

# La qualità dei fanghi di depurazione civili prodotti nel Veneto per l'utilizzo in agricoltura

Giovanni Gasparetto, Paolo Giandon, Antonio Pegoraro  
ARPAV Osservatorio Regionale Suolo e Rifiuti

## Introduzione

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 del fango sul piano agronomico, della tutela ambientale e sanitaria.

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 (diossine, IPA, PCB fra i principali).

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

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.).

In assenza di dati relativi alle caratteristiche dei fanghi prodotti dai principali depuratori del Veneto, raccolti in modo omogeneo e confrontabile, la Regione ha promosso un monitoraggio dei fanghi per verificare la loro qualità rispetto ai requisiti stabiliti dalla normativa, estendendo l'indagine anche ai composti organici maggiormente ubiquitari e conosciuti, in particolare diossine, IPA e PCB.

## Materiali e metodi

L'indagine affidata dalla Regione all'ARPAV prevede un'analisi dei fanghi di depurazione prodotti presso tutti i depuratori di acque reflue civili o miste civili e industriali con potenzialità superiore ai 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 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 consiste nel prelievo ed analisi di un campione di fango presso tutti gli impianti di depurazione come sopra individuati; sui campioni prelevati è stata eseguita l'analisi dei parametri chimico-fisici previsti dalla normativa nazionale e regionale

(pH, sostanza secca, arsenico, cadmio, cromo totale, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco, boro, selenio, salinità, carbonio organico, azoto, fosforo e potassio totali), oltre ai parametri IPA, PCB e diossine, inquinanti organici previsti dalla proposta di revisione della Direttiva 278/86.

Provincia	N. depuratori >25.000 a.e	Località
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, Cologna
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*

I prelievi e sopralluoghi sono stati eseguiti dai Servizi Territoriali dei Dipartimenti Provinciali (DAP) dell'ARPAV. 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. Allo scopo di garantire la massima confrontabilità dei risultati le modalità operative per l'esecuzione dei prelievi e la gestione dei campioni sono state definite da un apposito gruppo di lavoro prima dell'avvio delle attività.

Il prelievo dei campioni è stato eseguito presso i 53 depuratori elencati in tabella 1 nel periodo dal 14 luglio al 19 settembre 2003; presso uno dei maggiori depuratori sono stati prelevati due campioni, per un totale complessivo di 54 campioni.

L'analisi delle diossine è stata eseguita dal laboratorio del Consorzio universitario INCA di Marghera mentre per i rimanenti parametri le determinazioni sono state eseguite presso i laboratori dell'ARPAV.

Per l'analisi dei parametri previsti dalla normativa nazionale sono stati utilizzati i metodi CNR IRSA Quaderno n. 64/1984, mentre per diossine, IPA e PCB sono stati utilizzati metodi EPA.

## **Risultati e discussione**

Le statistiche riassuntive dei risultati ottenuti per ciascun parametro sono riportate nelle tabelle seguenti accompagnate da brevi considerazioni tecniche in riferimento ai limiti normativi nazionali. Per comodità di presentazione i parametri sono stati considerati in quattro gruppi principali: diossine, IPA e PCB, metalli pesanti, altri parametri.

### *Diossine*

I risultati del monitoraggio regionale sono riassunti nella tabella 3; 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.

STATISTICHE	PCDD-PCDF totali (ng TE/kg)	Classi (ng TE/kg)	Numero campioni	%
		<5		
Media	11,28	<b>5-10</b>	30	55,5
Mediana	8,07	<b>10-25</b>	13	24,0
Deviazione Standard	12,37	<b>25-50</b>	2	3,8
Minimo	0,40	<b>50-100</b>	1	1,9
Massimo	80,61	<b>&gt;100</b>	0	0

Tabella 3 – 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 superiore ai 50 ng TE/kg, due valori compresi fra 25 e 50, 13 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.

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 4.

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 4.

	EPA 1988	EPA 2001	AMSA 1995	AMSA 2000	Veneto 2003
N. depuratori	174	94	74	171	53
Media	46,5	21,7	60,5	41,1	11,3
Deviazione standard	153,0	47,5	--	--	12,4
Mediana	5,68	15,5	37,0	13,3	8,1

Tabella 4 – Risultati di indagini condotte negli Stati Uniti sul contenuto di diossine (in ng TE/kg) nei fanghi di depurazione confrontati con i risultati dell'indagine condotta nel Veneto.

Dal confronto dei risultati ottenuti sui fanghi prodotti nel Veneto con quelli delle indagini americane si può concludere che il livello medio di diossine nei fanghi del Veneto è molto più basso, con valori frequentemente al di sotto di 10 ng TE/kg s.s.

#### *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 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 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 1,2 mg/kg.

STATISTICHE	PCB (mg/kg) Direttiva UE	PCB (mg/kg) Totali	Classi (mg/kg)	Numero campioni	%
Media	0,2	0,4	<0,16	32	59,2
Mediana	0,1	0,1	0,16-0,40	10	18,5
Deviazione Standard	0,2	0,5	0,41-0,80	11	20,4
Minimo	0,077	0,091	0,81-1,2	1	1,9
Massimo	1,2	1,4	>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.

STATISTICHE	IPA (mg/kg) Direttiva UE	IPA (mg/kg) Totali	Classi (mg/kg)	Numero campioni	%
Media	1,8	2,8	<1,2	27	50
Mediana	1,3	2,0	1,2-3,0	21	38,8
Deviazione Standard	1,7	2,8	3,1-6,0	4	7,4
Minimo	0,25	0,50	6,1-9,0	1	1,9
Massimo	9,3	18,2	>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 mediano è sempre di un 5-30% inferiore a quello medio a causa di alcuni valori estremi che tendono ad elevare il valore 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%.

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 rame e zinco solo due casi sono oltre il limite di legge e riguardano campioni che presentano anche altri metalli oltre il limite.

Parametro	media	mediana	deviazione standard	minimo	massimo
<b>Cadmio (Cd)</b>	2,48	1,7	2,06	0,4	11
<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>Zinco (Zn)</b>	1359	1086	1071	260	7095

<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>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>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).

#### Altri parametri

I risultati relativi ad altri parametri interessanti per caratterizzare il valore agronomico dei fanghi 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 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%) mentre il potassio presenta concentrazioni intorno a 0,4%.

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

Tabella 8 – Principali statistiche relative ai risultati dell'analisi degli altri parametri sui 54 campioni analizzati.

## **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.

Infine è stata evidenziata anche una buona 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.

## **Bibliografia**

Association of Metropolitan Sewerage Agencies (AMSA), 2001. The AMSA 2000/2001 Survey of Dioxin-like Compounds in biosolids: Statistical Analyses. Cambridge Environmental Inc., October 30, 2001.

CNR-IRSA, 1985. Metodi analitici per i fanghi. Parametri chimico-fisici. Quaderno n. 64.

Commissione Europea, DG Ambiente, 2000. Working document on sludge, 3<sup>rd</sup> draft. Brussels, 27 April 2000. In: <http://europa.eu.int/comm/environment/waste/sludge/workingdoc3.htm>.

Direttiva 86/278/CEE. Protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura.

Decreto Legislativo 27.01.1992 n. 99. Attuazione della Direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura.

Deliberazione Giunta Regionale del Veneto 06.06.1995 n. 3247. Norme tecniche in materia di utilizzo in agricoltura di fanghi di depurazione e residui non tossico e nocivi di cui sia comprovata l'utilità ai fini agronomici.

U.S. Environmental Protection Agency, 2002. Standards for the use or disposal of sewage sludge; Notice. Federal Register, part VI, June 12, 2002.

U.S. Environmental Protection Agency, 2002. Statistical Support Document for the Development of Round 2 Biosolids Use or Disposal regulations. EPA 822-R-02-034, April 2002.