano Nazionale Italiano per la Ricerca di Residui e Contaminanti negli alimenti di origine animale (NRP) indica il livello d'azione di 100 ng per grammo di grasso, per 18 congeneri di PCB, escluso il pesce per il quale sono indicati valori di soglia più elevati (NRP, 2006).

2.7.2 Matrici Ambientali

Per quanto concerne i valori limite per deposizione, si evidenzia che nel nostro Paese non sono stati adottati valori limite specifici.

Sono fissati valori limite nelle autorizzazioni delle emissioni convogliate industriali (DLgs. 152/06) ed in particolare nelle autorizzazioni rilasciate ai sensi della Direttiva IPPC (Integrated Pollution Prevention Control - D.Lgs 59/05).

In Germania le Linee guida per l'ambiente fissano il valore limite di 150 fg I-TEQ/m³ (LAI-Laenderausschuss fuer Immissionschutz) (Comitato degli Stati per la Protezione Ambientale) mentre Giappone e alcuni stati USA indicano nelle proprie linee guida per l'ambiente il valore di 0,6 pg I-TEQ/m³.

2.7.3 Valori di riferimento per le deposizioni.

Per il giudizio sulla deposizione si può far riferimento, per confronto, ai valori guida che alcuni stati membri della Unione Europea hanno proposto. Tali valori guida sono stati sviluppati considerando i valori di "dose tollerabile" per l'organismo umano stabiliti dalla Unione Europea e dalla Organizzazione Mondiale della Sanità.

Deposizioni	TEQ Kg bw ⁻¹ day ⁻¹	pg I-TEQ m ⁻² d ⁻¹	
		Deposizione Anno	Deposizione mese
Proposta di linea guida di un gruppo di esperti del Belgio relativa a PCDD/PCDF in relazione al Tolerable daily intake (TDI) atteso L.Van Liesout et al., 2001	TDI		27
	4	14	20
	3	10	6,8
	1	3,4	
Linea guida stabilita da un gruppo di esperti della Germania relative a PCDD/PCDF e PCB _{dl} E.Hiester et al., 2004		15	
Proposta di linea guida di un gruppo di esperti del Belgio relativa a PCDD/PCDF e PCB _{dl} in relazione al tolerable weekly intake (TWI) C.Cornelius et al., 2007		8 (già in vigore 10 solo per PCDD e PCDF)	

Liberamente tratto da: "Incenerimento di rifiuti sanitari: la situazione italiana": Viviano, Settimo, ISS, Rimini ottobre 2009

3 Finalità dello studio nella città di Brescia area San Polo.

Lo studio delle deposizioni stima la ricaduta degli inquinanti al suolo e si basa sulla valutazione del particolato che si deposita su una determinata superficie nell'unità di tempo.

Il risultato delle misure è espresso in relazione ad un'area standard individuata a priori (m^2 ; Km^2 ,...) ed al tempo (ora, mese, anno,...). Lo studio delle deposizioni atmosferiche richiede l'impiego di particolari strumentazioni (deposimetri), che sfruttano le forze gravitazionali (deposizione) e quindi sprovvisti di pompe di campionamento, ma in grado di "raccogliere" microinquinanti organici e inorganici successivamente identificabili e quantificabili con analisi chimica.

Con l'attività svolta si è quindi quantificata la ricaduta al suolo di microinquinanti attraverso il campionamento delle particelle sospese in atmosfera sfruttando il fenomeno fisico gravitazionale della deposizione.

In particolare si intende pervenire alla:

1. stima di valori di deposizione annuale/mensile;
2. confronto dei valori di deposizione in termini qualitativi con le emissioni di fonti note;
3. valutazione della potenziale contaminazione di foraggi e delle colture. Tale risultato è difficilmente conseguibile per altre vie.

4 Materiali e Metodi:

Allo stato attuale non esistono metodi standardizzati per legge o norma tecnica cogente per quanto concerne il campionamento delle deposizioni (di microinquinanti organici/inorganici).

Diversi gruppi di ricercatori hanno sviluppato e proposto differenti tipologie di strumenti: quello maggiormente diffuso ed utilizzato è il campionatore di deposizioni di Bergerhoff (Kirschmer et al., 1992) costituito da un imbuto che si colletta ad un filtro di lana di vetro immediatamente seguito da materiale assorbente polimerico (XAD-2), particolarmente affine ed idoneo al campionamento dei microinquinanti allo studio.

Si è quindi fatto ricorso a tale modello, utilizzando uno strumento provvisto di imbuto collegato a un sistema filtrante costituito da resina polimerica (PUFF) per l'adsorbimento degli analiti organo-clorurati (PCB's/PCDD/PCDF).

Si è inoltre costantemente fatto riferimento al rapporto ISTISAN 06/38 del 2006.

E' utile sottolineare che con il deposimetro, che opera su leggi fisiche generali, non si effettua selezione dimensionale dei grani in sedimentazione e quindi si rileva in modo oggettivo la ricaduta delle polveri sospese e di conseguenza dei diversi congeneri PCDD/PCDF/PCB veicolati dal particolato.

Si precisa inoltre che il campionatore utilizzato consente la determinazione delle deposizioni totali (secche + umide), con la parte interna completamente sostituibile in modo da poter effettuare l'operazione di preparazione del campionatore e prelievo del campione direttamente in laboratorio.

4.1 Il campionamento

4.1.1 Deposimetri

I deposimetri utilizzati per lo studio delle deposizioni totali, sono costituiti da una struttura esterna di protezione in materiale polimerico - trattasi di un recipiente cilindrico di protezione/anti-danneggiamento - che contiene e protegge il campionatore vero e proprio, in vetro.

All'interno del cilindro di protezione/contenimento è alloggiato un imbuto nel cui collo è inserito un "PUFF" per il campionamento specifico di PCDD, PCDF e PCB's. L'utilizzo del "PUFF" permette il campionamento simultaneo degli inquinanti nelle fasi WET e DRY.

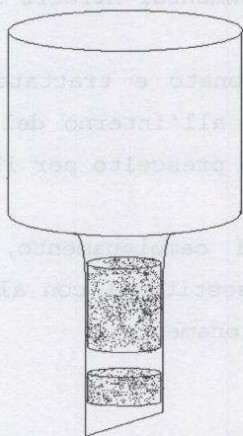
Al fine di escludere che eventuali fasi vapore di microinquinanti presenti in atmosfera possano portare all'arricchimento della concentrazione di microinquinanti nel PUFF in modo passivo, sono state condotte alcune prove. Nello specifico sono stati esposti dei PUFF con la sola parte inferiore aperta all'altezza di 30 cm dal piano campagna in un sito i cui terreni sono contaminati da PCDD, PCDF e PCB con concentrazioni superiori a quelli previsti dai siti industriali. Le analisi hanno evidenziato concentrazioni di PCDD, PCDF e PCB inferiori al limite di rivelabilità analitico.



I dati sperimentali hanno confermato l'assenza di interferenze significative delle eventuali fasi vapore presenti in atmosfera nel campionamento delle deposizioni.

Al fine comunque di impedire interferenza da parte delle fasi vapore eventualmente presenti, la parte inferiore del "PUFF" utilizzato per il campionamento è stata protetta con una sezione aggiuntiva di "PUFF"...

L'altezza di campionamento è stata di circa 160 cm dal piano campagna.



L'area interessata alla raccolta della deposizione ha una superficie pari a $0,049 \text{ m}^2$ (diametro pari a 25 cm) e/o di $0,070 \text{ m}^2$ (diametro di 30 cm) in relazione ai due campionatori di differente sezione circolare utilizzati.

Il tempo di raccolta delle deposizioni è stato stabilito a priori compreso fra un minimo di 20 giorni e un massimo di 30 giorni di esposizione, in funzione dell'andamento meteo specifico del periodo al fine di evitare volumi eccessivi di raccolta di acque meteoriche nel contenitore finale.

E' utile ricordare che l'errore associato al campionamento riportato in letteratura da Horstmann e McLachlan (1997) è:

- inferiore al 10% in più dell'80% dei casi esaminati dagli autori;
- inferiore al 20% in più del 99% dei casi esaminati dagli autori.

4.1.2 Procedura di campionamento.

La metodologia di campionamento per la valutazione delle deposizioni è descritta quale metodo interno nel Sistema Qualità del Dipartimento ARPA di BS che fa riferimento ai Rapporti ISTISAN 06/38 e all'allegato V del Dlgs 152/06 e al Collection of Air and Precipitation Samples IADN Project Standard Operating Procedure School of Public and Environmental Affairs Indiana University.

Il deposimetro, preconditionato e trattato, viene assemblato con PUFF specifico e collocato all'interno del contenitore plastico e quindi posizionato nel sito prescelto per il campionamento.

Al termine del periodo di campionamento, i deposimetri vengono prelevati dal contenitore, sostituiti con altri atti ad iniziare un successivo periodo di campionamento.

4.1.3 Analisi e Quantificazione Microinquinanti

Dopo il prelievo i campioni sono stati sottoposti alle operazioni di estrazione, purificazione, concentrazione ed analisi mediante gas massa ad alta risoluzione.

Pretrattamenti ed analisi sono state effettuate presso il laboratorio del Dipartimento ARPA di Brescia secondo i metodi adottati dal laboratorio (metodo EPA 1613B/94 che permette di quantificare tramite diluizione isotopica i 17 congeneri 2,3,7,8 cloro sostituiti di PCDD-PCDF per via gas-cromatografia e spettrometria di massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

Si applicano metodologie simili per i PCB's. (EPA 1668°/99)

4.1.4 Determinazione dell'Errore di campionamento e di analisi.

La precisione di una misura si può esprimere come deviazione standard. La deviazione standard o scarto quadratico medio è un indice per la valutazione della dispersione dei dati intorno al valore atteso.

Al fine di determinare il Coeff. Variaz. Percentuale dell'intero processo (prelievo, estrazione, analisi) si è proceduto ad effettuare tre distinti campionamenti nella stessa posizione e per lo stesso periodo di tempo.

Diossine e Furani

RAPPORTO DI PROVA	700/10	701/10	702/10
Numero dati (n.)	3		
Media (\bar{X}_m)	0,1593		
Scarto tipo (s_r) (deviazione Standard)	0,0337		
Varianza (s_r^2) :	0,0011		
Coeff. variaz. percentuale (CVr %)	21,1566		
Minimo (Min.)	0,1320		
Massimo (Max)	0,1970		
Intervallo (Range)	0,0650		
Media Limite di fiducia inferiore (p=0,95) :	0,0756		
Media Limite di fiducia superiore (p=0,95) :	0,2431		
Intervallo di fiducia della media(I.F.)(p=0,95) :	0,0837		
Gradi di libertà ($v=n-1$) :	2		
t di Student ($v=n-1; p=0,95$) :	4,3027		

Poloclorobifenili

RAPPORTO DI PROVA	910/10	911/10	912/10
Numero dati (n.)	3		
Media (\bar{X}_m)	120,38667		
Scarto tipo (s_r) (deviazione Standard)	22,700058		
Varianza (s_r^2) :	515,29263		
Coeff. variaz. percentuale (CVr %)	18,855957		
Minimo (Min.)	101,4		
Massimo (Max)	145,53		
Intervallo (Range)	44,13		
Media Limite di fiducia inferiore (p=0,95) :	63,996597		
Media Limite di fiducia superiore (p=0,95) :	176,77674		
Intervallo di fiducia della media(I.F.)(p=0,95) :	56,39007		
Gradi di libertà ($v=n-1$) :	2		
t di Student ($v=n-1; p=0,95$) :	4,3026527		

Il Coeff. Variaz. Percentuale ottenuto per il campionamento delle diossine indica una buona ripetibilità delle misure effettuate, ed una modesta influenza delle condizioni di campionamento.

4.1.5 Espressione dei Dati Inferiori al Limite di Rivelabilità.

Il campionamento e le analisi possono restituire dati di concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità (LR) del metodo di analisi impiegato, gli stessi vengono trattati adottando differenti criteri.

I criteri più comunemente impiegati consistono nell'assegnare a tali dati di concentrazione il valore del Limite stesso di Rilevabilità (LR) oppure della metà dello stesso (LR/2) oppure assegnando al valore la quantità "Zero".

La diversità dei risultati, in funzione del criterio adottato, comporta diversi problemi in particolare di omogeneità nel trattamento dei dati su uno stesso campione e di possibilità che uno stesso campione sia conforme o meno a uno specifico valore limite.

Il criterio di espressione del dato inferiore al Limite di Rivelabilità (LR) o non rilevabile (NR) nelle valutazioni effettuate per il presente rapporto è stato quello di assegnare il valore zero nelle ricorrenze sopra precisate al fine di poter costruire un corretto "fingerprint".

Di ciò è necessario tenere conto per eventuali confronti con altre esperienze.

5 Fonti di inquinamento locali

5.1 Traffico veicolare.

Lo studio "On- road emissions of PCDD's and PCDF's from eavy duty diesel vehicles"² Emissioni "on-road" di PCDD e PCDF da "Heavy Duty Diesel Veicoles" condotto sperimentalmente ha evidenziato l'emissione dei microinquinanti allo studio generata da veicoli diesel pesanti in diverse condizioni di percorso stradale quali: percorso cittadino, percorso autostradale, marcia a vuoto con carburanti ad alto e/o basso contenuto di zolfo, motori nuovi e/o ad alto chilometraggio.

I fattori di emissione calcolati sono risultati essere i seguenti:

- 0,023 (\pm 0,022) ng tossicit  equivalente (TEQ)/km per motore ad alto chilometraggio,
- 0,008 (\pm 0,002) ng tossicit  equivalente (TEQ)/km per per motore ricostruito e
- 0,016 (\pm 0,013) ng tossicit  equivalente (TEQ)/km per motore ricostruito con carburante a basso tenore di zolfo.
- 0,164 ng TEQ/km in un vecchio motore a carburatore (valore pi  alto ottenuto).

Risulta quindi necessario considerare, fra le sorgenti di microcontaminanti che contribuiscono ai livelli del "fondo", anche il traffico specie se in localit  interessate da assi viari significativi con alta frequenza di passaggi veicolari quale l'area di studio.

² PubMed U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health

5.2 Impianti industriali: Studio ENEA - (anni 2000).

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, l'ENEA (Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), l'AIB (Associazione Industriale Bresciana) agli inizi degli anni 2000 hanno condotto uno studio "Valutazione delle emissioni di inquinanti organici persistenti da parte dell'industria metallurgica secondaria". Lo studio e l'analisi hanno riguardato il comparto metallurgico e siderurgico della provincia bresciana e quindi costituiscono base dati di riferimento.

I dati relativi all'emissione di PCB e PCDD/PCDF possono essere così riassunti:

Tabella 7. Fattori di emissione di PCDD, PCDF, PCB, HCB ed IPA nelle polveri di acciaierie con forno ad arco elettrico.

	Media	Intervallo di confidenza della media al 95 %	
		Limite inf.	Limite sup.
PCDD/PCDF, $\mu\text{g I-TEQ/t}$ acciaio	22,2	12,7	31,7
PCDD/PCDF/DLPCB, $\mu\text{g WHO-TEQ/t}$ acciaio	23,9	13,9	33,9
PCB (Aroclor), mg/t acciaio	3,7	0,41	6,94
Σ IPA UNECE 4, mg/t acciaio	42	15	68
HCB, mg/t acciaio	0,10	0	0,21

5.3 Incenerimento Rifiuti: Fattori di Emissione.

Per quanto riguarda gli aspetti legislativi relativi alla limitazione delle emissioni inquinanti da impianti di incenerimento, la norma nazionale, in questo specifico settore, fa riferimento al DL.vo 11 maggio 2005, n. 133 "Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti", che ha recepito la direttiva 2000/76/CE.

In aggiunta alle indicazioni tecniche riportate nelle varie normative (direttive europee e decreti nazionali), vanno ricordati: il documento BREF (Best available techniques REFERENCE document) emanati dal gruppo europeo Integrated Pollution Prevention and Control Bureau come previsto dalla Direttiva 96/61/EC) "Waste Incineration".

Per la valutazione del "Waste Incineration" il fattore più significativo di pressione ambientale è costituito dalle emissioni in atmosfera di microinquinanti organici.

Questi sono stati calcolati mettendo in relazione la quantità di microinquinanti emessi dai camini degli inceneritori, con la quantità di rifiuti smaltiti (tonnellate), nonché con la quantità di vapore (tonnellate) ed energia elettrica (MW) prodotti.

I fattori di emissioni degli impianti di incenerimento dei rifiuti (WASTE INCINERATION Incineration of Domestic or Municipal Wastes pubblicati dalla European Environment Agency) sono riportati nella tabella seguente.

5.3.1 Taabella³: Emission Factors for PCDD/Fs

Compound	Plant type	Emission factor	Data Quality	Abatement type	Abatement efficiency	Fuel type	Country or region	Reference
PCDD/Fs	Not specified	25-1000 µg ITEQ/tonne of MSW ¹	B	ESP only	Not given	MSW	EU	Winsey 1997
PCDD/Fs	Not specified	0.5 µg ITEQ/tonne of MSW	D	Modern plant (particle abatement plus scrubber with carbon injection)	Not given	MSW	EU	Winsey 1997

¹ Recommended emission factor 50 g I-TEQ/tonne of MSW, depending on operating conditions

Si evidenzia che in genere per gli inceneritori si riscontra predominanza fra i microcontaminanti organici della famiglia degli Octaclorodibenzofurani (OCDF).

³ European Environment Agency WASTE INCINERATION *Incineration of Domestic or Municipal Wastes* WASTE INCINERATION Activity 090201

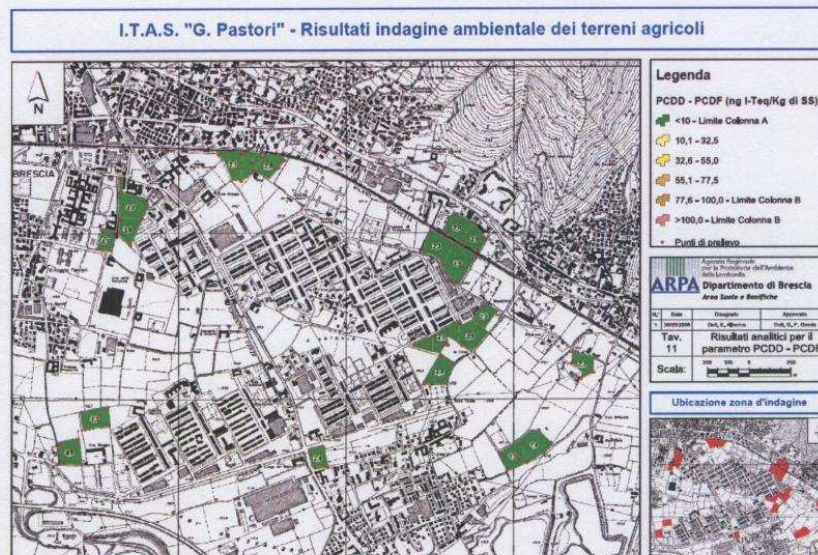
6 Pianificazione del Monitoraggio

Lo studio dei livelli di concentrazione degli inquinanti contenuti nel fall out dell'area di raccolta foraggio del ITAS G.Pastori, ha preso in considerazione:

- l'esame dei dati sulla concentrazione dei microinquinanti organici dei suoli;
- la definizione della dimensioni dell'area di interesse;
- la suddivisione della stessa in funzione dell'attesa ricaduta, le potenziali sorgenti presenti nell'area;
- le condizioni di emissione delle stesse nonché la stima modellistica delle ricadute.

6.1 Dati derivanti dall'uso dei terreni

L'area d'interesse è quindi stata individuata considerando la presenza degli insediamenti industriali, degli insediamenti abitativi, degli assi viari rilevanti, dei campi coltivati dal ITAS G.Pastori.



Circa la condizione di contaminazione dei terreni si è fatto riferimento al documento "Esiti del monitoraggio ambientale condotto nei terreni della zona est di Brescia negli anni 2007 e 2008" prodotto dalla UO Sistemi Ambientali del Dipartimento ARPA di Brescia.

- L'esame del dati sulla concentrazione dei microinquinanti organici del suolo;
- La definizione delle dimensioni dell'area di interesse;
- La suddivisione della stessa in funzione dell'attività ricaduta, le potenziali sorgenti presenti nell'area;
- Le condizioni di emissione delle stesse nonché la stima modellistica delle ricadute.

3.1 Dati derivati dall'uso del terreno

L'area d'interesse è quindi stata individuata considerando la presenza degli insediamenti industriali, artigianali e agricoli, nonché dei campi coltivati del tipo...

