



REGIONE DEL VENETO  
A.R.P.A.V.



AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO

---

## **AREA TECNICO SCIENTIFICA**

# **Programma regionale di monitoraggio dei fanghi di depurazione**

## **Relazione finale**

**Dicembre 2003**

## Fonti normative

L'utilizzo dei fanghi derivanti da trattamenti di depurazione delle acque reflue domestiche, urbane o industriali nei terreni agricoli è disciplinato dal D. Lgs. n. 99 del 27 gennaio 1992 di recepimento della Direttiva 86/278/CEE.

L'art. 3 del D. Lgs. n. 99/92 ammette l'utilizzazione in agricoltura dei fanghi solo se concorrono le seguenti tre condizioni:

- *sono stati sottoposti a trattamento;*
- *sono idonei a produrre un effetto concimante e/o ammendante e correttivo del terreno;*
- *non contengono sostanze tossiche e 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 (per alcuni metalli pesanti, cadmio, nickel, piombo, rame, zinco e mercurio, sono stati definiti specifici limiti).*

Tali condizioni costituiscono il principio fondamentale su cui basare la valutazione dell'idoneità sul piano agronomico, della tutela ambientale e sanitaria di una determinata combinazione fanghi suolo. La Regione, con la DGR n. 3247 del 6 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*", ha integrato la norma nazionale identificando ulteriori criteri di valutazione e limiti anche per altri metalli (arsenico e 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.

Dal 1999 l'Unione Europea ha avviato un processo di revisione della Direttiva 278/86, ancora in corso anche se in fase di conclusione; il documento provvisorio, consultabile sul sito della Commissione Europea, prevede la definizione dei processi di stabilizzazione dei fanghi, una revisione dei limiti previsti per i metalli pesanti e l'introduzione di limiti per alcuni inquinanti organici (Allegato 2).

Il D. Lgs. 152/99 all'art. 36 consente l'attività di trattamento dei rifiuti presso gli impianti di depurazione delle acque reflue urbane, ... "*purchè non sia compromesso il riutilizzo delle acque reflue e dei fanghi*".

## **I controlli analitici previsti dalla normativa**

La normativa relativa alla depurazione delle acque di scarico non prevede l'obbligo di verificare le caratteristiche dei fanghi di depurazione.

Tutte le province hanno previsto che i Dipartimenti Provinciali ARPAV eseguano il controllo delle acque di scarico del depuratore senza però richiedere il campionamento e l'analisi dei fanghi di depurazione, che, in quanto rifiuti identificati dai codici CER 190804 o 190805, sono soggetti agli adempimenti della normativa specifica (D.Lgs. n. 22/97).

Qualora siano destinati al recupero mediante utilizzo su suolo agricolo (previsto come operazione R10 nell'Allegato C del D. Lgs. 22/97) 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.); lo stesso obbligo è stato esteso dalla DGRV 766/00 al caso dei fanghi conferiti ad impianti di compostaggio.

## **Il programma regionale di monitoraggio dei fanghi**

Nel mese di giugno 2003 ARPAV ha presentato alla Regione Veneto una proposta di monitoraggio dei fanghi di depurazione prodotti nel Veneto, in particolare per quelli destinati all'utilizzo in agricoltura, dando la priorità ad una campagna di indagine che prevede un'analisi presso tutti i depuratori di acque reflue civili o miste civili e industriali con potenzialità elevata (25.000 ab. eq.).

In Veneto attualmente sono 51 gli impianti di depurazione con tale capacità di trattamento. A questi sono stati aggiunti altri due depuratori, Porto Viro e Badia Polesine, con potenzialità vicina a quella individuata o che trattano oltre a reflui civili anche reflui extra-fognari.

L'elenco suddiviso per provincia è riportato nella tabella 1.

Il monitoraggio dei fanghi di depurazione proposto è strutturato su tre livelli fra loro integrati:

- 1) primo livello: prelievo ed analisi di un campione di fango presso tutti gli impianti di depurazione con potenzialità di trattamento superiore a 25.000 abitanti equivalenti; sui campioni prelevati è prevista l'analisi dei parametri previsti dalla tabella B1/1 della DGRV 3247/95 (allegato 1); come prima campagna analitica l'indagine è estesa anche ai parametri IPA, PCB e diossine, inquinanti considerati prioritari, previsti dalla proposta di revisione della Direttiva 278/86 (allegato 2). Potrebbero essere previsti anche alcuni prelievi a campione di fosse settiche, sicuramente civili, con le medesime analisi;
- 2) secondo livello: prelievo ed analisi di fanghi utilizzati in agricoltura, diversi da quelli già analizzati al livello 1, e può riguardare sia altri depuratori civili del Veneto di dimensioni inferiori ai 25.000 a.e., sia fanghi di depuratori civili provenienti da altre regioni, in particolare nel caso di impianti che eseguono il trattamento-miscelazione di fanghi (es. quelli in provincia di Rovigo), sia infine fanghi da depuratori di aziende agroalimentari; per questo livello il programma dovrebbe essere concordato per tempo, in modo da coprire nel tempo la maggior parte delle autorizzazioni esistenti; anche in questo caso è prevista l'analisi dei parametri di cui

alla tabella B1/1 della DGRV 3247/95, oltre ai microinquinanti organici nel primo anno con le stesse modalità del livello 1;

<b>Provincia</b>	<b>N. depuratori &gt;25.000 a.e</b>	<b>Località</b>
Belluno	2	Feltre, Belluno
Padova	8	Padova, Codevigo, Cittadella, Vigonza, Conselve, Monselice, Abano, Cadoneghe
Rovigo	4	Rovigo Porta Po, Rovigo S. Apollinare, Castelmasa, 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 T., Campalto, Caorle, Cavallino, Lido, S. Donà, Eraclea, Quarto d'Altino
Verona	8	Peschiera (2), Verona, S. Giovanni L., Legnago, Sommacampagna, Povegliano, S. Bonifacio, Cologne
Vicenza	11	Arzignano, Montebello, Trissino, Thiene, Vicenza Casale, Montecchio M., Bassano, Schio, Vicenza S. Agostino, Lonigo, Isola V.

*Tabella 1 – Depuratori presso i quali sono stati prelevati i campioni di fango*

3) terzo livello: prelievo ed analisi di fanghi in entrata ad impianti di compostaggio e di compost ottenuti da fanghi di depurazione; sui campioni prelevati è prevista l'analisi dei parametri di cui alla tabella B della DGRV 766/00 (allegato 3) con esclusione dei parametri microbiologici; in questo caso il campionamento e l'analisi è a cura dell'Osservatorio Rifiuti ad eccezione dei microinquinanti organici, da eseguire secondo le modalità già previste per i livelli precedenti.

Erano proposti inoltre degli approfondimenti sulla possibilità di utilizzo di test eco-tossicologici per la valutazione della tossicità del fango che possano, in modo diretto, consentire l'individuazione di composti pericolosi senza la necessità di costose analisi chimiche.

La Giunta Regionale con deliberazione 11.07.2003, n. 2090 ha finanziato il monitoraggio dei fanghi incaricando l'ARPAV di eseguire il primo livello della campagna sugli impianti pubblici di depurazione dei reflui civili ed assimilabili con potenzialità superiore a 25.000 abitanti equivalenti.

### **Modalità di esecuzione del monitoraggio**

I prelievi e sopralluoghi sono stati eseguiti dai Servizi Territoriali dei Dipartimenti Provinciali (DAP) dell'ARPAV sulla base di un programma concordato e coordinato dall'Osservatorio Regionale Suolo e Rifiuti.

L'attività è consistita in un prelievo di fango presso gli impianti di depurazione preventivamente individuati, con redazione del relativo verbale e consegna presso i laboratori; eventuali azioni aggiuntive relative a verifiche amministrative sono state rimandate ad una fase successiva se ritenute importanti in funzione dei risultati delle analisi e per una completa conoscenza della situazione.

Allo scopo di garantire la massima confrontabilità dei risultati sono state definite prima dell'avvio delle attività le modalità operative per l'esecuzione dei prelievi e la gestione dei campioni; si è costituito per questo un gruppo di lavoro, coordinato dall'Osservatorio Regionale Suolo e Rifiuti, composto dai referenti di ciascun DAP per definire la procedura per il prelievo e la gestione dei campioni (riportata in allegato), i parametri da analizzare per ciascun prelievo, e per seguire la realizzazione del programma.

#### Calendario dei prelievi

Il prelievo dei campioni è stato eseguito secondo il calendario riportato nella tabella seguente, tenendo conto della necessità di limitare il numero di campioni consegnati ad un massimo di 7 per settimana e concentrando le consegne nella stessa giornata. I prelievi sono stati eseguiti presso i 53 depuratori elencati in tabella 1; presso il depuratore di Peschiera del Garda sono stati prelevati due campioni, per un totale complessivo di 54 campioni.

<b>Settimana</b>	<b>BL</b>	<b>PD</b>	<b>RO</b>	<b>TV</b>	<b>VE</b>	<b>VR</b>	<b>VI</b>	<b>TOT</b>
14-18 luglio	1	1	2				3	<b>7</b>
21-25 luglio	1			4			2	<b>7</b>
28 luglio-1 agosto			2	1	1	2		<b>6</b>
4-8 agosto				2	2	3		<b>7</b>
18-22 agosto		2			2		2	<b>6</b>
25-29 agosto		2			3		1	<b>6</b>
1-5 settembre		3			2		2	<b>7</b>
8-12 settembre			2		1	4		<b>6</b>
15-19 settembre							1	<b>1</b>
<b>TOTALE</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>54</b>

*Tabella 2 – Tempistica dell'esecuzione dei prelievi dei fanghi nelle varie province.*

I campioni per le analisi delle diossine sono stati consegnati al laboratorio Co.Inca nel venerdì della settimana prestabilita.

I campioni solidi sono stati congelati nei pochi casi in cui l'apertura era prevista dopo più di 7 giorni, altrimenti sono stati conservati a 4°C.

I campioni liquidi sono stati conservati solo a 4°C e quindi sono sempre stati avviati all'analisi entro la settimana del prelievo.

Il trasporto, anche per campioni congelati, è stato fatto a 4°C, temperatura a cui sono stati poi mantenuti fino al momento dell'apertura.

L'aliquota A (vedi procedura di campionamento) è stata suddivisa nelle seguenti tre frazioni:

- A/1 – frazione dell'aliquota A per il laboratorio DAP, contenitore in PET;

- A/2 – frazione dell’aliquota A per il laboratorio DAP che esegue l’analisi di IPA e PCB, contenitore in vetro (tipo Bormioli);
- A/3 – frazione dell’aliquota A per il laboratorio INCA, contenitore in vetro (tipo Bormioli).

Le aliquote A/2 predisposte dai DAP di Belluno, Rovigo, Treviso e Venezia sono state consegnate i campioni al Servizio Laboratorio del DAP di Venezia che ha provveduto all’analisi di IPA e PCB per tutti i 25 campioni dei 4 DAP. I DAP di Padova, Verona e Vicenza hanno consegnato invece al proprio Servizio Laboratorio.

L’apertura dei campioni c/o il laboratorio Co.Inca è stata eseguita alle ore 10,00 del martedì successivo al venerdì in cui è stato consegnato del campione, mentre per l’aliquota analizzata presso i laboratori ARPAV l’apertura è stata gestita da ciascun DAP

## **RISULTATI**

Il dettaglio dei risultati ottenuti per ciascun parametro e campione è riportato nelle tabelle in appendice; di seguito si riportano alcune statistiche riassuntive accompagnate da brevi considerazioni tecniche con riguardo al rispetto dei limiti normativi di riferimento descritti nei paragrafi precedenti.

Per comodità di rappresentazione i parametri sono stati considerati in quattro gruppi principali: diossine, IPA e PCB, metalli pesanti, altri parametri.

### **Diossine**

#### *Riferimenti bibliografici*

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; l’Agenzia Americana per la Protezione Ambientale indica in 300 ng TE/kg il limite massimo accettabile di diossine in fanghi di depurazione destinati all’utilizzo in agricoltura.

L’EPA, agenzia americana per la protezione ambientale, ha condotto due campagne di monitoraggio sui fanghi di depurazione, la prima nel 1988 ha interessato 174 depuratori mentre la seconda nel 2001 ha coinvolto 94 depuratori; i risultati sono riportati nella tabella 3.

L’Associazione delle Agenzie Metropolitane per la depurazione delle acque degli USA (AMSA) ha condotto due indagini sulla concentrazione di diossine nei fanghi di depurazione la prima nel 1995 su 74 campioni e la seconda nell’ottobre 2000 su 201 campioni di fango provenienti da 171 impianti di depurazione; i risultati sono riportati nella tabella 3.

	<b>EPA 1988</b>	<b>EPA 2001</b>	<b>AMSA 1995</b>	<b>AMSA 2000</b>
N. depuratori	174	94	74	171
Media	46,5	21,7	60,5	41,1
Deviazione standard	153,0	47,5	--	--
Mediana	5,68	15,5	37,0	13,3

*Tabella 3 – Risultati di indagini condotte negli Stati Uniti sul contenuto di diossine (in ng TE/kg) nei fanghi di depurazione.*

#### *Risultati del monitoraggio nel Veneto*

I risultati del monitoraggio regionale sono riassunti nella tabella 4; il valore medio è pari a 11,28 ng TE/kg ma risente del valore massimo (80,61), notevolmente più elevato di tutti gli altri, ed infatti la mediana è pari a 8,07. La deviazione standard è relativamente elevata proprio per la presenza di alcuni campioni con concentrazioni superiori a 40 ng TE/kg.

<b>STATISTICHE</b>	<b>PCDD-PCDF TOTALI (ng TE/kg)</b>
Media	11,28
Mediana	8,07
Deviazione Standard	12,37
Minimo	0,40
Massimo	80,61

<b>Classi di concentrazione (ng TE/kg)</b>	<b>Numero campioni</b>	<b>%</b>
<5	8	14,8
5-10	30	55,5
10-25	13	24,0
25-50	2	3,8
50-100	1	1,9
>100	0	0

*Tabella 4 – Principali statistiche relative ai risultati dell'analisi delle diossine sui 54 campioni analizzati e suddivisione in classi sulla base della proposta di revisione normativa europea.*

Nella stessa tabella è riportata una suddivisione in classi di concentrazione proposta sulla base del valore di 100 contenuto nella bozza di revisione della direttiva europea fanghi; dei 54 campioni analizzati nessuno presenta concentrazioni superiori a 100 mentre è stato riscontrato un solo valore (Fusina) superiore ai 50 ng TE/kg, due valori (Schio e Thiene) compresi fra 25 e 50, 13 (1 BL, 2 RO, 1 TV, 2 VE, 6 VI e 1 VR) fra 10 e 25, 30 fra 5 e 10 e 8 con meno di 5. La maggioranza dei campioni (55,6%) presenta valori di diossine compresi fra 5 e 10 ng TE/kg, dieci volte inferiori al valore di 100 proposto nella revisione della Direttiva Europea.

Nella figura 1 vengono riportati i valori riscontrati nel fango di ciascun depuratore indagato in forma di grafico per una più immediata lettura dei rapporti relativi fra le concentrazioni rilevate.

Nella figura 2 viene riportato in grafico il rapporto tra octaclorodibenzofurani (OCDF) e octaclorodibenzodiossine (OCDD); valori superiori a 2 sono indicativi di una prevalenza dei reflui

di origine industriale rispetto a quelli di origine civile. Dei quattro fanghi che superano tale valore tre sono quelli che hanno anche la più elevata concentrazione di diossine totali mentre quello proveniente dal depuratore di Lonigo è l'unico che presenta una situazione anomala. (bassa concentrazione di diossine con elevato rapporto OCDF/OCDD).

### **Policlorobifenili (PCB) e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

I risultati del monitoraggio sono riassunti nella tabella 5 per i PCB e nella tabella 6 per gli IPA; per entrambe le classi di composti sono state riportate le statistiche elaborate sia sui soli composti indicati dalla bozza di revisione della direttiva fanghi europea sia sul totale dei composti analizzati che, in alcuni casi, erano più di quelli indicati dalla citata proposta di norma.

Per i PCB il valore medio è pari a 0,2 mg/kg e risente del valore massimo riscontrato pari a 1,2; la mediana infatti è pari a 0,1.

Nella stessa tabella è riportata una suddivisione in classi di concentrazione proposta sulla base del valore di 0,8 mg/kg contenuto nella bozza di revisione della direttiva europea fanghi; come fatto anche per gli altri elementi analizzati la classificazione è stata fatta considerando come limite superiore il limite di legge aumentato del 50%, quindi, per le classi via via inferiori, il limite di legge, lo stesso limite ridotto del 50% e dell'80%.

Dei 54 campioni analizzati solamente uno (depuratore di Montecchio Maggiore) presenta concentrazioni superiori a 0,8, 11 sono compresi tra 0,4 e 0,8, 10 tra 0,16 e 0,4 e la maggioranza dei campioni (59,2%) presenta valori inferiori a 0,16 mg/kg.

Per gli IPA il valore medio è pari a 1,8 mg/kg con un massimo di 9,3 ed una mediana è pari a 1,3.

Nella stessa tabella è riportata una suddivisione in classi di concentrazione proposta sulla base del valore di 6 mg/kg contenuto nella bozza di revisione della direttiva europea fanghi;

Dei 54 campioni analizzati solamente due (depuratori di Fusina e di Legnago) presentano concentrazioni superiori a 6, 4 sono compresi tra 3,1 e 6, 21 tra 1,2 e 3 e la maggioranza dei campioni (50%) presenta valori inferiori a 0,16 mg/kg.

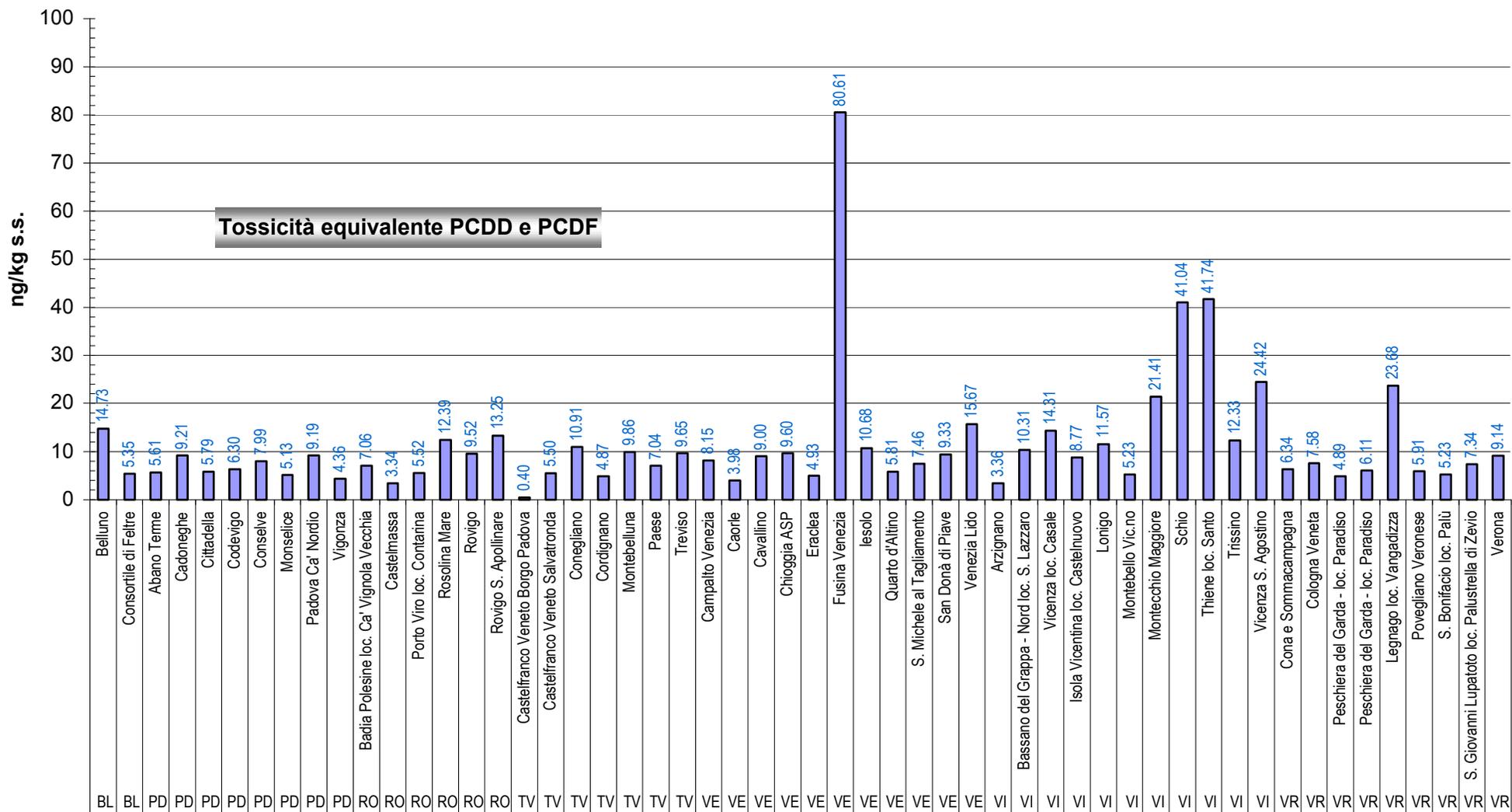


Figura 1 – Risultati dell'analisi delle diossine per i 54 campioni analizzati espressi come ng TE/kg s.s.

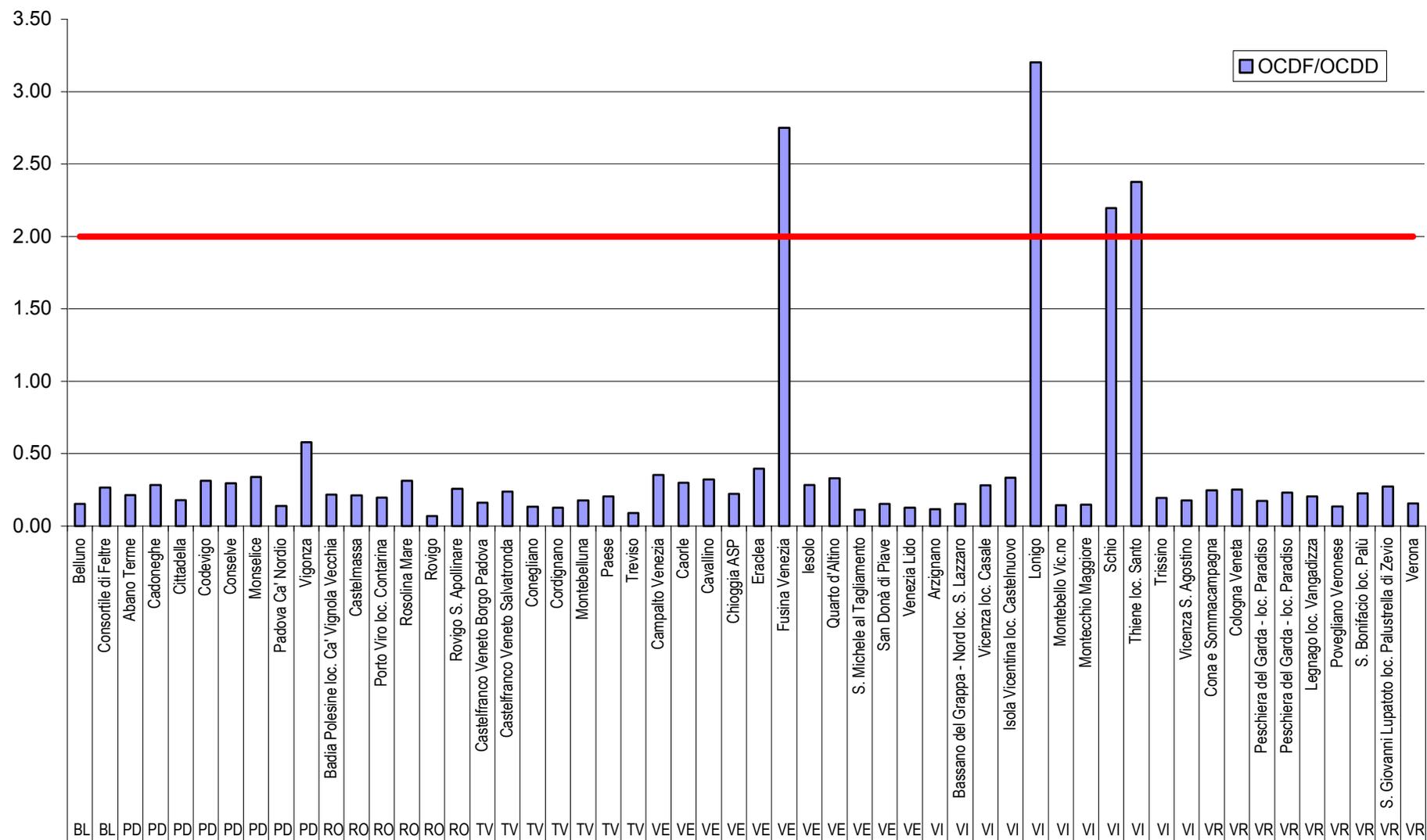


Figura 1 – Valore del rapporto OCDF/OCDD per i 54 campioni analizzati.

<b>STATISTICHE</b>	<b>PCB (mg/kg) DIRETTIVA UE</b>	<b>PCB (mg/kg) TOTALI</b>
Media	0,2	0,4
Mediana	0,1	0,1
Deviazione Standard	0,2	0,5
Minimo	0,077	0,091
Massimo	1,2	1,4

<b>Classi di concentrazione (mg/kg)</b>	<b>Numero campioni</b>	<b>%</b>
<0,16	32	59,2
0,16-0,40	10	18,5
0,41-0,80	11	20,4
0,81-1,2	1	1,9
>1,2	0	0

*Tabella 5 – Principali statistiche relative ai risultati dell'analisi dei PCB sui 54 campioni analizzati e suddivisione in classi sulla base della proposta di revisione normativa europea.*

<b>STATISTICHE</b>	<b>IPA (mg/kg) DIRETTIVA UE</b>	<b>IPA (mg/kg) TOTALI</b>
Media	1,8	2,8
Mediana	1,3	2,0
Deviazione Standard	1,7	2,8
Minimo	0,25	0,50
Massimo	9,3	18,2

<b>Classi di concentrazione (mg/kg)</b>	<b>Numero campioni</b>	<b>%</b>
<1,2	27	50
1,2-3,0	21	38,8
3,1-6,0	4	7,4
6,1-9,0	1	1,9
>9,0	1	1,9

*Tabella 6 – Principali statistiche relative ai risultati dell'analisi degli IPA sui 54 campioni analizzati e suddivisione in classi sulla base della proposta di revisione normativa europea.*

## **Metalli pesanti**

I risultati relativi ai metalli pesanti sono riassunti nella tabella 7; il valore medio risulta particolarmente elevato per arsenico (10,96 mg/kg) e cromo (1771 mg/kg) se confrontati con i limiti di legge (rispettivamente 10 e 750 mg/kg). Nel caso dell'arsenico risente del valore già mediamente elevato dei terreni del Veneto che, in forma di sedimenti e particelle in sospensione, rappresentano una parte cospicua dei fanghi; il valore della mediana è di circa il 20% più basso (7,8) ad indicare la

presenza di alcuni valori particolarmente elevati (massimo pari a 55). Per il cromo la media risente di alcuni valori molto elevati (massimo pari a 40000 mg/kg) riscontrati in sei depuratori della provincia di Vicenza; la mediana infatti è pari a 61 mg/kg, più di dieci volte inferiore al limite di legge. Anche per gli altri metalli il valore mediano è sempre di un 5-30% inferiore a quello medio e risulta comunque abbondantemente al di sotto del limite previsto per l'utilizzo di fanghi in agricoltura.

Nella stessa tabella è riportata una suddivisione in classi di concentrazione strutturata considerando come limite superiore il limite di legge aumentato del 50%, quindi, per le classi via via inferiori, il limite di legge, lo stesso limite ridotto del 50% e dell'80%.

Parametro	media	mediana	deviazione standard	minimo	massimo
<b>Arsenico (As)</b>	10,96	7,8	10,39	1,5	55
<b>Cadmio (Cd)</b>	2,48	1,7	2,06	0,4	11
<b>Cromo (Cr)</b>	1771	61	7181	10	40000
<b>Mercurio (Hg)</b>	2,50	1,8	2,15	0,1	9
<b>Nichel (Ni)</b>	81,62	40,5	127,0	11	674
<b>Piombo (Pb)</b>	105,2	81,5	79,46	15	460
<b>Rame (Cu)</b>	376,2	352,5	202,5	55	1100
<b>Selenio (Se)</b>	3,48	3,0	3,20	0,2	20
<b>Zinco (Zn)</b>	1359	1086	1071	260	7095

<b>Arsenico (As)</b>	classe	<2	2-5	5-10	10-15	>15
<i>L.L.: &lt; 10 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>11</b>
<b>Cadmio (Cd)</b>	classe	<4	4-10	10-20	20-30	>30
<i>L.L.: &lt; 20 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>42</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cromo (Cr)</b>	classe	<150	150-375	375-750	750-1125	>1125
<i>L.L.: &lt; 750 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>41</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>Mercurio (Hg)</b>	classe	<2	2-5	5-10	10-15	>15
<i>L.L.: &lt; 10 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>31</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Nichel (Ni)</b>	classe	<60	60-150	150-300	300-450	>450
<i>L.L.: &lt; 300 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>37</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
<b>Piombo (Pb)</b>	classe	<150	150-375	375-750	750-1125	>1125
<i>L.L.: &lt; 750 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>42</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Rame (Cu)</b>	classe	<200	200-500	500-1000	1000-1500	>1500
<i>L.L.: &lt; 1000 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>6</b>	<b>41</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Selenio (Se)</b>	classe	<1	1-2,5	2,5-5	5-7,5	>7,5
<i>L.L.: &lt; 5 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>Zinco (Zn)</b>	classe	<500	500-1250	1250-2500	2500-3750	>3750
<i>L.L.: &lt; 2500 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>3</b>	<b>31</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

Tabella 7 – Principali statistiche relative ai risultati dell'analisi dei metalli pesanti sui 54 campioni analizzati e suddivisione in classi sulla base dei limiti normativi (DGRV 3247/95).

Dai risultati di tale suddivisione si evidenzia come per cadmio, mercurio e piombo tutti i campioni analizzati sono conformi ai limiti stabiliti dalla norma per l'utilizzo in agricoltura non essendovi nessun caso ricadente nelle due classi superiori; per selenio, rame e zinco solo due casi (entrambe in provincia di Verona per il primo, entrambe in provincia di Vicenza per il secondo e uno in provincia di Vicenza e uno di Verona per il terzo) sono oltre il limite di legge e riguardano campioni che presentano anche altri metalli oltre il limite. Come già sopra accennato sono arsenico e cromo i metalli che più spesso presentano valori oltre il limite di legge, rispettivamente 17 e 7 casi; mentre per il cromo il fenomeno è limitato alla provincia di Vicenza e un caso in provincia di Verona, per l'arsenico è diffuso su tutto il territorio veneto con l'esclusione dei depuratori delle province di Belluno, Treviso e Verona.

### **Altri parametri**

I risultati relativi ad altri parametri previsti dalla DGRV 3247/95 sono riassunti nella tabella 8; il residuo secco presenta valori intorno al 20%, con un minimo di 11,2 ed un massimo di 67,4; il pH presenta valori tra 6,5 e 8,5 con un media di 7,5 e solo alcuni casi anomali.

La salinità presenta una media pari a 35,72 meq/100g, con un solo valore anomalo di 602, riscontrato nel fango del depuratore di Codevigo, ed una mediana di 20,5.

Il carbonio organico e l'azoto presentano valori medi elevati rispetto al limite minimo di legge (35,9% rispetto a 20% per il carbonio e 4,5% rispetto a 1,5% per l'azoto), con un rapporto C/N generalmente tra 7 e 10.

Anche il fosforo presenta un valore medio elevato (1,76%) rispetto al limite (0,4%), mentre il potassio presenta concentrazioni intorno a 0,4%.

Per il boro la concentrazione media rilevata è di 74,9 mg/kg s.s., del 25% superiore al limite massimo di 60; è necessario sottolineare la scarsa importanza di questo parametro che viene considerato dalla norma perché potenzialmente fitotossico ma del quale i terreni del Veneto sono generalmente carenti e quindi potrebbe essere tollerato a valori ben più elevati.

La suddivisione in classi è stata effettuata in modo analogo a quanto già visto per i metalli, anche quando il limite previsto dalla normativa è minimo anziché massimo.

Riguardo alla sostanza secca 50 campioni su 54 hanno valori compresi tra 10 e 30; per il pH nessun campione è fuori limite e 49 campioni su 54 sono compresi tra 6,5 e 8,5.

Per la salinità un solo campione è abbondantemente fuori limite, tutti gli altri sono inferiori alla metà del limite di legge; per carbonio, azoto e fosforo un solo campione per ciascun parametro non rispetta i limiti, mentre una larga maggioranza presenta valori elevati (79,6% per il carbonio, 90,7% per l'azoto e 96,3% per il fosforo i campioni con concentrazione superiore al limite di legge aumentato del 50%) indice di ottima qualità agronomica dei fanghi.

Per il boro 25 campioni su 54 presentano concentrazioni superiori al limite di legge

Parametro	u.m.	media	mediana	deviazione standard	minimo	massimo
<b>Residuo secco a 105 °C</b>	%	21,24	19,6	8,546	11,2	67,4
<b>pH</b>		7,47	7,43	0,781	6,1	11,2
<b>Salinità</b>	meq/100g s.s.	35,72	20,5	81,55	2,9	602
<b>Carbonio organico</b>	% s.s.	35,88	36	7,319	19,8	55,3
<b>Azoto totale (N)</b>	% s.s.	4,48	4,45	1,406	1,3	7,7
<b>Rapporto C/N</b>		9,02	7,95	5,165	4,9	37,0
<b>Fosforo totale (P)</b>	% s.s.	1,76	1,82	0,604	0,14	2,7
<b>Potassio (K)</b>	% s.s.	0,39	0,35	0,276	0,1	2
<b>Boro (B)</b>	mg/kg s.s.	74,89	59,7	50,64	25,8	290

Sostanza secca	classe	<10	10-20	20-30	30-40	>40
%	numero	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>pH</b>	classe	<5,5	5,5-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	>8,5
<i>L.L. &gt; 5,5</i>	numero	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>2</b>
<b>Salinità</b>	classe	<40	40-100	100-200	200-300	>300
<i>L.L.: &lt; 200 meq/100 g s.s.</i>	numero	<b>41</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Carbonio organico</b>	classe	<4	4-10	10-20	20-30	>30
<i>L.L. &lt; 20 % s.s.</i>	numero	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>43</b>
<b>Azoto totale (N)</b>	classe	<0,3	0,3-0,75	0,75-1,5	1,5-2,25	>2,25
<i>L.L.: &gt; 1,5 % s.s.</i>	numero	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>49</b>
<b>Rapporto C/N</b>	classe	<5	5-12,5	12,5-25	25-37,5	>37,5
<i>L.L. &lt; 25</i>	numero	<b>2</b>	<b>49</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Fosforo totale (P)</b>	classe	<0,08	0,08-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	>0,6
<i>L.L.: &gt; 0,4 % s.s.</i>	numero	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>52</b>
<b>Potassio totale (K)</b>	classe	<0,08	0,08-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	>0,6
% s.s.	numero	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>4</b>
<b>Boro (B)</b>	classe	<12	12-30	30-60	60-90	>90
<i>L.L.: &lt; 60 mg/kg s.s.</i>	numero	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

Tabella 8 – Principali statistiche relative ai risultati dell'analisi degli altri parametri previsti dalla normativa regionale sui 54 campioni analizzati e suddivisione in classi sulla base dei limiti di legge (DGRV 3247/95).

## Conclusioni

Il monitoraggio ha fornito i primi dati sul contenuto in diossine, IPA e PCB dei fanghi prodotti dai maggiori depuratori del Veneto; le concentrazioni riscontrate sembrano essere relativamente basse e compatibili, con alcune eccezioni, con l'utilizzo in agricoltura.

L'analisi dei parametri previsti dalla normativa ha messo in evidenza la presenza di alcuni fanghi che non hanno i requisiti per l'utilizzo in agricoltura a causa dell'elevato contenuto in metalli; è stata altresì evidenziata la diffusione di concentrazioni elevate di arsenico e di boro, che nel primo

caso sono da considerarsi accettabili in quanto legate ad un parimenti elevato livello di fondo dell'elemento nei suoli del Veneto che si traduce in un elevato livello medio di arsenico nei fanghi civili, e nel secondo caso non comportano alcun particolare problema ai suoli che risultano spesso carenti di boro.

Infine è stata evidenziata anche una elevata qualità agronomica dei fanghi per la presenza di elevate concentrazioni di sostanza organica, azoto e fosforo che possono contribuire a migliorare le caratteristiche dei suoli.

## ALLEGATO 1

DIRETTIVA B (DGRV 3247/95)

TABELLA B1/1

### PARAMETRI E VALORI LIMITE NEI FANGHI

<b>Elemento</b>	<b>Valore limite</b>			
pH	maggiore di		5,5	
Sostanza Secca	-----			
Arsenico	minore di		10 mg/kg secco	
Cadmio	“	“	20	“ “
Cromo totale	“	“	750	“ “
Mercurio	“	“	10	“ “
Nichel	“	“	300	“ “
Piombo	“	“	750	“ “
Rame	“	“	1000	“ “
Zinco	“	“	2500	“ “
Boro	“	“	60	“ “
Selenio	“	“	5	“ “
Salinità	“	“	200 meq/100 g	
Rapporto C/N	“	“	25	
Carbonio organico	maggiore di		20% sul secco	
P tot	“	“	0,4% sul secco	
N tot	“	“	1,5% sul secco	
K tot	-----			
Salmonella	“	“	1000	MPN/g SS
Grado di umificazione	-----			
Indice di germinazione	maggiore di		60%	

Per le determinazioni analitiche dei fanghi si seguono le metodiche del C.N.R.-I.R.S.A., per la determinazione della salinità il metodo è riportato in appendice alla Direttiva B.

## ALLEGATO 2

### PROPOSTA DI REVISIONE DELLA DIRETTIVA 86/278/CEE

#### Allegato IV: valori limite per composti organici e diossine presenti nei fanghi destinati all'utilizzo sui suoli

Composti organici	Valori limite (mg/kg ss)
AOX <sup>1</sup>	500
LAS <sup>2</sup>	2 600
DEHP <sup>3</sup>	100
NPE <sup>4</sup>	50
PAH <sup>5</sup>	6
PCB <sup>6</sup>	0,8

Diossine	Valori limite (ng TE/kg ss)
PCDD/F <sup>7</sup>	100

<sup>1</sup> Somma dei composti organici alogenati

<sup>2</sup> lineari alchilbenzen-solfonati

<sup>3</sup> Di(2-etilexil)ftalato

<sup>4</sup> Comprende le sostanze nonilfenoliche e nonilfenoli etossilati con 1 o 2 gruppi etossilici.

<sup>5</sup> Somma dei seguenti idrocarburi policiclici aromatici: acenaftene, fenantrene, fluorene, flourantrene, pirene, benzo(b+j+k)fluorantrene, benzo(a)pirene, benzo(ghi)perilene, indeno(1, 2, 3-c, d)pirene.

<sup>6</sup> Somma dei composti bifenili policlorurati numeri 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

<sup>7</sup> Dibenzodiossine policlorurate/ dibenzofurani.

### ALLEGATO 3

DIRETTIVA REGIONALE COMPOSTAGGIO (DGRV 766/00)  
TABELLA B

**Limiti di accettabilità per l'Ammendante Compostato di Qualità conforme all'allegato 1 C della L. 748/84, così come modificata dal D.M. del 27/03/98.**

<b>ELEMENTO</b>	<b>UNITÀ DI MISURA</b>	<b>Ammendante compostato misto</b>
<b>pH</b>		6,0-8,5
<b>Umidità</b>	%	<50
<b>Carbonio Organico</b>	% s.s.	>25
<b>Azoto Organico</b>	% s.t.	>80
<b>Cadmio</b>	mg/kg s.s.	<1.5
<b>Rame</b>	mg/kg s.s.	<150
<b>Mercurio</b>	mg/kg s.s.	<1.5
<b>Nichel</b>	mg/kg s.s.	<50
<b>Piombo</b>	mg/kg s.s.	<140
<b>Zinco</b>	mg/kg s.s.	<500
<b>Cromo VI</b>	mg/kg s.s.	<0,5
<b>Rapporto C/N</b>		<25
<b>Inerti (&gt;10 mm)</b>	% s.s.	assenti
<b>Acidi umici e fulvici</b>	% s.s.	>7
<b>Salmonelle</b>	n°/ 25g	assenti
<b>Enterobacteriacee totali</b>	UFC/g	<100
<b>Streptococchi fecali</b>	MPN/g	<1000
<b>Nematodi</b>	n° /50 g	assenti
<b>Trematodi</b>	n° /50 g	assenti
<b>Cestodi</b>	n° /50 g	assenti

## **ALLEGATO 4**

### **PROGRAMMA REGIONALE MONITORAGGIO FANGHI DI DEPURAZIONE PRIMO LIVELLO**

#### **PROCEDURA PER IL CAMPIONAMENTO DEI FANGHI DI DEPURAZIONE**

*Revisione 02 del 25.06.03*

##### **1. Definizioni**

*Campione elementare:* quantità di materiale proveniente da ogni singolo prelievo dal lotto o partita in esame.

*Campione composito:* quantità di materiale ottenuta dal rimescolamento di tutti i campioni singoli o elementari.

*Campione finale o ridotto:* quantità complessiva di materiale prelevato, costituito da più aliquote da inviare al laboratorio per l'analisi o da conservare per analisi successive.

*Aliquota:* parte in cui è suddiviso il campione di peso e volume omogeneo.

*Frazione:* parte in cui può essere suddivisa una aliquota allo scopo di consentire l'analisi da parte di diversi laboratori

##### **2. Considerazioni generali**

Per campionamento si intende il prelievo di una o più aliquote di fango di depurazione in uscita dalla linea fanghi di un impianto autorizzato al trattamento delle acque reflue, condotto in modo tale che il campione di cui si esegue l'analisi sia rappresentativo della massa da caratterizzare.

Il campionamento rappresenta pertanto l'operazione preliminare di ogni determinazione analitica avente lo scopo di caratterizzare un fango di depurazione; esso condiziona in modo sostanziale il significato e la rappresentatività dei risultati ottenuti.

Le modalità di campionamento devono tenere conto di alcuni fattori: natura e pezzatura del materiale, tecnica di produzione (ciclo continuo o discontinuo) e tipo di giacitura del materiale (cumuli, vasche, ecc.).

Occorre quindi valutare, prima di iniziare le operazioni di prelievo:

- le dimensioni delle particelle elementari che compongono il fango, aspetto particolarmente importante nel caso di materiali disomogenei;
- l'entità della massa da campionare in relazione al tempo di produzione;
- la giacitura del materiale: cumuli, container per materiali in stoccaggio o scarico da un nastro trasportatore.

Per tutti i casi valgono comunque le seguenti indicazioni:

- i punti di campionamento dovranno essere tanto più numerosi quanto più elevata è l'eterogeneità del materiale;
- il prelievo deve interessare tutta la massa (zone interne, intermedie ed esterne), con l'esclusione dello strato superficiale (circa 10 cm) soprattutto in caso di materiali in deposito da parecchi giorni.

##### **3. Campionamento da cumuli o container**

E' necessario innanzi tutto circoscrivere la massa da campionare che deve essere costituita da materiale di età non superiore a 15 giorni, come tempo trascorso dall'uscita dall'impianto di pressatura.

Per il campionamento della massa individuata si deve procedere nel seguente modo:

- individuare diverse sezioni (almeno 3) equidistanti lungo la massa;
- in corrispondenza di ogni posizione prelevare almeno 4 campioni (a due altezze e due profondità) tenendo presente che ogni campione elementare deve essere di almeno 1 kg.

Il numero minimo da prelevare sarà pertanto pari a 12; in relazione al volume della massa in esame, si consiglia il prelievo di almeno 12 campioni elementari ogni 200 m<sup>3</sup>.

Nel caso di cumuli di grosse dimensioni è consigliabile prevedere un'accurata miscelazione con pala meccanica prima di procedere al prelievo dei campioni elementari, soprattutto nel caso in cui il perimetro del cumulo non sia completamente accessibile.

Il campione composito (previa omogeneizzazione) è ripartito nelle aliquote e frazioni, e poi ciascuna frazione è ridotta di dimensioni se troppo voluminosa.

In alternativa il campione composito (previa omogeneizzazione) viene ridotto di dimensioni se troppo voluminoso, e poi ripartito nelle aliquote e frazioni.

La riduzione volumetrica deve essere eseguita con il metodo della quartatura di seguito riportato.

In particolare il campione composito deve essere accuratamente rimescolato su una superficie dura e pulita per formare un cono; si procede quindi al rivoltamento per formare un nuovo cono e si ripete l'operazione per 3 volte. Il cumulo viene poi suddiviso, in modo il più possibile omogeneo, in quarti; due quarti diametralmente opposti vengono conservati e riuniti mentre gli altri due vengono scartati. Si ripete l'operazione fino a quando gli ultimi due quarti producono la massa di campione richiesta.

#### **4. Campionamento da sistemi chiusi e impianti a ciclo continuo e discontinuo**

Nel caso di sistemi di trattamento nei quali non è previsto lo stoccaggio finale dei fanghi è consigliabile eseguire il campionamento all'atto dello scarico, che può essere continuo o discontinuo.

Il campione composito deve essere costituito da campioni elementari prelevati durante l'operazione di scarico; i campioni elementari in attesa di essere uniti e miscelati per la formazione del campione composito devono essere adeguatamente conservati.

Se il campionamento viene eseguito sul lotto giornaliero scaricato già messo a parco, i campioni elementari sono prelevati con lo stesso criterio indicato al paragrafo 3.

In alternativa si può procedere al prelievo di una quota significativa di materiale da una intera sezione verticale centrale della porzione scaricata (cumulo a sezione troncoconica) da cui prelevare poi i campioni elementari.

Si consiglia il prelievo di almeno 1 campione elementare ogni 10 m<sup>3</sup> di materiale.

#### **5. Confezionamento, trasporto e stoccaggio**

Il campione finale sarà suddiviso e introdotto in contenitori di vetro per la determinazione analitiche di IPA, PCB e diossine, oppure in contenitori in PET per le altre determinazioni. Tutte le aliquote o frazioni in cui è stato suddiviso il campione, nel numero necessario per i laboratori che devono eseguire l'analisi, per la controparte, l'aliquota per l'eventuale ripetizione di analisi e quella a disposizione dell'Autorità Giudiziaria, sono inserite in idonei sacchetti di polietilene resistenti allo strappo che devono essere sigillati.

Tutte le operazioni di prelievo e confezionamento dei campioni e delle diverse aliquote o frazioni devono essere eseguite in presenza del rappresentante legale dell'impianto di trattamento presso il quale è eseguito il prelievo o di persona da lui delegata.

Il tempo intercorrente tra il prelievo e l'analisi deve essere il più breve possibile onde evitare alterazioni del campione; se non si possono effettuare rapidamente le determinazioni analitiche è necessario conservare il campione alla temperatura di 4°C.

Il campione solido deve essere congelato nel caso in cui tra il prelievo e l'apertura del campione per l'analisi intercorra un periodo superiore a 10 giorni; in questo caso il contenitore in vetro deve essere riempito non oltre il 75% del volume complessivo. Il campione congelato può essere

trasportato al laboratorio che effettua le analisi in frigorifero portatile qualora l'apertura del campione sia prevista entro 3 giorni dalla consegna.

Il campione liquido può essere conservato a 4°C per un periodo non superiore a 7 giorni.

Il campione deve essere trasportato e stoccato in modo tale da non alterarne le caratteristiche e quindi deve essere previsto il trasporto in frigoriferi portatili in grado di mantenere la temperatura sotto i 10°C; un volta giunto in laboratorio il campione deve essere conservato in frigorifero a temperature di 1-4°C.

## **6. Etichettatura del campione finale, delle aliquote e verbale di campionamento**

Le diverse aliquote o frazioni in cui è stato suddiviso il campione devono essere contrassegnate con etichetta che riporti chiaramente il numero progressivo attribuito dagli esecutori del prelievo corrispondente al numero riportato in ciascun verbale di campionamento e attribuito come numero progressivo annuo dei campioni prelevati dal Servizio Territoriale del DAP; a ciascuna aliquota o frazione verrà attribuito oltre al numero del campione una lettera progressiva per le aliquote e un numero progressivo per le frazioni:

A/1 – frazione dell'aliquota A per il laboratorio DAP, contenitore in PET;

A/2 – frazione dell'aliquota A per il laboratorio DAP che esegue l'analisi di IPA e PCB, contenitore in vetro;

A/3 - frazione dell'aliquota A per il laboratorio INCA, contenitore in vetro.

**B** – aliquota per la controparte, contenitore in PET e contenitore in vetro;

**C** – aliquota per la revisione delle analisi (al DAP), contenitore in PET e contenitore in vetro;

**D** – aliquota a disposizione dell'Autorità Giudiziaria (al DAP), contenitore in PET e contenitore in vetro

Il verbale di campionamento deve essere redatto utilizzando l'apposito modulo in uso presso il ST del DAP e compilando tutte le parti in esso previste, prestando attenzione a descrivere in modo dettagliato le modalità con cui è stato eseguito il prelievo e costituito il campione composito e le diverse aliquote per l'invio al laboratorio.

Copia del verbale, ad esclusione degli eventuali allegati, deve accompagnare ciascuna aliquota o frazione in cui è suddiviso il campione (ad eccezione di quella per l'eventuale ripetizione di analisi).