

Università degli Studi di Padova

Facoltà di Medicina e Chirurgia

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN TECNICHE DELLA
PREVENZIONE NELL'AMBIENTE E NEI LUOGHI DI LAVORO**

Presidente Ch.mo Prof. Bruno Saia

TESI DI LAUREA

Utilizzo Agronomico di fanghi da depurazione

Rischio di contaminazione da metalli pesanti, IPA PCB e PCDD/F

RELATORE: CH.MA PROF.SSA VALERIA MARIN

CORRELATORE: DOTT. PAOLO GIANDON

LAUREANDO
GIANFRANCO PERAZZOLO

ANNO ACCADEMICO 2006 – 2007

1) Introduzione	Pag 3
2) Scopo della tesi	“ 4
3) Considerazioni tossicologiche su alcuni analiti ricercati nei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione:	“ 5
3.1) Metalli (Pb, Cd, Hg),	“ 5
3.2) Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA),	“ 6
3.3) Policlorobifenili, (PCB).	“ 8
3.4) Policloro-dibenzo-diossine (PCDD), Policloro-dibenzo-furani, (PCDF)	“ 9
4) Materiali e metodi	“ 12
4.1) Materiali	“ 12
4.2) Evoluzione della produzione di fanghi di depurazione nel Veneto	“ 12
4.3) Impianti di depurazione presenti nel Veneto	“ 13
4.4) Tipologia dei reflui affluenti agli impianti di depurazione	“ 16
4.5) Classificazione come rifiuti dei fanghi di depurazione acque reflue	“ 17
4.6) Forme di Smaltimento/Recupero dei fanghi di depurazione	“ 18
4.7) L'interesse per l'utilizzo agronomico dei fanghi di depurazione	“ 19
5) Inquadramento normativo	“ 21
5.1) Normativa europea	“ 21
5.2) Normativa italiana	“ 21
5.3) Normativa Regione Veneto	“ 24
6) Trattamento dei fanghi finalizzato alla stabilizzazione	“ 27
6.1) Biologico	“ 27
6.2) Chimico	“ 28
6.3) Termico	“ 28
6.4) Procedure tecnico-analitiche per il rilascio dell'autorizzazione	“ 28
7) Procedure tecnico-analitiche necessarie al rilascio dell'autorizzazione all'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura	“ 30
7.1) Monitoraggio fanghi da depurazione	“ 30
7.2) Modalità di esecuzione del monitoraggio	“ 30
7.3) Metodiche analitiche	“ 31
7.4) Tabella dei dati ottenuti	“ 31
7.5) Diagrammi	“ 33
8) Discussione e conclusione	“ 40
9) Bibliografia	“ 42

1) INTRODUZIONE

Il problema dell'effettiva pericolosità dei microinquinanti organici nei prodotti che vengono utilizzati per la fertilizzazione è assai dibattuto sia in ambito tecnico-scientifico che giuridico. Negli ultimi anni vi sono state prese di posizione piuttosto decise in merito, da parte degli organi inquirenti che hanno ritenuto di denunciare i produttori di sostanze organiche (fanghi, compost) nei quali è stata riscontrata la presenza in quantità significativa di microinquinanti organici (Diossine, IPA, PCB). Da rilevare che anche alcuni legislatori (Svizzera, e alcuni Land in Germania) hanno deciso di vietare l'utilizzo agronomico di sostanze organiche di scarto quali i fanghi di depurazione delle acque reflue. **(1)**

Nel Veneto, la maggior parte dei suoli (soprattutto quelli della bassa pianura), risultano essere poveri di sostanza organica a causa di coltivazioni intensive gestite con il solo apporto di concimi chimici avvenuto nei decenni passati.

Nei decenni passati (fino alla metà del 20° secolo) l'apporto di sostanza organica ai suoli proveniva esclusivamente dall'allevamento domestico (non intensivo) di animali che producevano una elevata quantità di letame che, una volta maturo e sparso nei campi, forniva quell'apporto di sostanza organica e elementi nutritivi utile a rendere fertile il terreno e pronto ad una nuova coltivazione agricola.

L'utilizzo agronomico dei fanghi di depurazione, ha lo scopo di reintegrare la sostanza organica del suolo ottenendo così un miglioramento della struttura, una parziale concimazione naturale che va a diminuire la necessità di quella chimica, e il contemporaneo riutilizzo dei fanghi provenienti dalla depurazione delle acque reflue che altrimenti sarebbero recapitati in discarica.

Infatti i fanghi provenienti dagli impianti di depurazione presentano contemporaneamente un elevato contenuto di sostanza organica (fino anche al 50%) **(2)** e una presenza di elementi nutritivi o comunque agronomicamente utili quali Potassio (K), Fosforo (P) e Azoto (N) in quantità tali da poter limitare l'utilizzo di fertilizzanti chimici.

All'utilizzo dei fanghi da depurazione in agricoltura concorrono almeno tre soggetti che, in presenza di comportamenti non corretti, possono provocare un danno al terreno agricolo con conseguenti ripercussioni su piante e animali che possono coinvolgere anche l'uomo.

Il primo è l'agricoltore, che talvolta concede i propri terreni per l'utilizzo dei fanghi senza avere i mezzi per accertare l'effettiva qualità e la quantità distribuita.

Il secondo è il produttore di fanghi (gestore degli impianti di depurazione) che ha come obiettivo primario il "liberarsi" dei fanghi con i minori costi possibili.

Il terzo è rappresentato dal mondo degli smaltitori / recuperatori di rifiuti che talvolta potrebbero ricorrere ad operazioni di "scambio" di fanghi di buona qualità con altri che possono contenere sostanze anche pericolose quali diossina, e altri microinquinanti organici normalmente assenti o presenti in quantità modeste.

Se i fanghi quindi vengono avviati a recupero senza una accurata indagine ambientale ed analitica atta ad escludere la presenza di sostanze tossiche in concentrazioni pericolose per l'ambiente, si può assistere ad un fenomeno di accumulo di tali sostanze nel suolo.

2) SCOPO DELLA TESI

Con questa tesi si cercherà di evidenziare come dalla depurazione delle acque reflue domestiche e urbane, finalizzata a migliorare le caratteristiche dei nostri corsi d'acqua, possa prodursi un rifiuto, che se gestito bene, può apportare un beneficio all'agricoltura, e di conseguenza all'ambiente in generale. L'apporto di tali sostanze al suolo non è privo di rischi per la fertilità dei suoli e per questo deve essere mantenuta una costante attività di controllo

3) Considerazioni tossicologiche su alcuni analiti ricercati nei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione:

3.1) Metalli Pesanti (Pb, Cd, Hg)

La direttiva 86/278/CEE del 1986 prende in considerazione, regolamentando e fissandone dei limiti, solo alcune tipologie di metalli pesanti quali Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, Hg, Cr, che, nel periodo in cui la stessa veniva emessa, erano considerati elementi bioaccumulabili nella catena trofica e che inoltre già a basse concentrazioni sono tossici.

I metalli non possono essere metabolizzati. La bonifica di suoli contaminati con metalli consiste primariamente nel modificare la mobilità dei contaminanti metallici per ottenere un suolo che presenti livelli accettabili nel contenuto di metalli. La mobilità dipende da una serie di fattori: dal tipo e dalla natura del suolo, dalla concentrazione del contaminante, dalla concentrazione e dal tipo di ioni che possono essere competitivi, dai leganti complessanti, sia organici che inorganici, dal pH, e dallo stato di ossidazione. **(3)**

I metalli pesanti sono spesso contaminanti delle acque e dei suoli, e costituiscono un potenziale rischio per la salute dell'uomo e degli animali, in quanto possono essere assorbiti dalle piante ed entrare nella catena alimentare. Il Cadmio, in particolare, è facilmente accumulato nella granella di diversi cereali, tra cui il riso. Il potenziale accumulo di Cd dipende da diversi fattori:

- I. il tasso di assorbimento dal suolo o dall'acqua delle radici;
- II. il tasso di immobilizzazione nelle radici mediante chelazione e sequestro vacuolare;
- III. la traslocazione e ripartizione nelle parti aeree.

I metalli pesanti sono componenti naturali della crosta terrestre, non possono essere degradati o distrutti. Come elementi in tracce, alcuni metalli pesanti, (es. Cu, Fe, Zn) sono essenziali per mantenere il metabolismo del corpo umano, ma se presenti in concentrazioni maggiori, e questo è possibile per quelli che sono bio-accumulabili, possono diventare tossici. **(4)** Altri metalli pesanti quali Pb, Hg e Cd sono inutili al metabolismo o per lo meno la loro utilità deve essere ancora provata, ma già a basse concentrazioni esplicano azione tossica.

L'esposizione al piombo ad esempio può portare a effetti sul comportamento e sullo sviluppo del feto, di neonati e bambini, oltre che aumentare la pressione

sanguigna negli adulti. Presenta una elevata tossicità per il sistema nervoso, tanto da essere considerato un neurotossico indiretto. Gli studi epidemiologici mostrano che gli effetti sulla salute dei bambini sono associati a livelli di piombo nel sangue pari a circa 100-150 µg/l, ma ci sono indicazioni della pericolosità del piombo anche a concentrazioni inferiori a 100 µg/l. Attualmente, in Europa la media più bassa del livello di piombo è di circa 20 µg/l, ma mancano informazioni attendibili relative a molte zone. **(5)**

L'esposizione al cadmio (Cd) può danneggiare reni e ossa: tra gli effetti principali c'è un aumento della secrezione nell'urina di proteine a basso peso molecolare e un maggior rischio di osteoporosi. Il cadmio è stato identificato come potenziale causa di cancro al polmone per gli esseri umani: i gruppi di popolazione più a rischio sono gli anziani, i diabetici, i fumatori e le donne incinte. Il cibo è la principale fonte di esposizione al cadmio per la popolazione. **(5)**

3.2) Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA),

Per Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) si intende un'ampia gamma (circa 500) di composti organici con due o più anelli benzenici condensati.

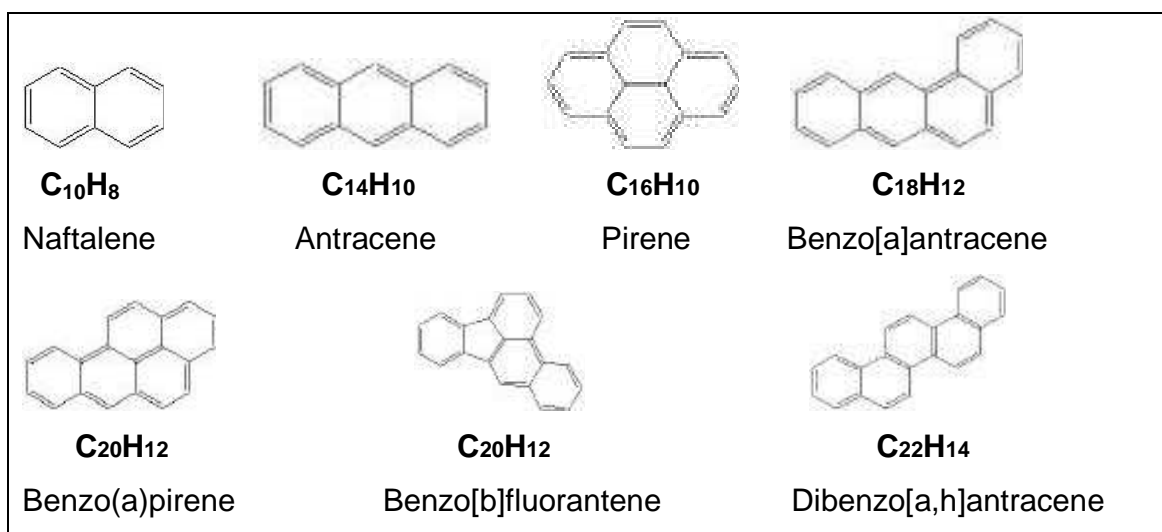


Fig. 1 – Strutture chimiche rappresentanti alcune molecole di Idrocarburi Policiclici Aromatici

A causa della loro minore volatilità vengono classificati come composti organici semi volatili (SVOC) tranne alcune eccezioni come ad esempio il naftalene che viene inserito tra i VOC

Gli IPA costituiti da tre a cinque anelli possono essere presenti in atmosfera sia come gas che come particolato (associato a particelle con diametro minore di 2

µm) emesse durante i processi di combustione, mentre quelli caratterizzati da cinque o più anelli tendono a presentarsi per lo più in forma solida.

Si caratterizzano per il loro basso grado di solubilità in acqua, l'elevata capacità di aderire a materiale organico e la buona solubilità nei lipidi e in molti solventi organici.

Sono presenti ovunque in atmosfera; vengono prodotti dalla combustione incompleta di materiale organico e derivano:

- ◆ dall'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia;
- ◆ dal trasporto veicolare;
- ◆ dagli inceneritori;
- ◆ dai processi industriali (industria metallurgica).

Altre sorgenti temporanee sono gli incendi di foreste e di campi agricoli.

Le proprietà tossicologiche variano in funzione della disposizione spaziale e del numero di anelli condensati.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato alcuni idrocarburi quali Benzo(a)antracene, Dibenzo(ah)antracene e Benzo(a)pirene come sostanza cancerogena di classe 2A - probabile cancerogeno per l'uomo, soprattutto a carico dei polmoni.

Altri IPA quali ad esempio Dibenzo(ae)pirene, Benzo(b)fluorantene, ecc, sono classificati sostanza cancerogena di classe 2B - possibile cancerogeno per l'uomo.

L'azione mutagena e cancerogena degli IPA è conseguenza delle trasformazioni a cui questi composti vanno incontro nel corso dei processi metabolici dell'organismo. In pratica gli agenti cancerogeni sono dei prodotti intermedi del metabolismo degli IPA che l'organismo produce per facilitarne l'eliminazione.

La concentrazione di benzo(a)pirene (il più studiato) viene utilizzata come indicatore nella valutazione del rischio sanitario della miscela IPA. L'abbondanza degli IPA è spesso riferita a questo composto.

La presenza degli IPA nei fanghi di depurazione è dovuta principalmente alla rimozione del particolato atmosferico a cui gli IPA sono legati, presente in atmosfera, o depositatosi sul suolo, effettuato dalle precipitazioni atmosferiche e che successivamente attraverso il sistema fognario delle acque miste raggiungono gli impianti di depurazione dove viene concentrato e allontanato attraverso i fanghi di depurazione. **(6)**

3.3) Policlorobifenili, (PCB).

I policlorobifenili (PCB) sono una serie di composti aromatici biciclici costituiti da molecole di bifenile variamente clorate. Sono molecole sintetizzate all'inizio del XX secolo e prodotte commercialmente fin dal 1930; sono ricavate a partire dal petrolio e dal catrame, dai quali si estrae il Benzene che viene trasformato in bifenile. Il bifenile viene successivamente clorurato a policlorobifenile $C_{12}H_{10}Cl_n$. In base alla posizione degli atomi di cloro si possono ottenere 209 congeneri con caratteristiche fisico chimiche diverse.

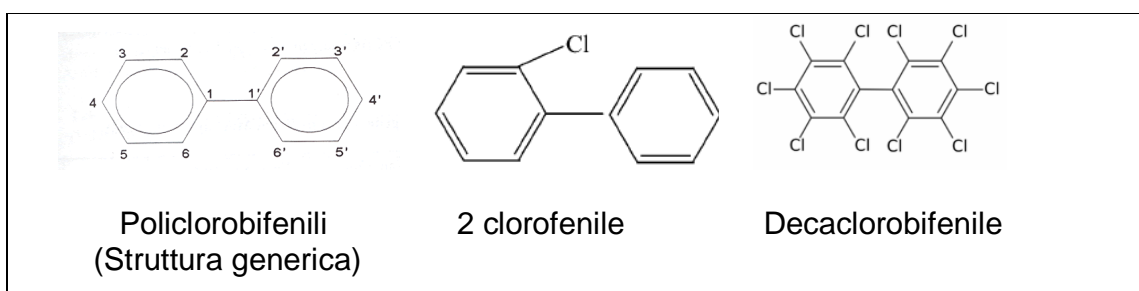


Fig. n. 2 - Strutture chimiche rappresentanti alcune molecole di policlorobifenili

A differenza delle diossine, di cui possono essere i precursori, i PCB sono sostanze chimiche deliberatamente prodotte a scopo commerciale.

Presentano una elevata tendenza a bioaccumularsi, una elevata lipoaffinità, sono composti stabili e scarsamente biodegradabili, resistenti ad acidi e alcali e alla fotodegradazione, non sono ossidabili, non attaccano i metalli, sono poco solubili in acqua, sono solubili in olio e solventi organici, non sono infiammabili (quando la loro molecola contiene più di 4 atomi di cloro), si decompongono solo oltre i 1000°C, sono poco volatili, presentano una densità maggiore dell'acqua.

Dal 1985 il loro commercio in Italia è vietato.

Venivano utilizzati generalmente, viste le loro caratteristiche, in 2 principali tipologie di applicazione: in sistemi chiusi, quali fluidi dielettrici in apparecchiature elettriche es. trasformatori, o in sistemi aperti come additivi per antiparassitari, ritardanti di fiamma, isolamenti, vernici ecc,

Le vie di contaminazione ambientale da PCB sono le perdite di fluido dielettrico dai trasformatori a causa della rottura degli stessi o incendi, scarichi illeciti, smaltimento inadeguato, l'immissione in atmosfera a seguito evaporazione, incenerimento dei rifiuti e dalla depurazione delle acque di scarico (utilizzo agronomico dei fanghi di depurazione delle acque di scarico).

Solo 12 dei 209 congeneri dei PCB, i così detti complanari, presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili a quelle delle diossine e ai furani. Questi congeneri sono definiti PCB dioxin-like (simili alle diossine) e indicati con la sigla PCB_{dl}. (7)

L'eventuale presenza di PCB nei fanghi di depurazione è dovuta al dilavamento meteorico di aree industriali in cui si sono avute perdite di PCB, es. rotture di trasformatori o dall' immissione volontaria, nella rete fognaria per la raccolta di acque reflue urbane, di rifiuti contenenti Policlorobifenili

3.4 Policloro-dibenzo-diossine (PCDD), - Policloro-dibenzo-furani, (PCDF)

Con il termine generico di "diossine" si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici polinucleati formati da carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro divise in 2 famiglie: dibenzo-diossine (PCDD) e dibenzo-furani (PCDF). Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati per lo più di origine antropica particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente.

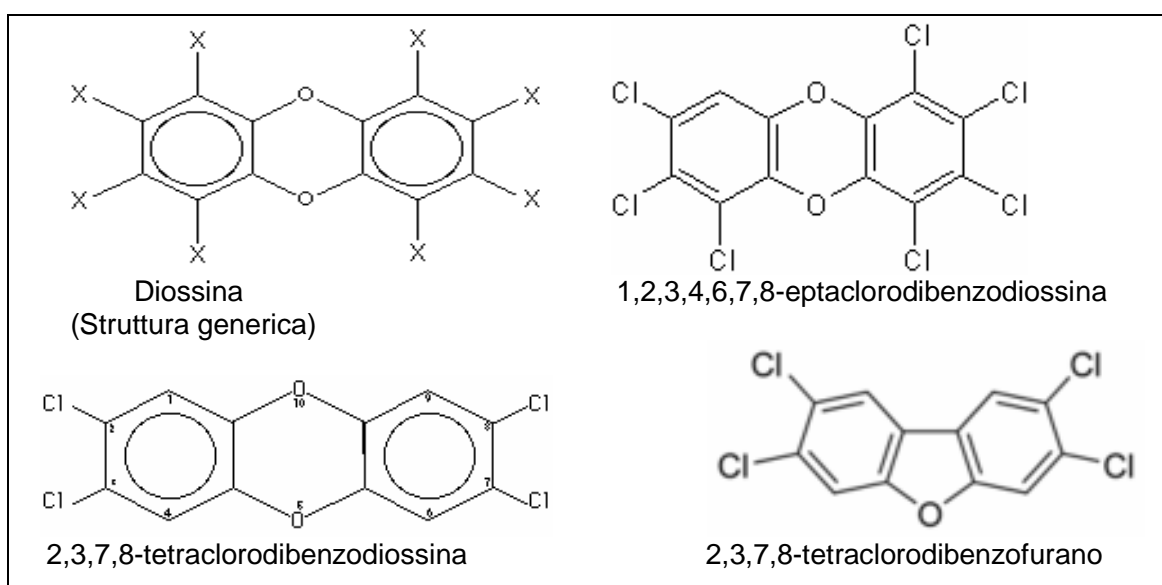


Figura n. 3 Strutture chimiche rappresentanti alcune molecole di PCDD e PCDF

Esse hanno effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente, tra cui la dermatossicità, immunotossicità, disturbi della funzionalità riproduttiva, teratogenicità, alterazioni del sistema endocrino ed effetti cancerogeni.

Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani, di questi solo 17 congeneri (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare attenzione.

La tossicità delle diossine dipende dal numero e dalla posizione degli atomi di cloro legati agli atomi di carbonio β dell'anello aromatico. Vi è tossicità se sono pochi o nessuno gli atomi di cloro legati agli atomi di carbonio α dell'anello aromatico.

Il congenere maggiormente tossico, unico riconosciuto possibile cancerogeno (4 atomi di Cl in posizione β e nessuno in α) è il 2,3,7,8 - tetraclorodibenzo-p-diossina (TCDD).

Le diossine sono sostanze semivolatili, termostabili, scarsamente polari, insolubili in acqua, altamente liposolubili, estremamente resistenti alla degradazione chimica e biologica. Nel suolo si legano alla frazione organica presente e, una volta adsorbite, rimangono relativamente immobili e a causa della loro insolubilità in acqua non tendono a migrare in profondità.

Pur essendo scarsamente idrosolubili, trovano nell'acqua un'ottima via di diffusione una volta adsorbite sulle particelle minerali ed organiche presenti in sospensione.

A causa della loro presenza ubiquitaria nell'ambiente, persistenza e liposolubilità, le diossine tendono, nel tempo, ad accumularsi negli organismi viventi, e in particolare nei tessuti ed organi dell'uomo o degli animali.

Le diossine non vengono prodotte intenzionalmente, non avendo alcun utilizzo pratico, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e/o di combustione.

Possono originarsi dai processi chimici di sintesi relativi ai composti clorurati e da processi di combustione non controllata di materie plastiche, termoplastiche, termoindurenti, nonché reflui e rifiuti contenenti composti clorurati

Queste essendo sostanze semivolatili immesse in atmosfera attraverso i vari sistemi di emissione industriali e non, successivamente per deposizione a secco o a umido si depositano sul suolo, sulle parti arboree dei pascoli e nei seminativi rendendosi così disponibili per l'ingestione da parte degli animali al pascolo, o essere dilavate dalle acque meteoriche, raggiungendo così le acque superficiali e conseguentemente la fauna ittica.

L'eventuale presenza di diossine nei fanghi di depurazione è dovuta alla rimozione del particolato presente in atmosfera o depositatosi nel suolo e a cui le diossine si sono legate, effettuato dalle precipitazioni atmosferiche, che

successivamente attraverso il sistema fognario acque miste raggiungono gli impianti di depurazione.

Relativamente all'eventuale spargimento sul suolo di fanghi contenenti diossine, studi effettuati prendendo in considerazione il 2,3,7,8 - tetracloro-dibenzo-p-diossina (TCDD) hanno evidenziato che questo composto non presenta mobilità significativa in quanto è adsorbito al carbonio organico del suolo stesso, e pertanto rimane immobile, e, a causa della bassa solubilità in acqua, non mostra tendenza alla migrazione in profondità.

La via di fuga più probabile vista la (TCDD) presente in superficie nel suolo umido, è la volatilizzazione.

Pertanto la diossina presente sui suoli in superficie può a seguito deposizione sulla sulle parti arboree dei pascoli e nei seminativi, entrare nella catena alimentare, se pure in minima parte.

La persistenza del TCDD negli strati superficiali del suolo è stimata con un'emivita pari a 9-15 anni, mentre per gli strati profondi è di 25-100.anni.

Ne consegue che i suoli costituiscono dei recettori naturali delle diossine. **(7)**

Alcuni dati di bibliografia riferiscono di contenuti medi di diossina nei fanghi di depurazione civili o industriali attorno ai 50 ng TE/kg s.s., con valori che oscillano da un minimo di 7,6 ad un massimo di 192; **(8)**

Il limite massimo accettabile di diossine nei fanghi provenienti da impianti di depurazione acque reflue urbane proposto nella bozza di revisione della Direttiva europea sui fanghi 86/278/CEE è di 100 ng TE/kg s.s.

L' Agenzia Americana per la Protezione Ambientale (E.P.A.) indica in 300 ng TE/kg s.s. il limite massimo accettabile di diossine in fanghi di depurazione destinati all'utilizzo in agricoltura. **(9)**

Inoltre la stessa E.P.A. nel 2003 ha ritenuto di non dover ulteriormente regolare l'uso dei fanghi di depurazione in agricoltura, in quanto studi di cancerogenicità eseguiti su un gruppo di persone residenti in una fattoria agricola che utilizzava come ammendante / fertilizzante dei fanghi provenienti da impianti di depurazione, non ha rilevato nessun aumento di casi di tumore rispetto alla media.

Da rilevare che le persone utilizzavano prodotti della propria azienda per il 70 % della dieta. **(9).**

4) MATERIALI E METODI

4.1) Materiali

Per una valutazione della presenza di microinquinanti nei fanghi prodotti nel Veneto viene preso in considerazione lo studio eseguito da ARPAV sugli impianti di depurazione delle acque reflue urbane con una capacità > 25.000 A.E. esistenti nel Veneto, e i dati relativi alla loro produzione a partire dall'anno 2003 fino all'anno 2005 e il loro "recupero" mediante utilizzo in Agricoltura.

Sono inoltre considerate quelle sostanze che, se presenti nei fanghi di depurazione anche a basse concentrazioni, possono arrecare dei potenziali rischi all'ambiente e all'uomo stesso: metalli pesanti come Pb, Cd, Hg, sostanze cancerogene/mutagene quali Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), e Inquinanti Organici Persistenti nella fattispecie Diossine (PCDD), Furani (PCDF), Policlorobifenili (PCB).

Vengono tralasciati altri eventuali usi a cui i fanghi di depurazione sono indirizzati se il loro recupero in agricoltura non fosse possibile a causa del non rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente

4.2) Evoluzione della produzione di fanghi di depurazione nel Veneto

L'approvazione ed entrata in vigore in Italia della Legge 319 del 10.05.1976 (Legge Merli) avente per oggetto *"la disciplina degli scarichi di qualsiasi tipo, pubblici e privati, diretti ed indiretti, in tutte le acque superficiali e sotterranee, interne e marine, sia pubbliche che private, nonché in fognature, sul suolo e nel sottosuolo, la formulazione di criteri generali per l'utilizzazione e lo scarico delle acque in materia di insediamenti, l'organizzazione dei pubblici servizi di acquedotto, fognature e depurazione; la redazione di un piano generale di risanamento delle acque, sulla base di piani regionali, il rilevamento sistematico delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici"*, e la progressiva attuazione della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane, recepita dallo Stato italiano con il D.Lgs n. 152 del 12.05.1999 e successivamente con il D.Lgs. n. 152 del 03.04.2006 ha portato alla costruzione di impianti di trattamento delle acque reflue sia urbane che industriali, allo scopo di depurarle per consentirne il recapito nei corpi idrici superficiali.

La Regione Veneto in attuazione a quanto disposto all'art. 4 della Legge 319 del 10.05.1976, (Legge Merli) e dalla Legge Regionale n. 33 del 16.04.1985, con provvedimento del Consiglio Regionale del Veneto n. 962 del 01.09.1989, approvava il Piano Regionale di Risanamento della Acque (P.R.R.A.).

Tale documento prevedeva la suddivisione del territorio regionale in zone omogenee caratterizzate da diversi indici di protezione dall'inquinamento in funzione della vulnerabilità dei corpi idrici, dell'uso degli stessi e delle caratteristiche idrografiche, geomorfologiche ed insediative del territorio.

Nel P.R.R.A. vengono:

- ▶ previsti impianti di depurazione dei reflui civili con gradi di trattamento diversi, in funzione della potenzialità dell'impianto e dell'ubicazione dello scarico;
- ▶ illustrati gli schemi fognari principali, per potenzialità > 5.000 A.E. da inserire all'interno di ambiti ottimali di gestione (35 nella Regione Veneto), che il programma di attuazione del P.R.R.A. rende vincolanti sia per quanto riguarda il bacino di utenza, l'ubicazione dell'impianto e il corpo idrico recettore;
- ▶ disciplinati gli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitavano in pubblica fognatura, definendone i limiti di accettabilità, tenendo in considerazione le caratteristiche del corpo idrico recettore

All'applicazione delle disposizioni del PRRA è corrisposto un miglioramento qualitativo delle acque scaricate nei corpi idrici, ed una produzione di volumi significativi di fanghi di depurazione che tuttora rappresentano quindi la quasi totalità dei "rifiuti" derivanti da questo processo

4.3) Impianti di depurazione presenti nel Veneto

Nella tabella 1, vengono indicate le dimensioni degli impianti di depurazione acque reflue urbane (anno 2006) funzionanti nel Veneto suddivisi per numero di abitanti equivalenti e l'importanza in percentuale che essi hanno nella depurazione dei medesimi reflui **(10)**

Regione	< 2.000		2000–10.000		10.000-100.000		>100.000		Totale	
	n.	% a.e.	n.	% a.e.	n.	% a.e.	n.	% a.e.	n.	a.e.
Veneto	292	2.36	135	6.31	8.3	28.53	17	62.80	527	8.701.032

Tab 1 - Dimensioni degli impianti presenti nel Veneto e la loro suddivisione in classi di A.E.

Come si può osservare, nel Veneto sono presenti impianti di piccolissime (< 2.000 a.e.) e piccole (2.000-10.000 a.e.) dimensioni

Fino ad alcuni anni fa era normale che le nuove lottizzazioni sia industriali che residenziali si dotassero di un sistema fognario autonomo facenti capo a un depuratore di piccole dimensioni (pertanto poco controllabile e gestibile nel tempo).

Come rilevato da molte Agenzie per la Protezione Ambientale si evidenzia la necessità di riduzione ed accorpamento degli impianti di depurazione minori per massimizzare la funzionalità e favorire il riuso delle acque. (10)

Nella tabella sottostante vengono indicati i quantitativi ton/anno di fanghi tal quali CER 190805 “ *fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane*” prodotti nel Veneto (dati estratti dal M.U.D. e riferiti agli anni 2003, 2004 e 2005) e dove gli stessi sono stati conferiti per lo smaltimento o il loro riutilizzo in agricoltura. Relativamente agli anni successivi 2006 e 2007 non si è in possesso di nessun dato relativo ai fanghi prodotti, in quanto trattandosi di rifiuti non pericolosi non era più prevista la comunicazione M.U.D..(11)

Regione	anno	Fanghi tot. prodotti (ton/anno)	Smaltimento			Recupero		Altre forme di smalt./rec.
			D1	D8	D10	R3	R10	
Veneto	2003	297.607,0	9.960,9		1.782,3	138.088,4	33.085,3	114.690,16
	2004	310.188,4	5.149,0	90.724,1	654,9	178.086,0	14.714,3	20.855,1
	2005	329.892,0	33.124,1	104.930,1	1,4	167.285,7	2.868,3	21.682,4

Legenda:

- **D1** = Deposito sul suolo o nel suolo;
- **D8** = Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12
- **D10** = Incenerimento a terra
- **R3** = Riciclo/ recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche).
- **R10** = Spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia

Tab 2 – *Fanghi prodotti negli impianti di depurazione del Veneto, (periodo 2003-2005) e loro principali forme di smaltimento /recupero*

Come si può osservare nella tabella 2, il quantitativo di rifiuti costituiti da fanghi prodotti negli impianti di depurazione acque reflue urbane del Veneto e classificati CER 190805, presentano un lieve incremento negli anni.

Si osserva, in merito a fanghi smaltiti in discarica, una leggera flessione nell'anno 2005 presumibilmente dovuta all'entrata in vigore del D.Lgs 36 del 13 Gennaio 2003 “attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti” e,

successivamente un fortissimo aumento (600%) nell'anno successivo. Si osserva contemporaneamente anche la diminuzione del recupero R10 dei fanghi, provenienti dagli impianti di depurazione, in agricoltura. Questo presumibilmente a causa della nuova normativa regionale DGRV 907 del 18.03.2005 e successiva DGRV 2241 del 09.08.2005 e ai nuovi controlli, sia autorizzativi che gestionali, imposti dalle medesime.

Relativamente ai fanghi avviati a recupero R3 presso impianti di compostaggio si osserva un forte aumento nell'anno 2004 rispetto all'anno 2003, e una successiva leggera flessione nell'anno 2005.

Da rilevare la progressiva diminuzione negli anni dei fanghi avviati a smaltimento presso inceneritori, probabilmente dovuto ai costi da sostenere per lo smaltimento.

Rimangono costanti altre tipologie di smaltimento /recupero.

Nella sottostante tabella 3 vengono indicati i 51 impianti di depurazione acque reflue domestiche o miste domestiche e industriali, aventi una potenzialità di trattamento superiore a 25.000 A.E. presenti e in funzione nella Regione Veneto.

Essi sono così localizzati:

Provincia	n. depuratori >25.000 a.e.	Località
Belluno	2	Feltre, Belluno
Padova	8	Padova, Codevigo, Cittadella, Vigenza. Conselve, Monselice, Abano. Cadoneghe
Rovigo	4	Rovigo Porta Po, Rovigo S. Apolinare, Castelmassa, Rosolina Mare, Porto Viro, Badia Polesine
Treviso	7	Conegliano, Castelfranco-Salvatronda, Treviso, Paese, Castelfranco-B.Padova, Cordignano, Montebelluna
Venezia	11	Fusina, Jesolo, Chioggia, S.Michele al Tgliamento-Bibione, Campalto, Caorle, Cavallino, Lido, San Donà di Piave, Eraclea-Mare, Quarto d'Altino
Verona	8	Peschiera, Verona, San Giovanni L., Legnago, Sommacampagna, Povegliano, S. Bonifaccio, Cologa
Vicenza	11	Arzignano, Montebello, Trissino, Tiene, Vicenza-Casale,, Montecchio M., Bassano, Schio, Vicenza S. Agostino, Lonigo, Isola V..

Tab 3 – Depuratori presso i quali sono stati prelevati i fanghi nell'ambito del monitoraggio anno 2003

Su fanghi prodotti da questi impianti, l'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto ha svolto un'indagine analitica per i parametri previsti dalla tabella B/1 della DGRV 3247 del 06.06.1995 (allegato 1), Diossine, IPA, e PCB. (parametri ritenuti prioritari nella proposta di revisione della Direttiva 278/867CEE). **(8)**

4.4) Tipologia dei reflui affluenti agli impianti di depurazione

Come già sopra accennato le acque reflue da depurare, possono avere provenienze diverse, con conseguente presenza al loro interno di diverse tipologie di inquinanti.

Il D.Lgs 152 del 03.04.2006 (così detto “testo unico ambientale”) e sue modifiche e integrazioni suddivide le acque reflue in acque reflue domestiche, acque reflue industriali, acque reflue urbane.

- Le **acque reflue domestiche**, in base alla definizione data dal D.Lgs 152/06 all'art. 74 lettera g), sono: *acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche*
- Le **acque reflue industriali** in base alla definizione data dal D.Lgs 152/06 all'art. 74 lettera h) sono: *qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e da acque meteoriche di dilavamento,*
- Le **acque reflue urbane** in base alla definizione data dal D.Lgs 152/06 all'art. 74 lettera i) sono: *acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato.*

La distinzione sostanziale ai fini della produzione e delle caratteristiche dei fanghi è tra acque reflue civili, che sono composte perlopiù da reflui di provenienza domestica ed acque meteoriche con un apporto minoritario di acque di provenienza industriale, ed acque reflue industriali.

Infatti la presenza di inquinanti di diverse tipologie e in diverse concentrazioni all'interno delle acque reflue in arrivo all'impianto di depurazione al di sopra dei limiti allo scarico previsti dalla normativa rende necessario un significativo abbattimento non soltanto dei cosiddetti nutrienti (N, P, K), e delle sostanze organiche facilmente biodegradabili, ma anche delle numerose sostanze chimiche quali metalli e molecole organiche indesiderabili provenienti dagli scarichi urbani e industriali. Tali sostanze indesiderate sottratte allo scarico del depuratore confluiscono prevalentemente nei fanghi di depurazione. Da ciò consegue che quando i reflui hanno elevato tenore di inquinanti, proporzionalmente (salve modificazioni chimiche di struttura) questi ultimi vengono concentrati nei fanghi

Pertanto i fanghi aventi migliori caratteristiche chimico-fisiche e minori concentrazioni di inquinanti e quindi compatibili con il recupero mediante utilizzo agronomico o compostaggio risultano essere quelli civili che hanno un apporto nullo o molto basso di reflui di origine industriale/artigianale e quelli industriali dei settori agro-alimentare, cartario e tessile, (in quest'ultimo caso solo quando non sono utilizzati additivi chimici nel processo produttivo); diversamente gli stessi dovranno essere smaltiti in discarica per rifiuti pericolosi o non pericolosi a seconda della concentrazione degli inquinanti, o conferiti ad impianti di incenerimento.

La normativa relativa alle acque di scarico non prevede l'obbligo di verificare le caratteristiche dei fanghi di depurazione; la verifica diventa però obbligatoria quando si intende avviare tali fanghi ad operazioni di recupero mediante compostaggio o utilizzo agronomico.

4.5) Classificazione come rifiuti dei fanghi di depurazione acque reflue

Tutti i fanghi provenienti dagli impianti di depurazione acque reflue sono rifiuti prodotti dall'attività stessa. Se questi provengono da un impianto di depurazione la cui attività è esclusivamente quella di depurare acque reflue, i rifiuti vengono identificati in conformità a quanto previsto nell'allegato D alla parte IV - titolo I e II del D.Lgs 152 del 03.04.2006 con codice CER 19 08: gli stessi possono essere classificati pericolosi se contengono sostanze pericolose o non pericolosi se non contengono sostanze pericolose. (Es CER 190805 se sono fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane, CER 190811* se sono fanghi prodotti dal trattamento biologico delle acque reflue industriali contenenti sostanze pericolose, CER 190812 se sono fanghi prodotti dai trattamenti biologici delle acque reflue industriali diversi da quelli di cui alla voce 190811*)
I fanghi, in quanto rifiuti, sono soggetti alla normativa specifica (D.Lgs. 152/06 parte IV).

4.6) Forme di Smaltimento/Recupero dei fanghi di depurazione

I fanghi provenienti dagli impianti di depurazione, a seconda delle sostanze in essi contenute e della loro concentrazione, possono essere avviati ad operazioni di smaltimento [D] o avviati a operazioni di recupero [R] così come individuati rispettivamente negli allegati B e C alla parte IV titoli I e II del D.Lgs. 152 del 03.04.2006

I metodi maggiormente utilizzati sono:

Per lo smaltimento

- **D1** - Deposito sul suolo o nel suolo (smaltimento in discarica per rifiuti):
 - pericolosi se i fanghi contengono sostanze pericolose, intendendo come tale qualsiasi sostanza classificata come pericolosa ai sensi della direttiva 67/548/CEE. (La discarica deve essere autorizzata a ricevere le specifiche sostanze pericolose contenute nel fango)
 - non pericolosi se i fanghi non contengono sostanze pericolose
- **D8** - Trattamento biologico non specificato altrove nel presente allegato che dia origine a composti o a miscugli eliminati secondo uno dei procedimenti elencati nei punti da D1 a D12
- **D10** - Incenerimento a terra (da soli o con altre tipologie di rifiuti")

Per il recupero

- **R3** – Riciclo / recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche (in conformità a quanto previsto dal D.Lgs 152 del 03.04.2006, dal D.M) 05.02.1998 (per gli impianti in comunicazione) e per il Veneto dalla DGRV 568 del 25.02.2005
- **R5** - Riciclo/recupero di altre sostanze inorganiche (l'inserimento nella produzione di laterizi, asfalti, calcestruzzi [R5] come previsto dal D.M. 05.02.1998
- **R10** - Spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia (tal quali in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente: Direttiva 862/278/CEE, D.Lgs n. 99 del 27.01.1992 e per la Regione Veneto la DGRV 2241 del 09.08.2005)

4.7) L'interesse per l'utilizzo agronomico dei fanghi di depurazione

La necessità da parte del gestore dell'impianto di allontanare i fanghi al minor costo possibile, le normative sempre più restrittive sullo smaltimento in discarica, i costi elevati per l'incenerimento o il co-incenerimento, la contemporanea presenza all'interno dei fanghi di elevate quantità di sostanze nutrienti, ha portato a considerare maggiormente la possibilità dell'utilizzo dei fanghi nei suoli agricoli.

L'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura è un concreto metodo di riciclaggio dei rifiuti, in grado di migliorare lo status nutrizionale del suolo essendo, al tempo stesso la via più economica di gestione.

I vantaggi dati dall'applicazione del fango all'agro-sistema sono tali da porsi a confronto con un fertilizzante tradizionale. L'apporto di sostanza organica (contenuta nel fango in misura di circa il 50 %) è potenzialmente in grado di migliorare la struttura del suolo, influenzando i fenomeni di infiltrazione, porosità, C.S.C. (Capacità di Scambio Cationico) e stabilità degli aggregati. **(12)**

I fanghi provenienti dagli impianti di depurazione, pur apportando al suolo un miglioramento simile a quello delle sostanze ammendanti, non possono rientrare tra gli ammendanti in quanto non classificati dal D. Lgs. 217 del 29.04.2006 – "Revisione della disciplina in materia di fertilizzanti ". **(13)**

Il D.Lgs 217 del 29.04.2006 così definisce gli ammendanti nell'art. 2 comma 1 lettera z) " *materiali da aggiungere al suolo in situ, principalmente per conservarne o migliorarne le caratteristiche fisiche e/o chimiche e/o fisiche e/o l'attività biologica, i cui tipi e caratteristiche sono riportati nell'allegato 2*"

Tra le caratteristiche normate nell'allegato 2 e riportate nelle tabelle non rientrano i fanghi provenienti dagli impianti di depurazione.

Da evidenziare che se i fanghi di depurazione rientrassero per tipologia tra gli ammendati e rispettassero i limiti e le concentrazioni previste nell'allegato 2 al D.Lgs 217 del 29.04.2006, essi non rientrerebbero più tra i rifiuti, ma bensì tra i prodotti e potrebbero essere liberamente commercializzati.

Non sempre però lo spargimento dei fanghi in agricoltura è funzionale al miglioramento dello status nutrizionale del suolo, ma diventa prevalente l'ottenimento di un vantaggio economico a discapito delle necessarie garanzie di salvaguardia ambientale e in particolare di protezione del suolo.

In particolare dopo che sarà entrato pienamente in vigore il D.M. 3 Agosto 2005 "definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica", che all'art. 6 comma

2, prevede quanto segue: *“Fatto salvo quanto previsto all’art. 10 del presente decreto, nelle discariche per rifiuti non pericolosi sono smaltiti rifiuti non pericolosi che hanno una concentrazione di sostanza secca non inferiore al 25% e che sottoposti a test di cessione di cui all’allegato 3, presentano un eluato conforme alle concentrazioni fissate in tabella 5”*, lo smaltimento in discarica, finora destino prevalente per tutte le tipologie di fanghi di depurazione, sarà sempre più difficile, se non previo trattamento finalizzato a farli rientrare entro i limiti previsti dal medesimo D.M. 03 Agosto 2005.

E’ anche per tale motivo che il conferimento in discarica dei fanghi di depurazione con una elevata percentuale di sostanza organica ha raggiunto costi sempre più elevati, molto maggiori rispetto all’utilizzo in agricoltura.

5) Inquadramento normativo

5.1) Normativa europea

Con la Direttiva 86/278/CEE del 12 Giugno 1986 la Comunità Europea, come citato all'art. 1, ha inteso disciplinare l'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura in modo da evitare effetti nocivi sul suolo, sulla vegetazione, sugli animali e sull'uomo, incoraggiando nel contempo la corretta utilizzazione di questi fanghi. **(14)**

La direttiva consente l'utilizzo agronomico dei fanghi provenienti da impianti di depurazione di acque reflue urbane e da altri impianti di depurazione delle acque reflue che presentino una composizione analoga a quella delle acque reflue domestiche e urbane. Essa rimandava ad ognuno degli Stati membri la possibilità di utilizzare in agricoltura, nel proprio territorio, fanghi provenienti da impianti di depurazione diversi previa regolamentazione.

Gli allegati alla Direttiva medesima fissano i parametri da analizzare e i rispettivi valori limite per la verifica della compatibilità dei fanghi con l'utilizzo in agricoltura.

Da osservare che la direttiva prendeva in considerazione come sostanze tossiche e nocive all'ambiente solo alcuni metalli pesanti quali Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg.

5.2) Normativa italiana

La sopracitata Direttiva è stata recepita dall'Italia con il D.Lgs 99 del 27.01.1992 tutt'ora vigente. **(15)**

Il D.Lgs 99/92 all'art. 2 comma 1 lettera a) definisce i fanghi come:

I residui derivanti dai processi di depurazione:

- ♦ *delle acque reflue provenienti esclusivamente da insediamenti civili come definiti dalla lettera b), art. 1 1-quater della legge 8 ottobre 1976, n. 670;*
- ♦ *delle acque reflue provenienti da insediamenti civili e produttivi: tali fanghi devono possedere caratteristiche sostanzialmente non diverse da quelle possedute dai fanghi di cui al punto 1.;*
- ♦ *delle acque reflue provenienti esclusivamente da insediamenti produttivi, come definiti dalla L. n. 319/1976 e successive modificazioni ed integrazioni; tali fanghi devono essere assimilabili per qualità a quelli di cui*

al punto a.1. sulla base di quanto disposto nel successivo articolo 3.1 (caratteristiche fisico-chimiche e biologiche)

Nella successiva lettera b del comma 1 art. 2), i fanghi trattati sono definiti come:

- ♦ *I fanghi sottoposti a trattamento biologico, chimico o termico, a deposito a lungo termine, ovvero ad altro opportuno procedimento, in modo da ridurre in maniera rilevante il loro potere fermentiscibile e gli inconvenienti sanitari della loro utilizzazione.*

All'art. 3 vengono descritte le condizioni che devono essere rispettate perchè i fanghi possano essere utilizzati:

- ♦ *essere sottoposti a trattamento, così come definito all'art. 2 lett. b) in modo da ridurre in maniera rilevante il loro potere fermentiscibile e gli inconvenienti sanitari derivanti dalla loro utilizzazione.*
- ♦ *essere idonei a produrre un effetto concimante e/o ammendante e correttivo al terreno*
- ♦ *non contenere sostanze tossiche e/o nocive e/o persistenti, e/o bioaccumulabili in concentrazioni dannose per il terreno, per le colture, per gli animali, per l'uomo e per l'ambiente in generale.*

L'utilizzazione dei fanghi è consentita qualora la concentrazione di uno o più metalli pesanti nel suolo non superi i valori limite fissati nell'allegato 1 A.

Possono essere utilizzati i fanghi che al momento del loro impiego in agricoltura, non superino i valori limite per le concentrazioni di metalli pesanti e di altri parametri stabiliti nell'allegato 1 B.

I fanghi possono essere applicati nei terreni in dosi non superiori a 15 t/ha di sostanza secca nel triennio, purchè i suoli presentino le seguenti caratteristiche:

- ♦ *capacità di scambio cationico superiore a 15 meg/100 gr;*
- ♦ *pH compreso tra 6 e 7,5.*

In caso di utilizzazione di fanghi su terreni il cui pH sia inferiore a 6 e la cui capacità di scambio cationico sia inferiore a 15, per tener conto dell'aumentata mobilità dei metalli pesanti e del loro maggior assorbimento da parte delle colture sono diminuiti i quantitativi di fango utilizzato del 50%. Nel caso in cui il pH del terreno sia superiore a 7,5 si possono aumentare i quantitativi di fango utilizzato del 50%.

I fanghi provenienti dall'industria agroalimentare possono essere impiegati in quantità massima fino a tre volte le quantità indicate in precedenza. In tal caso i

limiti di metalli pesanti non possono superare valori pari ad un quinto di quelli di cui all'allegato 1 B.

Come la direttiva 86/278/CEE, gli unici limiti massimi relativi a sostanze tossiche e/o nocive e/o persistenti, e/o bioaccumulabili che il D.Lgs 99/92 fissa, sono relativi alle concentrazioni in mg/kg ss di metalli pesanti nei fanghi da utilizzare in agricoltura, e le loro relative concentrazioni nel suolo, tenendo conto del valore di pH e della Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.)

	Tab. allegato I A	Tab allegato I B
Metalli	Concentrazione limite nel suolo (mg/kg ss)	Concentrazione limite nei fanghi (mg/kg ss)
Cadmio	1,5	20
Mercurio	1	10
Nichel	75	300
Piombo	100	750
Rame	100	1000
Zinco	300	2500

Tab.4 – Valori limite in concentrazione di metalli pesanti nei suoli agricoli destinati all'utilizzazione dei fanghi di depurazione, e negli stessi fanghi.

Inoltre i fanghi, a differenza di quanto previsto dalla Direttiva 86/278/CEE, per poter essere utilizzati in agricoltura devono possedere le seguenti caratteristiche agronomiche e microbiologiche:

<i>Tab 2 presente nell'allegato I B al D.Lgs 99 del 27.01.1992</i>	
	Valore limite
Carbonio organico % s.s.	≥ 20
Fosforo totale (P) % s.s.	≥ 0.4
Azoto totale % s.s.	≥ 1.5
Salmonella MPN/g s.s.	≤ 10 ³

Tab 5 – caratteristiche agronomiche e microbiologiche nei fanghi destinabili all'utilizzazione agronomica

Il D.Lgs 99/92, ammette, per quelli provenienti dall'industria agroalimentare, alcune deroghe relative alle caratteristiche agronomiche e microbiologiche che i fanghi destinabili all'utilizzazione in agricoltura devono avere (Art. 3 comma 5).

All'art. 10 il D.Lgs 99/92 regola le analisi e la relativa tempistica, da effettuarsi sul terreno ai fini della sua idoneità a ricevere i fanghi di depurazione, mentre all'art. 11 regola le analisi da effettuarsi sui fanghi stessi tenendo in considerazione la potenzialità in abitanti equivalenti dell'impianto di depurazione.

All'art. 13 il D.Lgs 99/92 norma la documentazione necessaria al trasporto dei fanghi, dall'impianto di depurazione al terreno in cui gli stessi devono essere recuperati.

Il modello della documentazione denominata "Scheda di accompagnamento fanghi da utilizzare in agricoltura" è riportata nell'allegato III .

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. n. 4 del 16 Gennaio 2008 la sopra citata scheda è stata sostituita dal formulario di identificazione rifiuti di cui al Decreto Ministeriale 145 del 01.04.1998 integrato, nello spazio riservato alle annotazioni, di tutte quelle notizie che la scheda di accompagnamento rifiuti conteneva e che non sono previste nel modello di cui al Decreto Ministeriale 145 del 01.04.1998 - Art. 193 comma 8 D.Lgs 152/06. **(16)**

Gli articoli 5, 6, 7 del D.Lgs. 99/92 fissano rispettivamente quelle che sono le competenze dello Stato, delle Regioni e delle Province.

5.3) Normativa Regionale

La legge Regionale n. 3 del 21.01.2000, chiarisce che fino al momento del recupero, i fanghi provenienti dagli impianti di depurazione sono a tutti gli effetti rifiuti; inoltre ribadendo già quanto precedentemente stabilito con la Legge Regionale 15 di modifica della L.R. 33/85, delega alle Province le competenze per il rilascio delle autorizzazioni all'impiego dei fanghi di depurazione in agricoltura.

La Regione Veneto, emanando la DGRV n. 3247 del 06.06.1995 – Direttiva B, ha regolamentato quanto già normato a livello nazionale dal D.Lgs 99 del 27.01.1992, **(17)**

Con tale direttiva le verifiche analitiche da espletarsi sui fanghi provenienti dagli impianti di depurazione vengono integrate con alcuni parametri per i quali vengono fissati i limiti (Tabella 6).

<i>Parametri</i>	<i>Valore limite</i>
Indice di germinazione	> 60 %
Salinità	> di 200 meq / 100 g
Rapporto C / N	< 25
salmonella	1000 MPN/g S.S.

Tab. 6 – Valori limite fissati dalla Regione Veneto con DGRV 3247 del 06.06.1995 ad integrazione della normativa nazionale, per i fanghi destinabili all'utilizzazione agronomica

Con DGRV 907 del 18.03.2005, viene imposta, con frequenza almeno semestrale, l'esecuzione delle analisi dei seguenti parametri sui fanghi di depurazione da avviare a recupero in agricoltura:

IPA: Sommatoria dei seguenti idrocarburi policiclici aromatici: acenaftene, fenantrene, fluorene, fluorantene, pirene, benzo(b+j+k)fluorantene, benzo(a)pirene, benzo(ghi)perilene, indeno(1,2,3-cd) pirene;

PCB: Somma dei composti policlorobifenilici numeri 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180;

PCDD / F: Policlorodibenzodiossine / Policlorodibenzofurani.

Per questi parametri, non sono stati fissati dei valori limite

Attualmente nel Veneto solo la Provincia di Venezia ha fissato dei valori limite per PCDD / F, PCB e IPA con Decreto Dirigenziale del Settore Politiche Ambientali prot. n. 4286/04 del 28 Gennaio 2004, relativamente agli impianti di depurazione acque reflue urbane presenti nel territorio della Provincia di Venezia.

I limiti fissati sono:

- ♦ 10 ng/kg s.s. per l'indice di tossicità equivalente (i-teq) delle policlorodibenzodiossine (PCDD) e policlorodibenzofurani (PCDF);
- ♦ 0.4 mg/kg s.s. per la somma complessiva dei dodici congeneri dei policlorobifenili (PCB) e dei policlorotrifenili "diossine simili";

- ♦ 3 mg/kg per gli Idrocarburi policiclici Aromatici (IPA).

La Regione Emilia Romagna con DGR n. 2773 del 30/12/04 **(18)** ha fissato anch'essa dei limiti per i microinquinanti organici che sono riportati nella tabella 7.

Composti organici	Valori limite (mg/kg s.s.)
AOX ¹	500
LAS ²	2600
DEHP ³	100
NPE ⁴	50
IPA ⁵	6
PCB ⁶	0.8
Diossine / Furani	Valori limite (ng TE / Kg s.s.)
PCDD ⁷	100
PCDF ⁸	100
¹ Sommatoria dei composti organici alogenati considerando almeno i seguenti:; blindano, endosulfan, tricloroetilene, tetracloroetilene, clorobenzeni.	
² Alchibenzensolfonato lineare	
³ Di(2-etilossi)ftalato	
⁴ Comprende le sostanze nonilfenolo e nonilfenolo tossalto con 1 o 2 gruppi etossi	
⁵ Sommatoria dei seguenti idrocarburi policiclici aromatici : acenafelene, fenantrene, fluorene, fluorantene, pirene, benzo(b+j+k)fluorantene, benzo(a)pirene, benzo(ghi)perilene, indeno(1,2,3-c,d)pirene	
⁶ Per ognuno dei componenti dei policlorobifenili numeri 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	
⁷ Policlorodibenzodiossine	
⁸ Policlorodibenzofurani	

Tabella 7 - Limiti per il contenuto di composti / sostanze organiche persistenti nei fanghi previsti dalla DGRER 2773/04

Con DGRV 2241 del 09.08.2005 la Regione Veneto regola ulteriormente l'utilizzo dei fanghi in agricoltura abrogando la precedente DGRV 3247 del 06.06.1995 e le sue successive modifiche. **(19)**

Nella DGRV 2241/05 sono stati mantenuti, tutti i parametri analitici da ricercarsi sul suolo e sui fanghi di depurazione previsti nelle precedenti Delibere Regionali e le analisi da effettuarsi sul suolo affidando all'Agenzia Regionale Per l'Ambiente del Veneto (ARPAV) i controlli.

Prescrive inoltre che i fanghi da utilizzare in agricoltura debbano essere prima sottoposti ad idonei processi di stabilizzazione che vengono puntualmente definiti.

6. Trattamento dei fanghi di depurazione e procedure tecnico-analitiche per il rilascio dell'autorizzazione

Come già precedentemente esposto, sia la Direttiva 86/278/CEE, sia il D.Lgs 99/92 (art. 3 comma 1 lettera a), e la DGRV 2241/05, prevedono che i fanghi provenienti dagli impianti di depurazione, prima di poter essere utilizzati devono:

- ♦ essere sottoposti a trattamento, cioè sottoposti a processi di trattamento e stabilizzazione utili a ridurre in maniera rilevante il loro potere fermentiscibile e gli inconvenienti sanitari derivanti dalla loro utilizzazione;
- ♦ essere idonei a produrre un effetto concimante e/o ammendante e correttivo del terreno;
- ♦ non contenere sostanze tossiche e/o nocive e/o persistenti, e/o bioaccumulabili in concentrazioni dannose per il terreno, per le colture, per gli animali, per l'uomo e per l'ambiente in generale.

Tali condizioni costituiscono il principio fondamentale su cui basare la valutazione dell'idoneità sul piano agronomico e della tutela ambientale e sanitaria di una determinata combinazione fanghi - suolo

I fanghi di depurazione per essere stabilizzati devono essere sottoposti a uno dei processi, o loro combinazioni, descritti nei seguenti paragrafi.

6.1) Trattamento biologico

- Stabilizzazione aerobica per un lungo periodo a temperatura ambiente in letti di essiccamento (periodo lungo di trattamento, bassi costi energetici ,necessità di ampi spazi).
- Stabilizzazione aerobica termofila ad una temperatura di almeno 55° C con un periodo medio di ritenzione di 20 giorni. Necessità di insufflazione di ossigeno.
- Stabilizzazione aerobica termofila a temperatura di 50 – 70° C per due giorni, e poi 8-10 giorni in condizioni anaerobiche per circa 10 giorni (necessità di insufflazione di ossigeno e un costo energetico per raggiungere la temperatura di 70°C)

- Digestione anaerobica mesofila ad una temperatura che sarà ottimale tra i 37 e i 41°C con un periodo di ritenzione compreso tra i 15 e i 30 giorni.
- Digestione anaerobica termofila ad una temperatura di almeno 53° C con un periodo di ritenzione di circa 20 giorni,

6.2) Trattamento chimico:

- condizionamento con calce che assicuri una miscelazione omogenea di calce e fango. Il quantitativo di calce da utilizzare dovrà far raggiungere alla miscela un pH > 12 e lo dovrà mantenere per almeno 12-24 ore; il trattamento è esotermico per cui il fango si riscalda ottenendo anche la pastorizzazione del fango.
- Non è un processo permanente per cui nel tempo il pH torna a valori compatibili con l'attività batterica e il fango ritorna ad essere putrescibile.

6.3) Trattamento termico

- essiccamento del fango con temperature superiori a 80°C utile a ridurre il contenuto d'acqua e a distruggere la sostanza organica con conseguente riduzione di volume. Pratica molto costosa viste le temperature da raggiungere.

6.4) Procedure tecnico-amministrative per il rilascio dell'autorizzazione

La Regione Veneto ha integrato la norma nazionale identificando ulteriori criteri di valutazione e limiti anche per altri metalli (es.: cromo), rafforzando il controllo preventivo da parte delle Province sull'utilizzo dei fanghi, prevedendo che nel momento di rilascio dell'autorizzazione siano già compiutamente conosciute le caratteristiche dei fanghi e dei terreni dove utilizzarli.

La richiesta di utilizzo deve contenere tutte le informazioni necessarie alla verifica dell'utilità agronomica, della compatibilità ambientale del fango nonché le modalità di utilizzo in relazione al tipo di suolo e di coltivazioni su di esso previste. A questo scopo la normativa regionale prevede una serie di accertamenti analitici sulle caratteristiche chimico-fisiche del fango di depurazione e del suolo atti a verificare l'idoneità della specifica combinazione fango-suolo. Tali controlli devono poi essere ripetuti secondo cadenze

prestabilite allo scopo di verificare che le condizioni iniziali siano mantenute senza alcun pregiudizio per le caratteristiche del suolo.

Qualora siano destinati al recupero mediante utilizzo su suolo agricolo (previsto come operazione R10 nell'Allegato C alla Parte IV del D. Lgs 152/06) è fatto obbligo al produttore di eseguire un'analisi del fango con frequenza trimestrale (potenzialità >100.000 a.e.), semestrale (potenzialità fra 5.000 e 100.000 a.e.) o annuale (potenzialità <5.000 a.e.).

7) Monitoraggio dei fanghi di depurazione del Veneto: metodi e risultati

7.1) Monitoraggio dei fanghi di depurazione prodotti nel Veneto

A seguito del ritrovamento di elevate concentrazioni di microinquinanti nel fango di un impianto di depurazione di acque reflue e industriali, la Giunta Regionale del Veneto con DGRV 2090 dell'11.07.2003 ha approvato l'esecuzione di un programma di monitoraggio dei fanghi di depurazione prodotti nel Veneto, in particolare per quelli destinati all'utilizzo in agricoltura. Del monitoraggio fu incaricata l'Agenzia Regionale per l'Ambiente del Veneto (ARPAV). **(20)**

Il programma di monitoraggio è stato suddiviso in tre livelli.

Il primo livello prevedeva il prelievo ed analisi di un campione di fango presso tutti gli impianti di depurazione con potenzialità di trattamento superiore a 25.000 A.E..

Sui campioni prelevati è prevista l'analisi dei parametri previsti dalla tabella B1/1 della DGRV 2241 del 09.08.2005 (allegato1), oltre a IPA, PCB, e PCDD/F, inquinanti considerati prioritari e previsti dalla proposta di revisione della Direttiva 278/86/CEE; in questo lavoro verranno presi in considerazione solo i risultati di questo 1° livello.

Il secondo livello prendeva in considerazione fanghi prodotti negli impianti di depurazione con potenzialità di trattamento inferiore a 25.000 A.E e altri fanghi provenienti da altre Regioni.

Il terzo livello riprendeva infine i fanghi in entrata agli impianti per la produzione di compost.

7.2) Modalità di esecuzione del monitoraggio

I prelievi sono stati eseguiti dal personale dei Servizi Territoriali dei Dipartimenti Provinciali dell'ARPAV nel periodo tra Luglio e Settembre 2003.

Per il campionamento da parte di tutti i Dipartimenti Provinciali è stata utilizzata la Procedura per il campionamento di fanghi di depurazione ARPAV (revisione 0 del 12.09.2005).

Per il prelievo dei campioni su cui eseguire le analisi previsti dalla DGRV 2241 del 09.08.2005 sono stati utilizzati dei contenitori in PET e successivamente i campioni sono stati consegnati al laboratorio ARPAV di Castelfranco Veneto.

Per il prelievo dei campioni sui quali eseguire le analisi di IPA e PCB e diossine, sono stati utilizzati 2 contenitori in vetro (tipo Bormioli) i quali successivamente sono stati consegnati ai laboratori Provinciali ARPAV per le analisi di IPA e PCB, e al laboratorio del Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Chimica e l'Ambiente (CO.INCA) di Venezia per le analisi delle diossine.

Il trasporto dei campioni è avvenuto in frigorifero alla temperatura di 4 °C, e gli stessi sono stati mantenuti fino al momento dell'apertura in cella frigorifera a 4°C.

7.3) Procedure analitiche utilizzate

Per l'analisi dei parametri considerati in questo documento sono state utilizzate le metodiche riportate in tabella 8.

Parametro	Metodo di Prova
Pb	D.M.13/09/1999 EPA 6010A 1992
Cd	D.M.13/09/1999 EPA 6010A 1992
Hg	MF094.0CVE Rev. 4-2001
IPA	MR036.0CVE Rev.4-2002
PCDD/F	EPA 1613B/94
PCB	MR030.0CVE Rev.0-2003

Tab 8 –*Procedure analitiche utilizzate dai laboratori per le determinazioni analitiche*

7.4) Risultati ottenuti

Il dettaglio dei risultati ottenuti per ciascun parametro e campione è riportato in tabella 9, nella quale nomi dei singoli impianti sono sostituiti da un codice alfanumerico composto dalla sigla della provincia e da un numero progressivo

Impianti	Metalli pesanti			IPA Tot Dir. UE e DGR **	* IPA tot.	PCB tot. Dir. UE e DGR **	* PCB tot .	PCDD/F ng / Kg I-TE	PCDD/ F ng / Kg. WHO- TE
	Piombo (Pb) mg/kg	Cadmio (Cd) mg/kg	Hg mg/kg	mg / kg s.s		mg / kg s.s			
Bl 1	57	4.2	1.4	1.10	2.20	0.14	0.14	5.35	12.31
Bl 2	153	1.8	9	4.80	8.10	0.15	0.15	14.73	4.82

Pd 1	192	6.00	6	1.00	1.00			9.19	8.31
Pd 2	51	11.00	6	1.00	1.00			6.30	5.89
Pd 3	46	5.00	3	1.00	1.00			5.79	5.28
Pd 4	40	5.00	2	1.00	1.00			4.36	4.14
Pd 5	63	6.00	3	1.00	1.00			7.99	7.90
Pd 6	78	5.00	7	1.00	1.00			5.13	4.95
Pd 7	69	5.00	5	1.00	1.00			5.61	5.69
Pd 8	45	5.00	4	1.00	1.00			9.21	8.81
Ro 1	90	1	5	2.30	5.10	0.14	0.14	9.52	9.23
Ro 2	110	2	4	5.10	7.50	0.19	0.19	13.25	13.02
Ro 3	43	<1	<1	0.80	1.90	0.14	0.14	3.34	3.07
Ro 4	110	3	<1	0.90	1.80	0.14	0.14	12.39	12.49
Ro 5	53	4	<1	2.70	3.10	0.14	0.14	5.52	5.43
Ro 6	85	1	1	0.90	1.00	0.14	0.14	7.06	6.69
Tv 1	95	3.1	6.0	1.10	2.50	0.16	0.16	10.91	10.20
Tv 2	15	0.5	0.3	2.80	4.40	0.14	0.14	5.50	5.06
Tv 3	220	2.5	4.6	1.40	2.80	0.16	0.16	9.65	8.96
Tv 4	45	0.9	4.0	0.90	1.80	0.14	0.14	7.04	5.74
Tv 5	50	0.9	1.6	0.80	1.50	0.14	0.14	0.40	0.30
Tv 6	80	3.4	2.2	1.10	2.20	0.19	0.19	4.87	4.80
Tv 7	50	1.1	4.3	1.40	2.50	0.14	0.14	9.86	9.18
Ve 1	188	6	4	9.30	18.20	0.55	0.55	80.61	79.44
Ve 2	70	1	1	1.40	1.60	0.14	0.14	10.68	10.77
Ve 3	78	2	2	4.40	4.80	0.14	0.14	9.60	9.49
Ve 4	81	2	2	3.60	5.10	0.14	0.14	7.46	7.15
Ve 5	114	1	3	1.90	4.30	0.16	0.16	8.15	7.97
Ve 6	42	1	1	1.30	1.40	0.14	0.14	3.98	4.07
Ve 7	39	1	1	0.80	1.10	0.14	0.14	9.00	9.00
Ve 8	218	3	6	1.60	2.00	0.14	0.14	15.67	15.87
Ve 9	82	1	2	1.50	1.90	0.14	0.14	9.33	8.62
Ve 10	38	<1	<1	1.20	1.30	0.14	0.14	4.93	5.11
Ve 11	89	2	1	0.90	1.00	0.14	0.14	5.81	5.88
Vr 1	108	1.6	<0.1	0.40	0.80	0.20	1.40	4.89	4.46
Vr 2	223	2.5	<0.1	0.42	0.69	0.08	0.09	9.14	8.45
Vr 3	168	2.6	<0.1	0.40	1.35	0.20	1.40	7.34	7.14
Vr 4	147	1.5	<0.1	8.32	8.94	0.20	1.40	23.68	25.28
Vr 5	48	4.8	<0.1	0.40	0.90	0.20	1.40	6.34	6.03
Vr 6	136	2.0	<0.1	0.25	0.50	0.20	1.40	5.91	5.42
Vr 7	68	0.4	<0.1	0.40	1.62	0.20	1.40	5.23	4.72
Vr 8	188	1.2	<0.1	0.40	1.37	0.20	1.40	7.58	7.15
Vi 1	28	<0.5	<0.5	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.70	0.70	3.36	2.99
Vi 2	33	0.9	1.4	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.70	0.70	5.23	4.84
Vi 3	86	1.4	1.6	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.70	0.70	12.33	11.22
Vi 4	320	1.5	1.5	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.42	0.42	41.74	34.44
Vi 5	163	4.9	3.8	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.42	0.42	14.31	18.00
Vi 6	190	1.2	4.7	1.80 [∞]	3.00 [∞]	1.20	1.20	21.41	20.59
Vi 7	110	1.3	3.8	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.42	0.42	10.31	9.42
Vi 8	150	1.8	4.8	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.42	0.42	41.04	34.33
Vi 9	460	5.0	3.2	1.80 [∞]	3.20	0.46	0.46	24.42	24.74
Vi 10	33	0.6	0.8	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.70	0.70	11.57	8.18
Vi 11	100	1.5	1.6	1.80 [∞]	3.00 [∞]	0.42	0.42	8.77	9.44

* Valori ricavati dalla sommatoria dei valori relativi ai vari congeneri analizzati dai laboratori
** Valori ricavati dalla sommatoria dei soli congeneri previsti sia nelle Delibere di Giunta Regionale del Veneto e dell'Emilia Romagna, e proposti nella bozza di revisione della Direttiva 86/278/CEE
[∞] limite di rilevabilità strumentale per congeneri del laboratorio ARPAV di Vicenza = 0.03 mg/Kg s.s.. per gli altri laboratori il limite di rilevabilità strumentale è = 0.01 mg/Kg s.s.





Tab 9 – Risultati analitici prodotti dai laboratori a seguito analisi sui fanghi di depurazione e relativi agli analiti trattati in questa tesi

Per comodità di rappresentazione, i parametri sono stati considerati in quattro gruppi principali: metalli pesanti, IPA e PCB, diossine/furani (PCDD-PCDF).

I valori inferiori al limite di rilevabilità sono riportati come uguali al limite di rilevabilità

7.5) Diagrammi

Legenda

	<i>Concentrazione limite D.Lgs 99/92</i>
	<i>Concentrazione limite Provincia di Venezia Decreto Dirigenziale n. 7286/04</i>
	<i>Concentrazione limite DGR Emilia Romagna n. 2773 / 04</i>
	<i>Concentrazione limite proposta nuova Direttiva CEE in sostituzione direttiva 86/278/CEE</i>

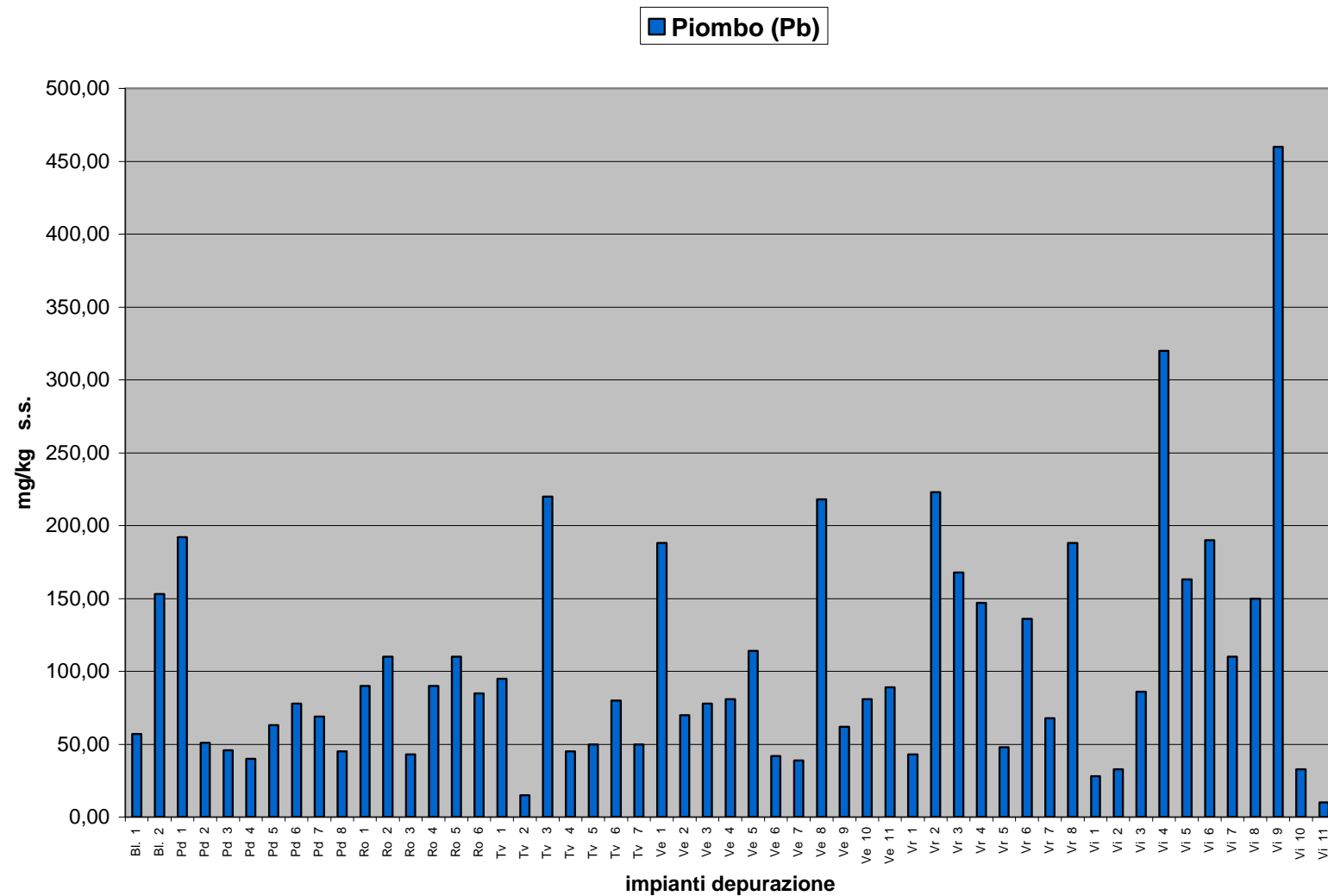


Figura 4 – Risultati dell'analisi relativi all'analita Piombo per i 53 campioni analizzati - valori espressi in mg/kg s.s

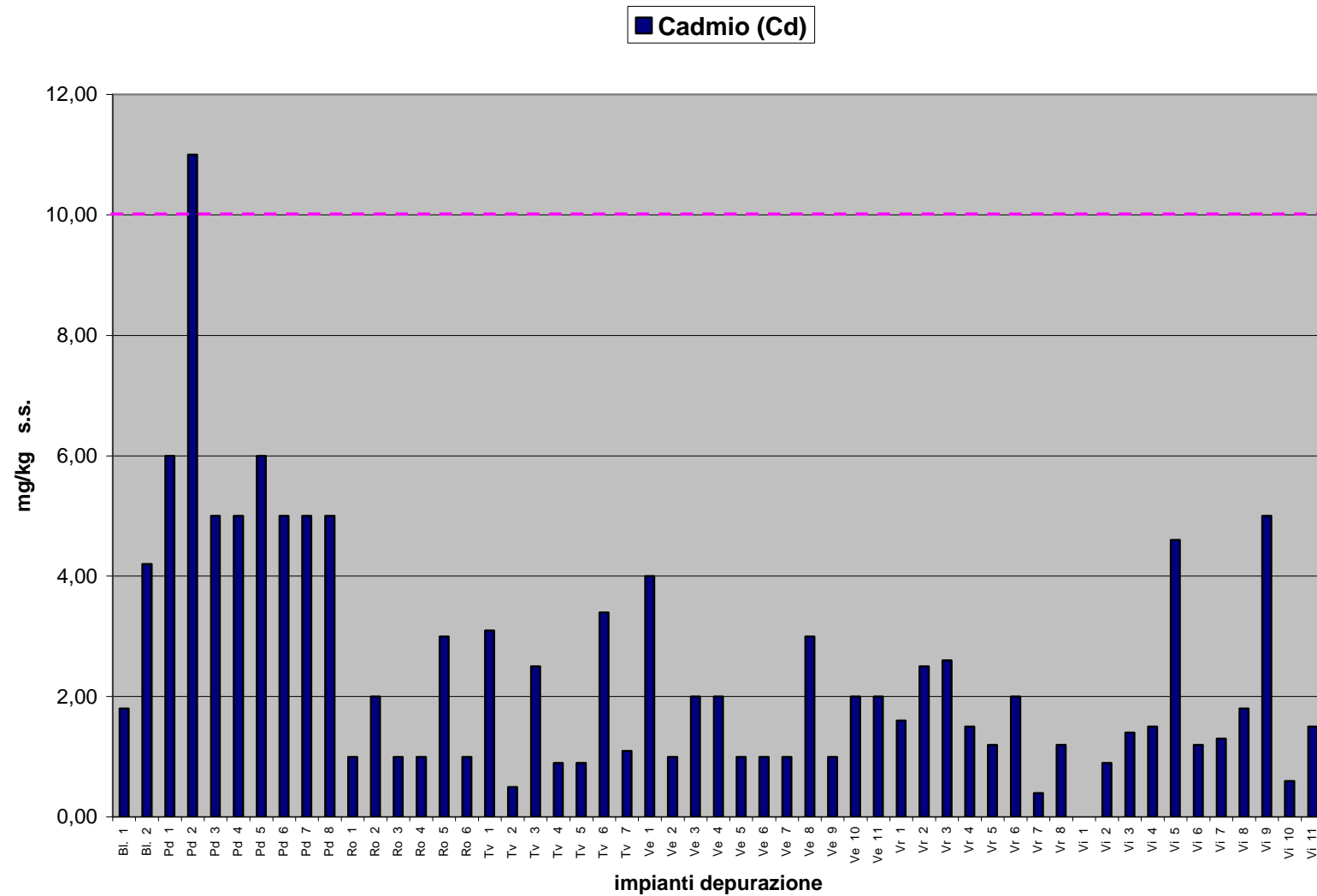


Figura 5 - Risultati dell'analisi relativi all'analita Cadmio per i 53 campioni analizzati - valori espressi in mg/kg s.s.

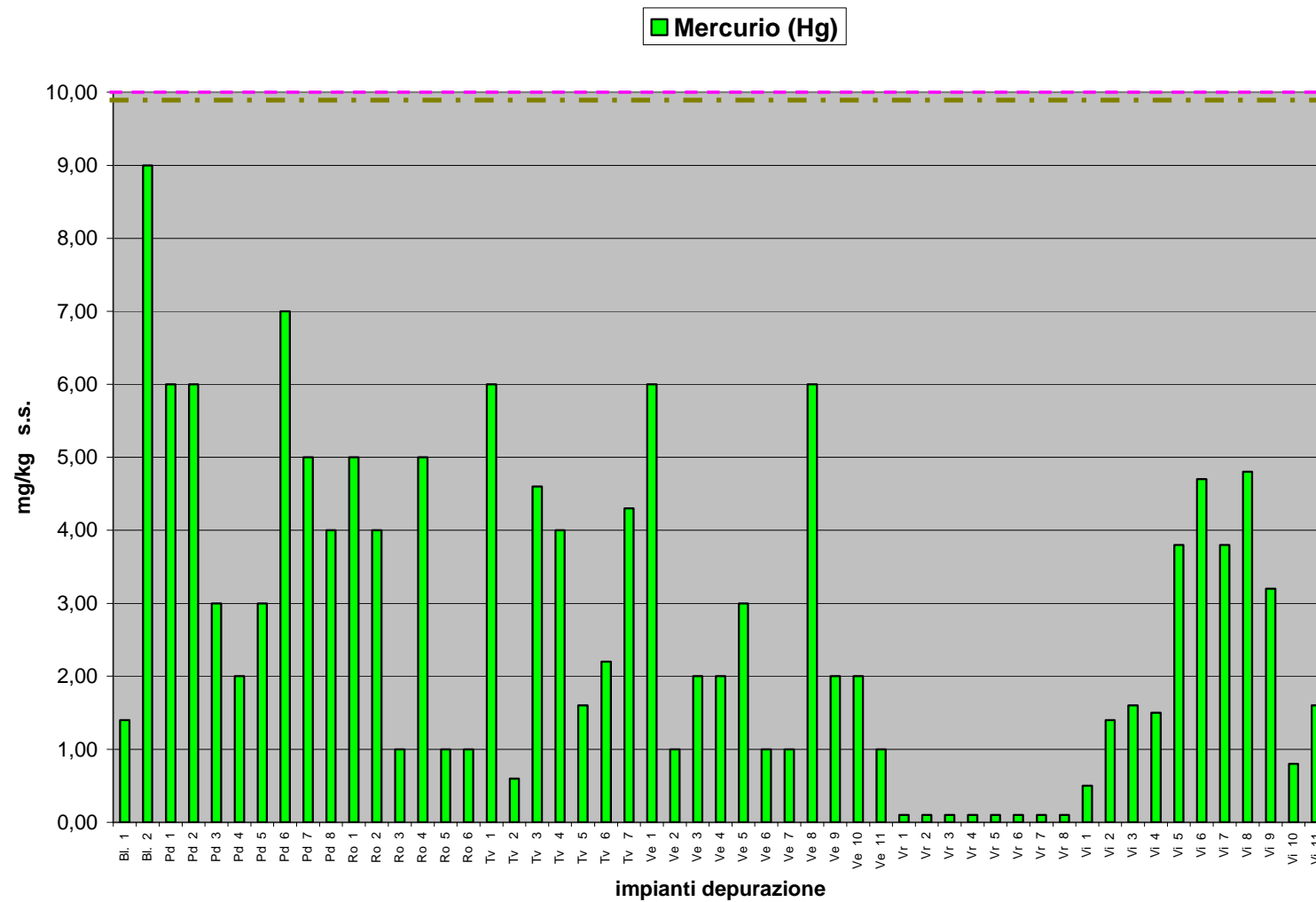


Figura 6 - Risultati dell'analisi relativi all'analita Mercurio per i 53 campioni analizzati - valori espressi in mg/kg s.s.

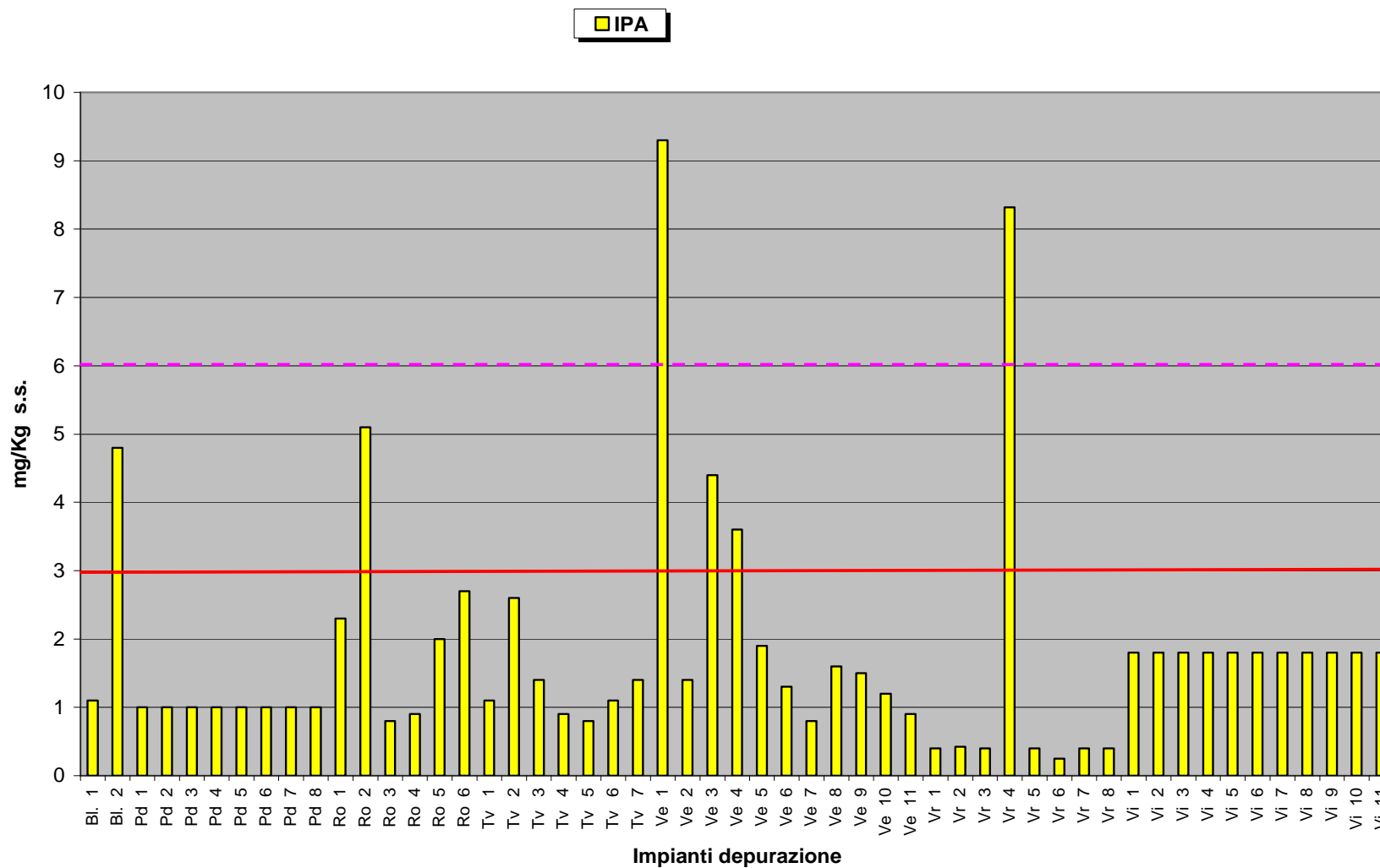


Figura 7 - Risultati dell'analisi relativi agli I.P.A. totali per i 53 campioni analizzati - valori espressi in mg/kg s.s

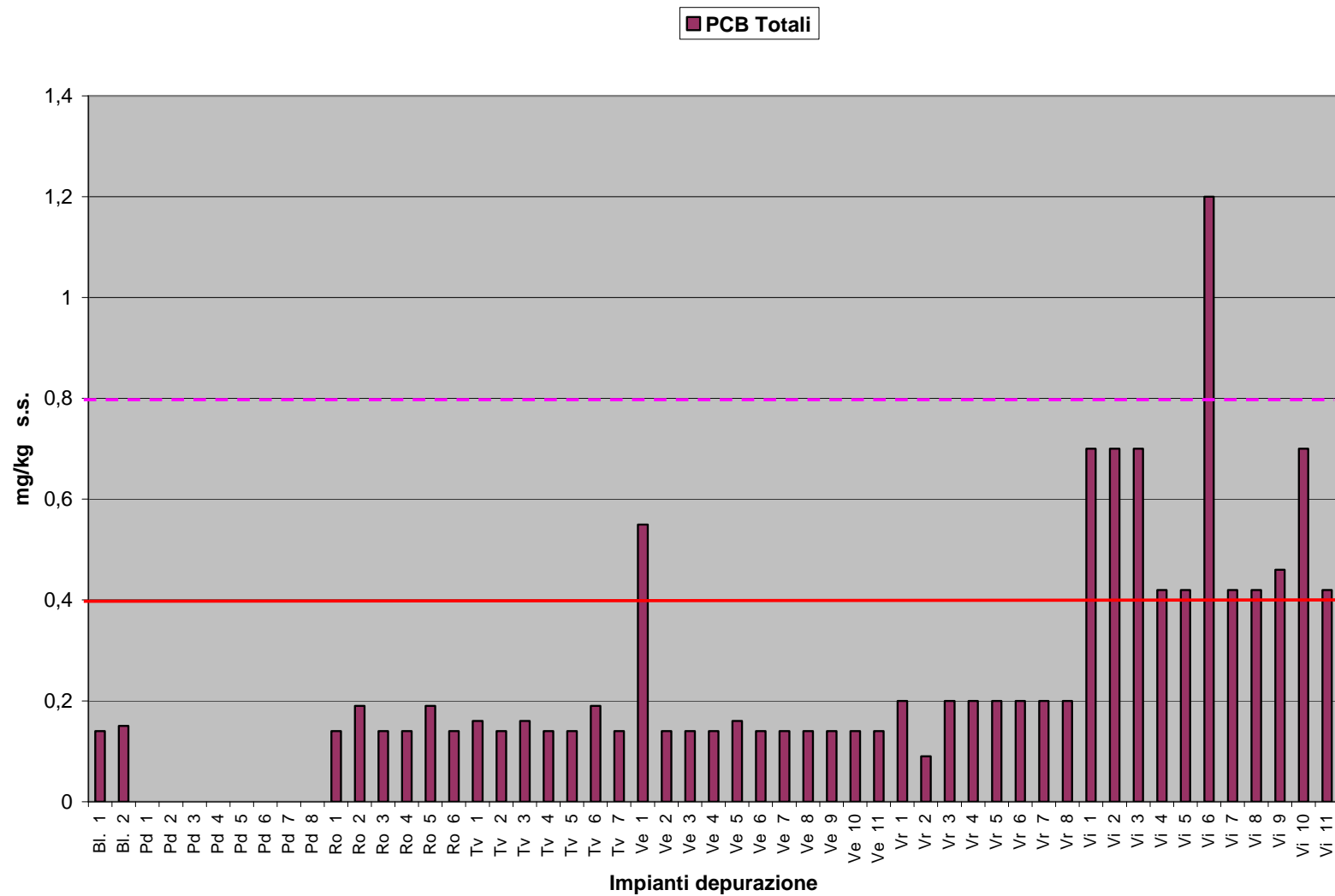


Figura 8 - Risultati dell'analisi relativi ai P.C.B. totali per i 53 campioni analizzati - valori espressi in mg/kg s.s

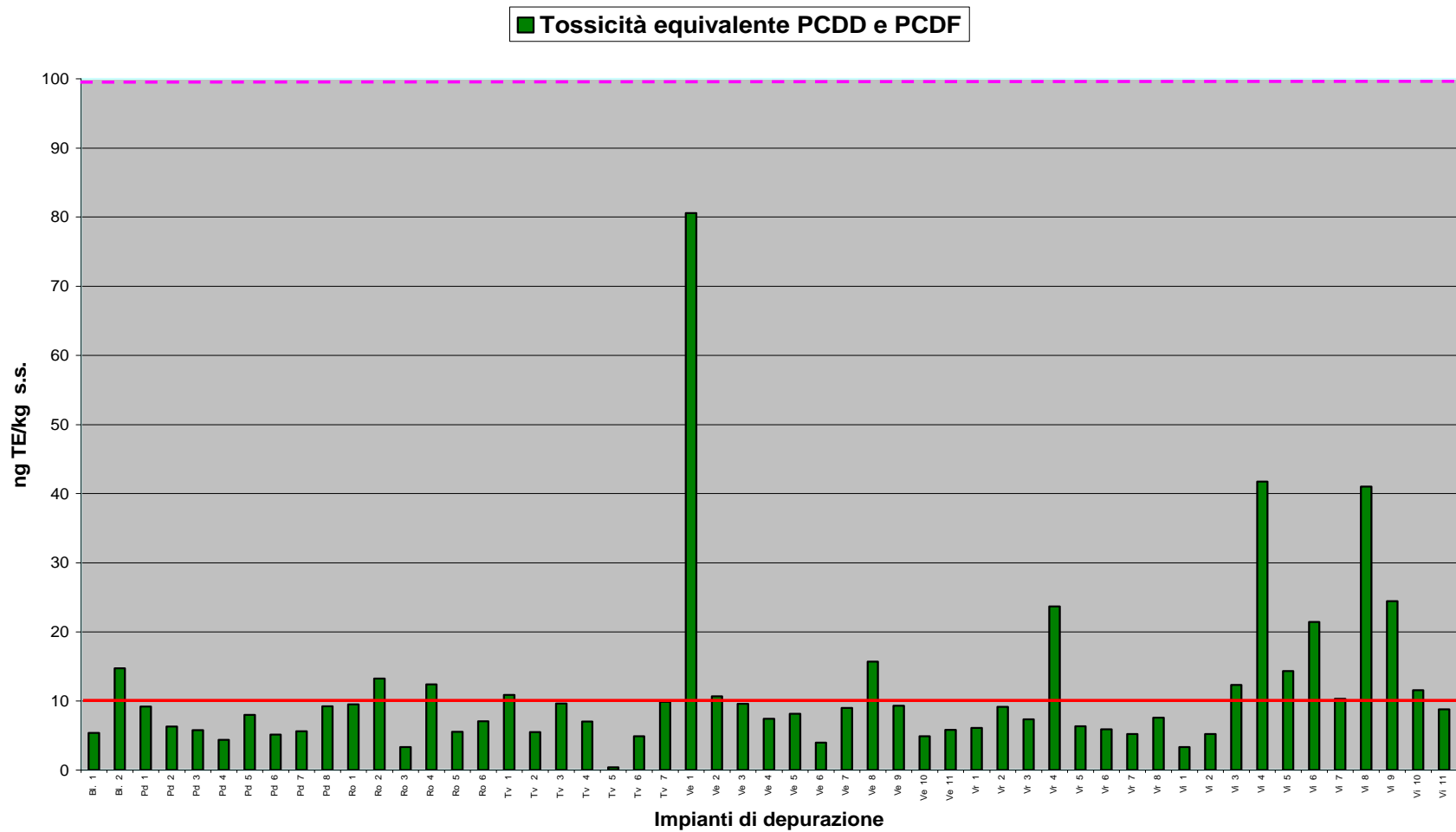


Figura 9 - Risultati dell'analisi delle diossine e furani . per i 53 campioni analizzati - valori espressi come ng TE/Kg s.s..

8) Discussione e conclusioni

Dall'osservazione dei dati acquisiti presso le strutture ARPAV e sopra illustrati, si può osservare:

- ♦ relativamente ai metalli pesanti presi in considerazione (Pb, Hg e Cd), le loro concentrazioni nei fanghi analizzati, se non per alcuni impianti di depurazione quali Vi 4 e Vi 9 per il Pb, Pd 2 per il Cd e Bl 2 per il Hg, non si rilevano superamento dei limiti previsti dalla attuale normativa;
- ♦ relativamente agli Idrocarburi Policiclici Aromatici, (IPA) la somma delle concentrazioni dei congeneri che la normativa prende in considerazione, fa sì che in alcuni impianti di depurazione, quali Bl 2, Ro 2, Ve 1 e Vr 4, siano superati i limiti prevista dalla Regione Emilia Romagna e proposti nelle Revisione della Direttiva CEE per l'utilizzazione sul suolo, mentre, considerando i limiti fissati dal Decreto Dirigenziale della Provincia di Venezia Settore Politiche Ambientali, circa la metà dei campioni analizzati sarebbero inidonei all'utilizzo Agronomico nella Provincia di Venezia;
- ♦ per quanto riguarda i PolicloroBifenili (PCB) si osserva un superamento dei limiti fissati dalla Regione Emilia Romagna e proposti nelle Revisione della Direttiva CEE per il campione prelevato presso l'impianto Vi 6, mentre, altri campioni prelevati nei depuratori della Provincia di Vicenza superano o rasentano il limite fissata dalla Provincia di Venezia; in realtà tale superamento è dovuto al fatto che la strumentazione utilizzata dal Laboratorio ARPAV di Vicenza ha un limite di rilevabilità analitico di 0.06 mg/kg ss., e quindi la sommatoria dei 7 congeneri previsti dalla normativa ha come limite strumentale 0.42 e quindi superiore al limite fissato dalla Provincia di Venezia;
- ♦ relativamente alle diossine e ai furani (PCDD e PCDF) il limite fissato dal Decreto Dirigenziale della Provincia di Venezia Settore Politiche Ambientali è superato dal 30 % dei campioni analizzati, mentre il limite fissato dalla Regione Emilia Romagna e proposto nella bozza di revisione della Direttiva CEE non è superato da nessun campione analizzato. Da rilevare l'elevato contenuto di Diossine e Furani nel campione Ve1 facente capo ad un impianto di depurazione in cui confluiscono acque reflue provenienti anche da un'area industriale.

Dalla valutazione dei dati sopra descritti, si può vedere che in quasi tutti i campioni di fanghi di depurazione analizzati, provenienti dai maggiori impianti del Veneto, le concentrazioni di metalli pesanti IPA, PCB e PCDD/F sono generalmente assai basse, spesso vicine ai limiti di rilevabilità strumentale. Solo in alcuni casi esse presentano valori tali da superare i limiti fissati dalla Provincia di Venezia e, più raramente, quelli della regione Emilia Romagna.

Gli impianti di depurazione che producono fanghi con una elevata concentrazione rispetto alla norma, dovrebbero essere oggetto di più approfonditi studi ad opera del gestore della pubblica fognatura al fine di accertarne le cause e possibilmente eliminarle.

A tale proposito se si vuole che i fanghi provenienti dalla depurazione delle acque reflue urbane diventino una risorsa utile per l'agricoltura, sarà necessario che tutta la fase di trattamento, dall'immissione delle acque reflue urbane in rete fino alla loro depurazione, sia tenuta sotto un forte controllo gestionale tale da evitare una immissione di inquinanti, anche accidentale, nella rete fognaria.

Alla luce dei risultati evidenziati dallo studio dei fanghi di depurazione prodotti nel Veneto è possibile affermare che è sempre attuale la necessità di valutare l'idoneità all'utilizzo agronomico dei fanghi di depurazione sulla base della tipologia di reflui trattati dall'impianto di depurazione che li produce e non solo della concentrazione delle sostanze potenzialmente inquinanti rilevata dall'analisi chimica dei fanghi stessi. Inoltre altrettanto importante ed attuale è la scelta operata dalla Regione Veneto di prevedere l'utilizzo di fanghi in agricoltura solo dopo che sia stata verificata la compatibilità con le caratteristiche chimico fisiche dei suoli in cui queste vengono distribuiti.

Infine il miglioramento dei suoli a seguito dell'apporto dei fanghi di depurazione deve essere verificato attraverso un monitoraggio di lungo periodo.

9) Bibliografia

- 1) *confederazione Elvetica – DATEC (Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni) - Comunicato Stampa — Berna 26 marzo 2003*
- 2) *ARPAV (dato estrapolato dai alcuni Rapporti di Prova redatti dai Servizi Laboratori a seguito analisi eseguite su campioni di fanghi di depurazione prelevati presso depuratori di acque reflue urbane della Regione Veneto)*
- 3) *McLean, J.E. e B.E. Bledsoe. Behaviour of Metals in Soils, EPA/540/S-92/018. Washington, DC: U.S.Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response, and Office of Research and Development, 1992*
- 4) <http://www.lenntech.com/italiano/metalli-pesanti.htm>
- 5) http://www.epicentro.iss.it/temi/ambiente/metalli_aria_OmsEu2008.asp
- 6) http://www.arpa.veneto.it/glossario_amb/htm/ipa.asp
- 7) *APAT Servizio Interdipartimentale per le Emergenze Ambientali, Settore Studi e Valutazione - Pubblicazione - Diossine Furani e PCB - 2006*
- 8) *ARPAV - Area Tecnico Scientifica – Programma Regionale di Monitoraggio dei fanghi di depurazione Relazione finale Dicembre 2003*
- 9) *Federal Register vol. 68 – No 206 / Friday, October 24 2003 / Notices – Part III Environmental Protection Agency -Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge: Decision Not To Regulate Dioxins in Land-Applied Sewage Sludge*
- 10) *Valeria Marchesi ARPA Lombardia “Aspetti Generali sugli impianti di depurazione e sul riuso idrico” APAT rapporti 80/2008 -Tavolo tecnico APAT/ARPA/APPA “Gestione sostenibile delle risorse idriche” - Relazioni prodotte nell'ambito dei lavori del Tavolo Tecnico- “Riutilizzo delle acque e dei fanghi prodotti da impianti di depurazione di reflui urbani: Quadro conoscitivo generale ed aspetti specifici –” Giugno 2007- pg. 42-43*
- 11) *Dichiarazioni M.U.D. anno 2003, 2004, 2005 previste dal D.Lgs 22/97 art.11 comma 3,*
- 12) *Pierluigi Genevini “I fanghi di depurazione in agricoltura: quale opportunità” 2° Convegno sulla nutrizione del riso e la fertilità della risaia – L'Utilizzo dei fanghi di depurazione in risicoltura 16 .02.2006 – Centro ricerche sul riso – Castello d'Agogna (PV),*

- 13) *D.Lgs. 217 del 29 Aprile 2006 – “Revisione della disciplina in materia di fertilizzanti “.*
- 14) *Direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura*
- 15) *D.Lgs n. 99 del 27 Gennaio 1992 “Attuazione della Direttiva 86/278/CEE, concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura”.*
- 16) *D.Lgs 152 del 03 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale”*
- 17) *DGRV n 3247 del 06 Giugno 1995 “ Norme tecniche in materia di utilizzo in agricoltura di fanghi di depurazione e di altri fanghi e residui non tossico e nocivi di cui sia comprovata l'utilità ai fini agronomici (norma abrogata da DGRV 2241/05)”*
- 18) *Delibera Giunta Regione Emilia Romagna n. 2773 del 30/12/04*
- 19) *DGRV 2241 del 09 Agosto 2005 “D. Lgs. 99/1992; L. R. 3/2000; DGRV n. 338 del 11.02.2005 così come modificata ed integrata dalle DGRV n. 907 del 18.03.2005 e DGRV n. 1269 del 07.06.2005. Direttiva B - "Norme tecniche in materia di utilizzo in agricoltura di fanghi di depurazione e di altri fanghi e residui non tossico e nocivi di cui sia comprovata l'utilità ai fini agronomici ". Aggiornamento*
- 20) *DGRV 2090 dell'11.07.2003*

10) Ringraziamenti

Desidero ringraziare in primo luogo mia moglie Monica che sostituendosi a me in lavori famigliari mi ha permesso di frequentare questo corso di studi con una certa tranquillità.

Vorrei ringraziare inoltre la mia relatrice Prof.ssa Valeria Marin per avermi dato la possibilità di presentare questo lavoro di tesi.

Ringrazio il mio correlatore Dr. Paolo Giandon (ARPAV) per il supporto tecnico da lui fornitomi per la stesura di questo lavoro e i colleghi Dr. Antonio Pegoraro e Antonio Montagner (ARPAV) per avermi fornito materiale utile ad estrarre i dati utilizzati per la questo lavoro.

Un particolare ringraziamento a tutti i Colleghi di lavoro che in questi due anni mi hanno permesso sostituendomi in alcuni turni di Pronta Disponibilità o in alcuni lavori a frequentare il Corso Universitario.

Ringrazio inoltre il Prof. Bruno Saia e il Dr. Lorenzo Mongarli rispettivamente Presidente, e Coordinatore del Corso di Laurea grazie ai quali è stato possibile la realizzazione di questo percorso straordinario che mi ha consentito di crescere competenze tecnico professionali nel mio lavoro di Tecnico della Prevenzione.

Mi scuso sin d'ora con tutte quelle persone che ho dimenticato di ringraziare, ma che mi sono state vicine, confidando in una loro comunque benevole indulgenza.