

RECUPERO DEI FANGHI DI DEPURAZIONE IN AGRICOLTURA IN LOMBARDIA: PROSPETTIVE E INTERVENTI NORMATIVI

M.C. COLLIVIGNARELLI[°], A. ABBÀ[°], S. PADOVANI^{*}, M. FRASCAROLO^{**},
D. SCIUNNACH^{**}, M. TURCONI^{**} E M. ORLANDO^{°°}

[°] *DICAr Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Pavia, via Ferrata 1, 27100 Pavia, Italia*

^{*} *ARPA Lombardia, Dipartimento di Cremona, via S. Maria in Betlem 1, 26100 Cremona, Italia*

^{**} *Regione Lombardia, D.G. Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile, Piazza Città di Lombardia 1, 20124 Milano, Italia*

^{°°} *Regione Lombardia, D.G. Territorio e Urbanistica, Piazza Città di Lombardia 1, 20124 Milano, Italia*

SOMMARIO: La problematica del trattamento e smaltimento dei fanghi derivanti dai processi di depurazione delle acque reflue urbane assume sempre più importanza sia a livello nazionale che internazionale. In Lombardia questa problematica trova un forte riscontro, sia per il notevole quantitativo di fanghi prodotti, sia per il loro considerevole riutilizzo in agricoltura (oltre il 50% dei fanghi prodotti in Regione). In questo lavoro è stata effettuata un'indagine finalizzata ad individuare le caratteristiche qualitative dei fanghi di depurazione in ingresso ed in uscita da nove piattaforme presenti in Lombardia e autorizzate al recupero di fanghi in agricoltura (tali piattaforme trattano oltre l'80% del totale dei fanghi recuperati in agricoltura). Successivamente, considerando i limiti normativi proposti a livello europeo, nazionale e regionale (Emilia Romagna e Veneto) è stato valutato l'impatto che tali scenari normativi avrebbero sulle caratteristiche qualitative dei fanghi recuperati oggi in agricoltura in Lombardia. Infine, poiché il problema relativo alle emissioni odorigene rappresenta la maggior criticità di questa pratica, attraverso il calcolo del rapporto SSV/SST è stato valutato il grado di stabilità dei fanghi in ingresso ed in uscita dalle piattaforme di trattamento.

1. INTRODUZIONE

Per affrontare correttamente il tema della gestione dei fanghi è necessario agire simultaneamente in più direzioni: in tal senso, i principi alla base della normativa europea sui rifiuti (Directive 2008/98/EC), ripresi anche dalla normativa italiana (Dlgs 152/2006-art. 179) in una scala prioritaria, indicano interventi volti alla prevenzione (ossia la riduzione della produzione alla fonte), al recupero (di materia e poi di energia) ed infine allo smaltimento in sicurezza.

Per quanto riguarda la **prevenzione** (ossia la minimizzazione della produzione), vi sono interessanti prospettive in campo tecnologico (Fytili e Zabaniotou, 2008): alcuni processi sono già

disponibili a livello commerciale e molti sistemi promettenti sono in fase di sperimentazione (Chu et al., 2009; Feng et al., 2009; Liu, 2003; Montusiewicz et al., 2010; Saby et al., 2003; Song e Hu, 2006; Tokumura et al.; Záborská et al., 2006). In particolare, appaiono promettenti e destinate ad essere applicate convenientemente nel prossimo futuro alcune delle tecnologie che operano in “linea fanghi” in quanto più “sicure” (pressoché prive di rischi per il processo depurativo) di quelle che operano in “linea acque”.

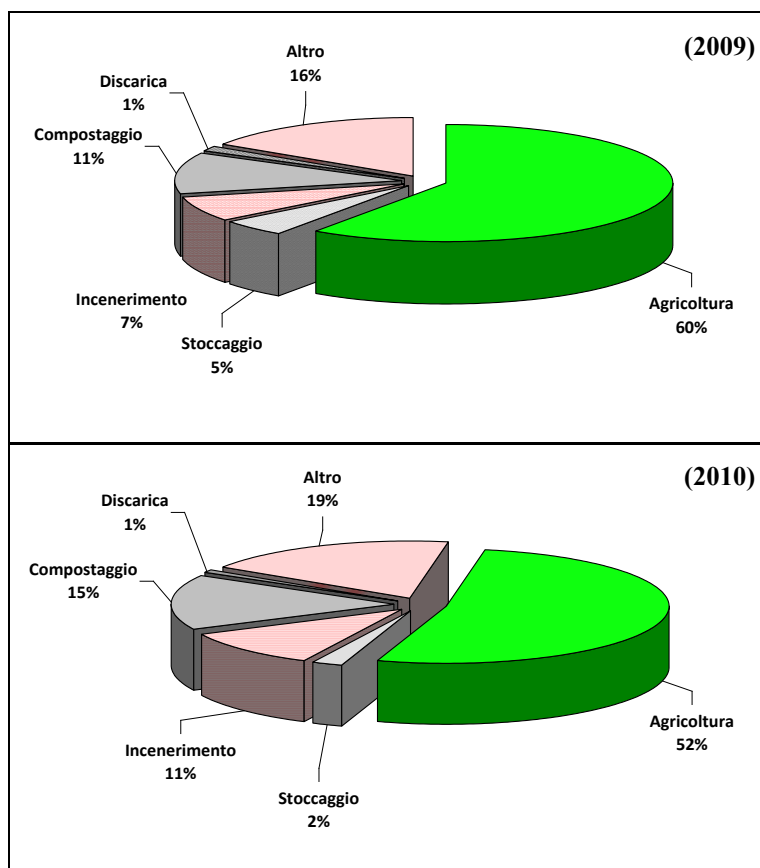


Figura 1. Destinazione dei fanghi di depurazione prodotti in Lombardia (2009-2010).

Vanno inoltre segnalati interessanti approfondimenti che riguardano processi biologici a bassa (o bassissima) produzione di fango (ad es. trattamenti biologici anaerobici, aerobici termofili, ecc.). Infine, si sottolinea che anche nell’ambito dei trattamenti già comunemente presenti sugli impianti esiste un margine di miglioramento che può essere conseguito attraverso una attenta conduzione, che porterebbe ad una riduzione della produzione di fango. Per quanto riguarda il **recupero di materia**, i fanghi possono essere reimpiegati in agricoltura sia mediante preventivo trattamento chimico di igienizzazione, sia attraverso un trattamento biologico di compostaggio. In questo caso sono molte le iniziative, avviate principalmente da parte di Enti di Controllo o normazione, volte a verificare gli effetti di questa pratica e a “rinnovare” le norme esistenti, per far sì che il recupero della risorsa materiale possa essere condotto riducendo al minimo i rischi potenziali per l’uomo e per l’ambiente (AA.VV., 2004; Piccinini e Centemero, 2007). In tema di **recupero energetico**, oltre ai processi convenzionali di incenerimento ed alle applicazioni che vedono l’uso di fanghi essiccati come combustibile alternativo in forni industriali (ad es. i cementifici), si stanno studiando sistemi alternativi (gassificazione, pirolisi, ecc.) per alcuni dei quali esistono anche importanti applicazioni industriali (Domínguez et al., 2006; Nipattummakul et al., 2010; Sanin et al., 2008). Infine, per

quanto riguarda lo **smaltimento in sicurezza** esso sarà necessariamente limitato ai residui dal trattamento.

Per quanto riguarda la situazione in Regione Lombardia, recentemente il quantitativo complessivamente prodotto è stato di circa 800.000 t/anno di fango tal quale. Circa il 50% viene da depuratori che trattano scarichi civili, il 30% da impianti di depurazione di acque reflue industriali ed il 20% deriva da aziende agroalimentari. Come si può osservare dalla Figura 1, oltre il 50% dei fanghi di depurazione prodotti in Lombardia viene destinato al recupero sui suoli agricoli (R10): complessivamente, il quantitativo di fanghi recuperato in agricoltura in Lombardia, tra il 2007 ed il 2010, ammonta mediamente a circa 700.000 t/anno “*tal quale*” corrispondenti a 116.000 t_{SS}/anno (di cui circa 330.000 t/anno “*tal quale*” equivalenti a 63.000 t_{SS}/anno in provincia di Pavia).

È importante sottolineare il fatto che le piattaforme conto terzi presenti in Lombardia, in aggiunta ai fanghi di depurazione prodotti in Regione, ricevono un'ulteriore aliquota proveniente da altre regioni (principalmente della Pianura Padana); tale aliquota rappresenta il 50% del quantitativo totale di fanghi recuperati in agricoltura in Lombardia.

L'obiettivo del presente lavoro è quello di affrontare la problematica relativa al recupero dei fanghi in agricoltura proponendo differenti strategie di intervento. Innanzitutto vengono analizzate le caratteristiche quali-quantitative dei fanghi di depurazione recuperati in agricoltura. Successivamente vengono proposti alcuni scenari di intervento con i relativi impatti; particolare attenzione è stata posta alla problematica delle emissioni odorigene.

2. ASPETTI NORMATIVI

In Italia il riferimento normativo fondamentale nella gestione dei fanghi è offerto dal D.Lgs. 99/92, di recepimento della Direttiva comunitaria 86/278/CEE del 12 giugno 1986. Il quadro normativo è tuttavia assai complesso data l'intersezione del tema con ambiti disciplinari normalmente affrontati in modo distinto (es. la depurazione delle acque reflue all'interno del Servizio Idrico Integrato; l'utilizzo in agricoltura degli effluenti zootecnici e le criticità legate a tale attività, soprattutto in termini di carico di nitrati per le falde acquifere; la produzione di digestati e di compost; l'utilizzo delle biomasse per la produzione energetica), motivo per cui si è ritenuto utile, con riferimento alla situazione lombarda, presentare un quadro normativo ad ampio raggio, che comunque non riveste caratteri di esaustività (Tabella 1).

La legge regionale lombarda di riferimento è la 26/2003 sui servizi di pubblica utilità, che proprio con riferimento all'utilizzo in agricoltura dei fanghi da depurazione ha subito due interventi di modifica, attraverso le ll.rr. 12/2007 e 7/2012. In applicazione di tali norme, le Direzioni Generali Ambiente e Agricoltura della Giunta Regionale hanno avviato un percorso di redazione di linee guida tecniche, finalizzate a razionalizzare:

- le modalità operative e la localizzazione delle attività di recupero in agricoltura dei fanghi da depurazione;
- un riconoscimento delle diverse qualità merceologiche dei fanghi da depurazione, prevedendo destini alternativi per i fanghi non idonei al recupero in agricoltura;
- gli aspetti autorizzativi relativi alle operazioni di recupero in agricoltura dei fanghi da depurazione, anche con riferimento alla sopravvenuta normativa nazionale in materia di Autorizzazione Unica Ambientale (AUA).

Tali indirizzi tecnici si sono concretizzati nella Deliberazione di Giunta Regionale n. X/1196 del 20/12/2013 “*Disposizioni regionali per il trattamento e l'utilizzo, a beneficio dell'agricoltura, dei fanghi di depurazione delle acque reflue di impianti civili ed industriali in attuazione dell'art. 8, comma 8, della legge regionale 12 luglio 2007, n. 12. conseguente integrazione del punto 7.4.2, comma 6, n. 2) della d.g.r. 18 aprile 2012, n. IX/3298, riguardante le linee guida regionali per*

l'autorizzazione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili", destinata a superare la vigente D.G.R. 30 dicembre 2003 n. VII/15944 e attualmente all'esame della competente Commissione Consiliare.

Tabella 1. Principali riferimenti normativi per la gestione dei fanghi da depurazione.

Normativa Comunitaria
<ul style="list-style-type: none"> • Direttiva 86/278/CEE del consiglio del 12 giugno 1986 concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura.
<ul style="list-style-type: none"> • Direttiva 91/271/CEE del Consiglio del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane • Direttiva 91/676/CEE del consiglio relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole.
Normativa Statale
<ul style="list-style-type: none"> • d.lgs. 27 gennaio 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". • d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152: "Norme in materia ambientale" e s.m.i.
Normativa Regionale
<ul style="list-style-type: none"> • l.r. 12 dicembre 2003, n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche", come modificata dalla l.r. 12 luglio 2007, n. 12 e dalla l.r. 18 aprile 2012, n. 7. • D.G.R. 30 dicembre 2003 n. 7/15944: "Delega alle Province delle funzioni amministrative, ai sensi degli artt. 27e 28 del d.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22 e successive modifiche ed integrazioni, in materia di approvazione dei progetti ed autorizzazione alla realizzazione degli impianto ed all'esercizio delle inerenti operazioni di messa in riserva (R13), trattamento/condizionamento (R3) e spandimento sul suolo a beneficio dell'agricoltura (R10) di rifiuti speciali non pericolosi".
Normativa Complementare
<ul style="list-style-type: none"> • D.M. 5 febbraio 1998 Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 3 l.e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 e s.m.i. • D.M. 1 aprile 1998 n. 145 Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi degli articoli 15, 18, comma 2, lettera e) e comma 4, del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. • D.M. 1 aprile 1998 n. 148 Regolamento recante approvazione del modello dei registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli articoli 12,18, comma 2, lettera m), e 18, comma 4, del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. • D.M. 19 aprile 1999 Approvazione del codice di buona pratica agricola. • D.M. 28 Aprile 1998, n. 406 Regolamento recante norme di attuazione di direttive dell'unione europea, avente ad oggetto la disciplina dell'albo nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti. • DM 7 aprile 2006: "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, di cui all'art 38 del Dlgs 11 maggio 1999 n. 152. • d.lgs. 29 aprile 2010, n. 75 Riordino e revisione della disciplina dei fertilizzanti. • LR 5 dicembre 2008, n. 31 "Testo unico leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale" • D.G.R. 2 agosto 2002 n. 10161 Legge regionale 7 giugno 1980, n. 94 – d.p.r. 10 settembre 1982, n. 915 – documentazione di rito da presentare per l'istruttoria relativa ad attività e/o impianti di smaltimento dei rifiuti. • D.G.R. Lombardia 27 giugno 2005 n. 8/220 e s.m.i. – Approvazione del PRGR (Piano Regionale Gestione Rifiuti) così come modificata ed integrata dalla D.G.R. Lombardia 13 febbraio 2008, n. 8/6581 e dalla D.G.R. 21 ottobre 2009, n. 8/10360. • D.G.R. Lombardia 21 novembre 2007 n. 5868" Integrazione con modifiche al programma d'azione per la tutela e risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola per le aziende localizzate in zona vulnerabile (d. lgs. 152/2006, art. 92 e d.m. 7 aprile 2006) e adeguamento dei relativi criteri e norme tecniche generali di cui alla d.g.r. 6/17149, approvati con deliberazione di Giunta n. 8/5215 del 2 agosto 2007". • D.G.R. Lombardia 14 settembre 2011 n. 9/2208 - Approvazione del programma d'azione regionale per la tutela ed il risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola per le aziende localizzate in zona vulnerabile. • D.G.R. Lombardia 18 aprile 2012 n. 3298 - Linee guida regionali per l'autorizzazione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili (Fer) mediante recepimento della normativa nazionale in materia. • Circolare regionale 5 agosto 2013 n. 19, DG Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile - Primi indirizzi regionali in materia di autorizzazione unica ambientale (AUA).

3. MODALITÀ DI RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI DATI

3.1 Dati utilizzati nel corso dell'indagine

Al fine di analizzare le caratteristiche quali-quantitative dei fanghi, è stata effettuata un'indagine che ha riguardato nove piattaforme autorizzate e dedicate al trattamento e successivo riutilizzo a beneficio dell'agricoltura di fanghi ritirati da impianti di depurazione (pubblici e/o privati).

Nel dettaglio, sono stati elaborati i dati (relativi al periodo 2008-2012) di tali piattaforme per un totale di oltre 2.000 analisi: circa 1.400 analisi hanno riguardato i fanghi in ingresso, 600 i fanghi in uscita. Il numero di analisi in uscita è inferiore rispetto a quello in ingresso perchè le analisi in uscita si riferiscono alle "partite" di fango (quantitativo di fango determinato, indicato nel contratto di conferimento, che deve mantenere le medesime caratteristiche chimico-fisiche e biologiche per un dato periodo di conferimento e per tutti i carichi conferiti in detto periodo.) avviate a recupero in agricoltura, mentre quelle in ingresso ai singoli produttori, ma è comunque rappresentativo della quasi totalità del fango sparso in agricoltura nel periodo considerato.

Le piattaforme analizzate nella presente indagine hanno trattato complessivamente un quantitativo di fango pari ad oltre l'80% del totale ritirato in Lombardia: data la significatività del campione analizzato, le elaborazioni condotte sono certamente rappresentative dell'attuale situazione regionale.

3.2 Criteri di elaborazione dei dati acquisiti

I dati acquisiti nel corso dell'indagine hanno riguardato i metalli (arsenico, cadmio, cromo esavalente, cromo totale, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco), i parametri microbiologici (coliformi fecali, uova di elminti vitali, salmonella) nonché le caratteristiche agronomiche dei fanghi (carbonio organico, fosforo totale ed azoto totale).

Per ciascun parametro, sono stati calcolati i percentili (25°, 50°, 75° e 90°) e le medie aritmetiche; inoltre sono state determinate le deviazioni standard (σ) ed i coefficienti di variazione (σ^*) allo scopo di valutare la variabilità dei risultati ottenuti.

I risultati (riferiti sia agli ingressi che alle uscite) sono stati confrontati con gli attuali limiti normativi (D.Lgs. 99/92 e D.G.R. 15944/2003) al fine di segnalare eventuali superamenti (nelle Figure è indicato come "N° superamenti/TOT analisi").

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 Caratteristiche qualitative dei fanghi di depurazione recuperati in agricoltura

Nelle Figure 2-4 sono riportate le caratteristiche qualitative dei fanghi di depurazione in ingresso ed in uscita dalle piattaforme. In particolare sono indicate le concentrazione dei metalli (Figure 2 e 3) ed il contenuto dei parametri agronomici (Figura 4); nel dettaglio sono mostrati la media aritmetica, il 25°, il 90° percentile ed il coefficiente di variazione (σ^*).

In definitiva si può osservare che, per quanto riguarda i metalli, i fanghi in ingresso alle piattaforme di trattamento presentano in generale, ad eccezione di alcuni non trascurabili superamenti del limite normativo per arsenico (previsto dalla DGR Lombardia 15944/2003), nichel e zinco, caratteristiche già idonee al recupero in agricoltura. Peraltro le dotazioni impiantistiche presenti attualmente presso le piattaforme non consentono la rimozione di tali inquinanti.

A tal proposito, confrontando i limiti previsti per i metalli dalla normativa nazionale (D.Lgs. 99/92) con i valori dei metalli contenuti nei fanghi in ingresso alle piattaforme, solo l' 1 % circa dei fanghi non risulterebbe idoneo al riutilizzo in agricoltura. Le poche criticità hanno riguardato

prevalentemente il nichel e lo zinco (Tabella 2).

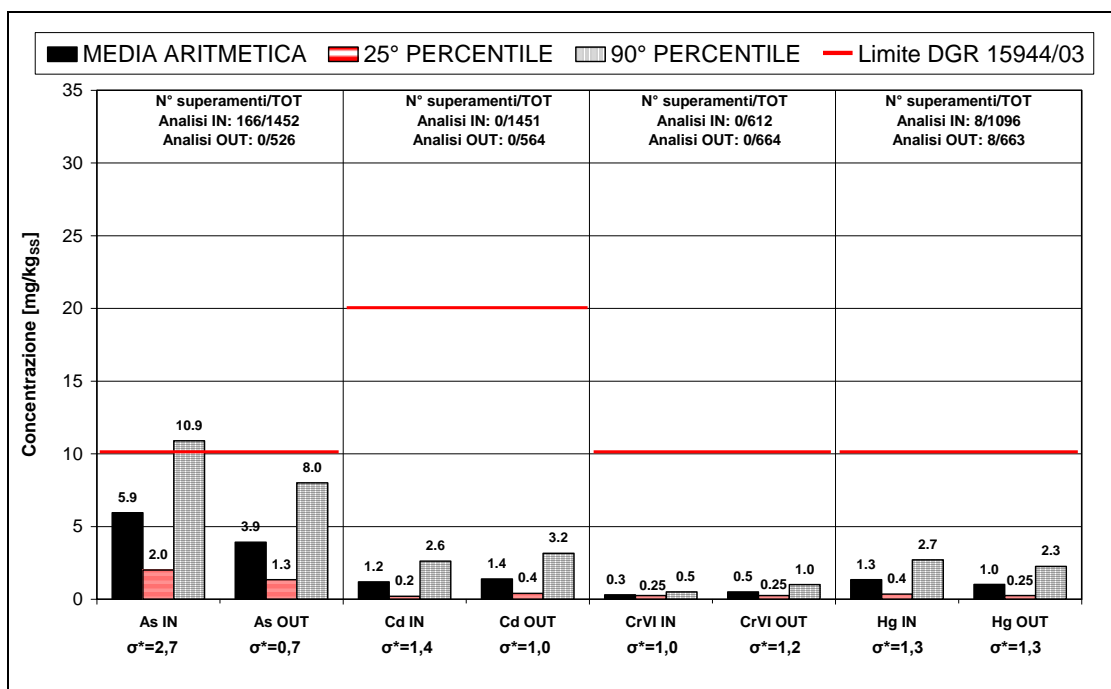


Figura 2. Fanghi in ingresso ed in uscita dalle piattaforme di trattamento: concentrazioni di As, Cd, Cr(VI), Hg - (σ^* : coefficiente di variazione).

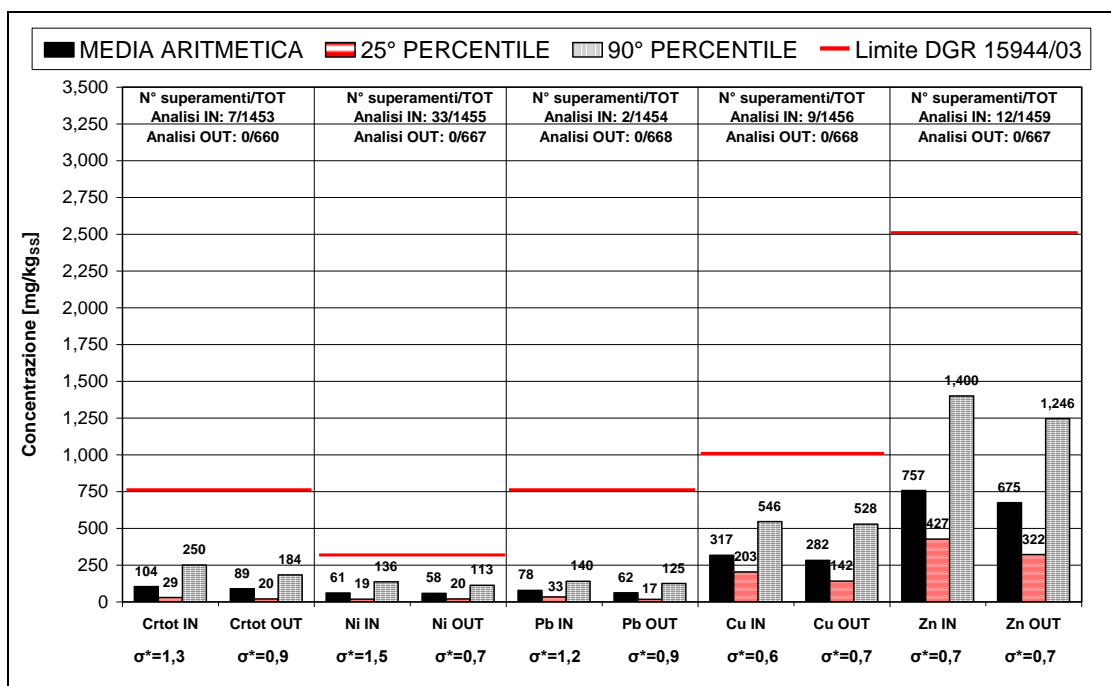


Figura 3. Fanghi in ingresso ed in uscita dalle piattaforme di trattamento: concentrazioni di Cr_{tot}, Ni, Pb, Cu, Zn - (σ^* : coefficiente di variazione).

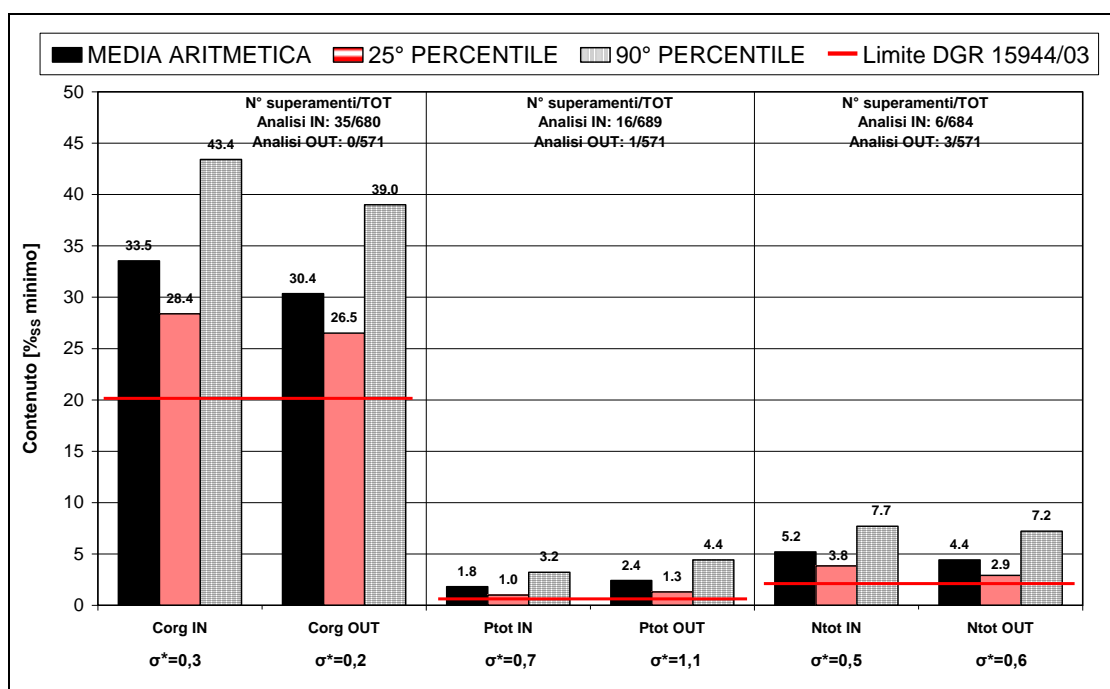


Figura 4. Fanghi in ingresso ed in uscita dalle piattaforme di trattamento: contenuto di C_{organico}, P_{tot}, N_{tot}. - (σ*: coefficiente di variazione).

Tabella 2. Percentuale di campioni non conformi confrontando i limiti normativi con i valori dei fanghi in ingresso alle piattaforme di trattamento.

Parametro	Limiti D.Lgs. 99/92	Unità di misura	Campioni non conformi [%]
Cadmio	≤ 20	[mg/kg _{ss}]	0
Mercurio	≤ 10	[mg/kg _{ss}]	0,6
Nichel	≤ 300	[mg/kg _{ss}]	1,2
Piombo	≤ 750	[mg/kg _{ss}]	0,4
Rame	≤ 1000	[mg/kg _{ss}]	0,7
Zinco	≤ 2500	[mg/kg _{ss}]	1,3

Le concentrazioni dei parametri microbiologici nei fanghi in ingresso sono quasi sempre superiori ai limiti normativi imposti per il recupero in agricoltura (soprattutto per quanto riguarda i coliformi fecali), rendendo indispensabile pertanto un trattamento di igienizzazione. Dall'analisi dei dati gestionali si evidenziano rese di rimozione sui coliformi fecali mediamente pari al 96% e sulle salmonelle pari al 55%.

In merito ai parametri agronomici, si osserva che il contenuto minimo di nutrienti (previsto dalla D.Lgs. 99/92), sebbene non venga sempre rispettato per i fanghi in ingresso (il 2 % dei campioni in ingresso alle piattaforme non rispetta i requisiti minimi richiesti dalla normativa prima del riutilizzo in agricoltura), non presenta nessuna criticità per quelli in uscita.

Va osservato inoltre che, il coefficiente di variazione (σ*) dei metalli diminuisce sensibilmente tra ingresso ed uscita (fatta eccezione per rame, zinco, cromo esavalente e mercurio in cui rimane pressoché costante); per i parametri agronomici, fatta eccezione per il fosforo totale, il coefficiente

di variazione rimane pressochè costante.

4.2 Scenari di intervento

Nell'ottica di un maggior controllo e regolamentazione del riutilizzo fanghi in agricoltura, è stato valutato l'impatto di sei differenti scenari normativi sulle caratteristiche qualitative odierne dei fanghi recuperati in Lombardia.

Tabella 3. Scenari di intervento considerati nel presente lavoro.

Parametro	Unità di misura	Limite normativo attuale		SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3	SCENARIO 4	SCENARIO 5	SCENARIO 6	
		D.Lgs. 99/92	DGR 15944/03	(Riduzione ad 1/5 dei limiti D.Lgs. 99/92 e DGR 15944/03)	(Opzione 2 Working Document Sludge and Biowaste)	(Opzione 3 Working Document Sludge and Biowaste)	(Working Document on Sludge 3 rd Draft-2015)	(DGR 2773/04 Emilia Romagna)	(DGR 2241/05 Veneto)	
METALLI	Arsenico	[mg/kg _{SS}]	-	≤10	≤2	-	-	<10	-	
	Cadmio	[mg/kg _{SS}]	≤20	≤20	≤4	≤10	≤5	<20	<20	
	Cromo VI	[mg/kg _{SS}]	-	≤10	≤2	-	-	-	-	
	Mercurio	[mg/kg _{SS}]	≤10	≤10	≤2	≤10	≤5	<10	<10	
	Cromo tot*	[mg/kg _{SS}]	-	≤750	≤150	≤1000	≤150	≤800	<1000	<750
	Nichel	[mg/kg _{SS}]	≤300	≤300	≤60	≤300	≤50	≤200	<300	<300
	Piombo	[mg/kg _{SS}]	≤750	≤750	≤150	≤750	≤250	≤500	<750	<750
	Rame	[mg/kg _{SS}]	≤1000	≤1000	≤200	≤1.000	≤400	≤800	<1000	<1000
	Zinco	[mg/kg _{SS}]	≤2500	≤2500	≤500	≤2.500	≤600	≤2000	<2500	<2500
Selenio	[mg/kg _{SS}]	-	-	-	-	-	-	-	<5	
INQUINANTI ORGANICI	AOX ¹	[mg/kg _{SS}]	-	-	-	-	≤500	≤1500	-	
	LAS ²	[mg/kg _{SS}]	-	-	-	<5000	<2600	-	-	
	DEHP ³	[mg/kg _{SS}]	-	-	-	-	<100	<100	-	
	NPE ⁴	[mg/kg _{SS}]	-	-	-	-	<50	<50	-	
	IPA ⁵	[mg/kg _{SS}]	-	-	-	<6	<6	<6	<6	
	PCB ⁶	[mg/kg _{SS}]	-	-	-	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	
	PCDD/F ⁷	[ngl-TE/kg _{SS}]	-	-	-	-	<100	<100	<100	<50
PARAM. AGRON.	C organico	[%SS min]	>20	>20	-	-	-	>20	>20	
	Fosforo tot	[%SS min]	>0,4	>0,4	-	-	-	>0,4	>0,4	
	Azoto tot	[%SS min]	>1,5	>1,5	-	-	-	>1,5	>1,5	
	C/N		-	-	-	-	-	-	<2,5	
Germinazione	[%]	-	-	-	-	-	-	-	>60	
PARAM. MICROB.	Coliformi fecali	[MPN/g _{SS}]	-	<10000	-	-	^^^	-	-	
	Elminti vitali		-	Assenti	-	^	^^	-	-	
	Salmonelle	[MPN/g _{SS}]	<1000	<100	-	-	Assente in 50 g	<1.000	<1.000	
	E. Coli	[UFC/g tq]	-	-	-	-	^^^	-	-	

* DGR Lombardia 15944/2003; Cromo III; Working Document on Sludge and Biowaste e Working Document on Sludge 3rd Draft; Cromo

¹ Alogeni organici assimilati; ² Alchilbenzen solfonati lineari; ³ Etilstilfatto; ⁴ Nonilfenolo e nonilfenoloossilato; ⁵ Idrocarburi policiclici aromatici; ⁶ Policlorobifenili; ⁷ Policloro-dibenzodiossine /dibenzofurani

^ Trattamenti convenzionali: riduzione di E.Coli a valori minori di 5·10³ UFC/g tq; ^^ Trattamenti avanzati: riduzione di E.Coli del 99,99% e valori minori di 1.000 UFC/g_{SS}; riduzione di Salmonella Senftenberg del 99,99%; assenza di uova di ascariidi; valori di Clostridium perfringens inferiori a 3.000 spore/g_{SS}; Salmonella Spp. assente in 50 g di campione (tq); ^^^ Trattamenti avanzati: riduzione di E.Coli di almeno 6 Log₁₀ ed un contenuto di 500 UFC/g; trattamenti convenzionali: riduzione di almeno 2 Log₁₀

Gli scenari normativi considerati (caratterizzati dai limiti riportati nella Tabella 3) sono riportati di seguito:

- scenario 1: limitatamente ai metalli pesanti, riduzione ad 1/5 dei limiti del D.Lgs. 99/92 e della DGR Lombardia 15944/2003 (tale opzione è prevista dal D.Lgs. 99/92, nel caso in cui, solamente per i fanghi biologici agroalimentari, si voglia recuperare un quantitativo tre volte superiore al consentito);
- scenario 2: limiti previsti nell'opzione 2 "cambiamenti moderati" prevista dal Working Document Sludge and Biowaste (2010);
- scenario 3: limiti previsti nell'opzione 3 "cambiamenti molto significativi" prevista dal Working Document Sludge and Biowaste (2010);
- scenario 4: limiti indicati nel Working Document on Sludge – 3rd Draft (2000), per quanto riguarda la situazione a medio termine (2015);
- scenario 5: limiti previsti dalla Regione Emilia Romagna (DGR 2773/2004 e successive

modifiche).;

- scenario 6: limiti previsti dalla Regione Veneto (DGR 2241/05 e successive modifiche).

Sono stati considerati i limiti normativi delle regioni Veneto ed Emilia Romagna perché da un lato il recupero dei fanghi in agricoltura rappresenta in quei territori una pratica molto diffusa (ARPA Veneto, 2006) e dall'altro perché trattasi di Regioni confinanti.

4.3 Impatto dei differenti scenari di intervento

Sulla base dell'indagine condotta sui fanghi in ingresso ed in uscita dalle piattaforme, sono stati applicati gli scenari di intervento descritti in precedenza. I risultati ottenuti sono mostrati nella Tabella 4 ove, in particolare, sono indicati, solo per i metalli pesanti, le percentuali di campioni conformi ai limiti in uscita previsti dai differenti scenari.

Si osserva che lo scenario 1 (riduzione ad 1/5 dei limiti previsti dalla normativa nazionale e regionale) e lo scenario 3 (Working Document Sludge and Biowaste, 2010 Opzione 3 "Cambiamenti molto significativi") rappresentano quelli più "impattanti" nel senso che inducono le più marcate "non conformità". Infatti, per quanto riguarda lo scenario 1, l'arsenico, il rame e lo zinco, mostrano percentuali di campioni conformi variabili dal 30 al 40% circa; per quanto riguarda lo scenario 3 i metalli più critici sono il nichel e lo zinco (con circa il 50% di campioni idonei). I valori sopra riportati si riducono di circa il 10% considerando le concentrazioni medie di metalli pesate in base al quantitativo di fango recuperato in agricoltura.

Tabella 4. Percentuali di campioni conformi ai limiti in uscita previsti dai differenti scenari.

Parametro	SCENARIO 1 (Riduzione ad 1/5 dei limiti D.Lgs. 99/92 e DGR 15944/03)	SCENARIO 2 (Opzione 2 Working Document Sludge and Biowaste)	SCENARIO 3 (Opzione 3 Working Document Sludge and Biowaste)	SCENARIO 4 (Working Document on Sludhe 3 rd Draft- 2015)	SCENARIO 5 (DGR 2773/04 Emilia Romagna)	SCENARIO 6 (DGR 2241/05 Veneto)
Arsenico	33	-	-	-	100	-
Cadmio	95	100	98	98	100	100
Cromo VI	99	-	-	-	-	-
Mercurio	87	100	98	98	100	100
Cromo tot	77	100	77	100	100	100
Nichel	57	100	49	99	100	100
Piombo	96	100	98	100	100	100
Rame	37	100	71	99	100	100
Zinco	42	100	48	98	100	100

4.4 Emissioni odorigene: stabilizzazione dei fanghi

Per valutare il grado di stabilità dei fanghi si è calcolata la percentuale di sostanza sospesa volatile rispetto alla sospesa totale; tale rapporto (SSV/SST) fornisce una prima valutazione circa la stabilità del fango che può essere ritenuto tale quando non determina effetti sgradevoli sull'ambiente.

Nella Figura 5 è riportato il confronto tra il rapporto SSV/SST dei fanghi in ingresso ed in uscita dalle piattaforme di trattamento.

Si può osservare che in ingresso alle piattaforme arriva mediamente un fango poco stabilizzato (con un valore medio di SSV/SST pari al 68%) ed in seguito alle operazioni di miscelazione/igienizzazione si ottiene un valore medio in uscita pari al 58%. È importante sottolineare che il 35% circa dei fanghi in uscita dalle piattaforme presenta un rapporto SSV/SST superiore al 60%.

Come è noto, il controllo di tale parametro rappresenta un aspetto cruciale per il contenimento

delle emissioni odorogene. È indispensabile pertanto prevedere trattamenti di stabilizzazione tesi a diminuire le caratteristiche originarie di fermentescibilità dei fanghi di depurazione e quindi l'emanazione di odori sgradevoli.

Nei processi di stabilizzazione biologica, la riduzione della putrescibilità del fango si ottiene attraverso una rimozione dei solidi volatili; nella stabilizzazione chimica, invece, si riduce la fermentescibilità inibendo le reazioni biologiche grazie all'innalzamento del pH sino a valori superiori a 12. Gli effetti di questa stabilizzazione sono però temporanei, in quanto la ricarbonatazione della calce ad opera della CO₂ atmosferica causa la progressiva riduzione del pH, con una possibile riattivazione dell'attività dei batteri.

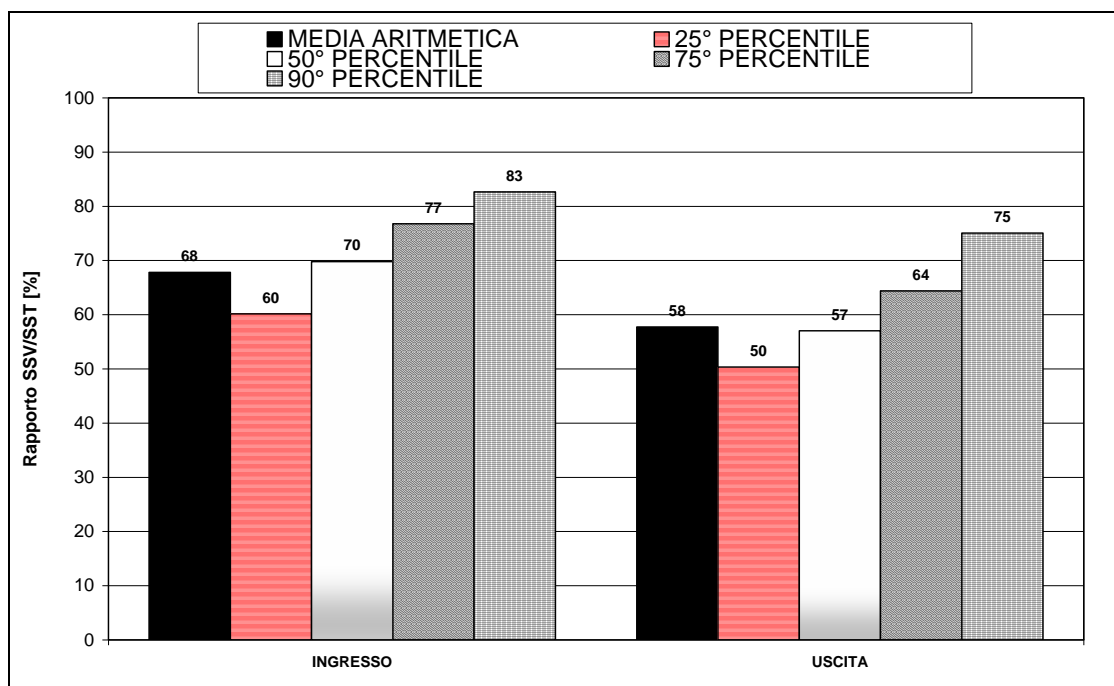


Figura 5. Fanghi in ingresso e in uscita dalle piattaforme conto terzi: rapporto SSV/SST.

Per la valutazione del grado di stabilità dei fanghi, oltre al rapporto SSV/SST, è possibile utilizzare altri metodi quali, ad esempio, le prove con l'acetato di piombo, la misura di gas di digestione, l'ATP (Bonomo, 2008), l'indice di respirazione per la valutazione del consumo di ossigeno rapportato al contenuto di secco del campione (Cossu e Raga, 2008), ecc.

5. CONCLUSIONI

In Regione Lombardia vengono recuperate in agricoltura circa 750.000 t/anno di fanghi; la metà proviene da impianti di depurazione lombardi (ed è pari ad oltre il 50% dei fanghi di depurazione complessivamente prodotti in Regione), l'altra metà proviene da fuori regione. Il riutilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura rappresenta una pratica molto diffusa e pertanto, visti i quantitativi in gioco, da regolamentare e monitorare con attenzione.

La caratterizzazione qualitativa dei fanghi recuperati in agricoltura in Regione Lombardia ha evidenziato che, per quanto riguarda i metalli ed i parametri agronomici, i limiti vengono rispettati già in ingresso alle piattaforme di trattamento per il 98% dei campioni analizzati.

Per ciò che riguarda i parametri microbiologici, si evidenziano, presso le piattaforme, rese di

rimozione sui coliformi fecali mediamente pari al 96% e sulle salmonelle pari al 55%.

L'applicazione di sei differenti scenari di intervento considerando i limiti proposti a livello europeo, nazionale e regionale (Emilia Romagna e Veneto) ha evidenziato gli scenari 1 (riduzione ad 1/5 dei limiti previsti dal D.Lgs. 99/92 e dalla DGR 15944/03) e 3 (opzione 3 "cambiamenti molto significativi" prevista dal Working Document Sludge and Biowaste – 2010) come quelli maggiormente impattanti, in particolare per arsenico, rame e zinco (scenario 1) e nichel e zinco (scenario 3).

In merito al problema delle emissioni odorigene è importante sottolineare che i fanghi in ingresso alle piattaforme di trattamento risultano molto poco stabilizzati (il 50% dei campioni analizzati presenta un rapporto SSV/SST superiore al 70%); in uscita dalle piattaforme i fanghi risultano maggiormente stabilizzati, anche se il 35% circa dei campioni analizzati mostra un rapporto SSV/SST ancora superiore al 60%.

L'introduzione e/o il potenziamento di idonei trattamenti di stabilizzazione è pertanto altamente auspicabile nell'ottica di ridurre i fenomeni di putrescibilità e l'emanazione di odori sgradevoli.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. (2004) Ottimizzazione del trattamento e smaltimento dei fanghi da depurazione delle acque reflue urbane, a cura di G. Bertanza, M. Ragazzi, R. Bianchi. Volume della Collana Ambiente, CIPA Ed., Milano.
- ARPA Veneto (2006). Rapporto sulle attività di recupero di materia ed energia dai fanghi prodotti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane (Linea di Attività 4). Dicembre 2006. (<http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/fanghi/rapporto-d-arpa-veneto.pdf>)
- Bonomo L. (2008) Trattamenti delle acque reflue. McGraw-Hill, ISBN 9788838665189.
- Chu L., Yan S., Xing X.-H., Sun X., Jurick B. (2009). Progress and perspectives of sludge ozonation as a powerful pretreatment method for minimization of excess sludge production. *Water Res.*, vol. 43, 1811-1822.
- Commission of the European Communities (2000). Working document on sludge, 3rd Draft. ENV.E.3/LM, Brussels.
- Commission of the European Communities (2010). Working Document – Sludge and Biowaste. 21 September, Brussels.
- Cossù R., Raga R. (2008). Test methods for assessing the biological stability of biodegradable waste. *Waste Manage.*, vol. 28, 381-388.
- Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Official Journal of the European Union 22 November 2008.
- Domínguez A., Menéndez J.A., Inguanzo M., Pís J.J. (2006). Production of bio-fuels by high temperature pyrolysis of sewage sludge using conventional and microwave heating. *Bioresource Technol.*, vol. 97, 1185-1193.
- Feng X., Lei H.Y., Deng J.C., Yu Q., Li H.L. (2009). Physical and chemical characteristics of waste activated sludge treated ultrasonically. *Chem. Eng. Process.*, vol. 48, 187-194.
- Fytili D., Zabaniotou A. (2008) Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods-A review. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, vol. 12, 116-140.
- Liu Y. (2003). Chemically reduced excess sludge production in the activated sludge process. *Chemosphere*, vol. 50, issue 1, 1-7.
- Montusiewicz A., Lebiocka M., Rozej A., Zacharska E., Pawłowski L. (2010). Freezing/thawing

effects on anaerobic digestion of mixed sewage sludge. *Bioresource Technol.*, vol. 101, 3466-3473.

Nipattummakul N., Ahmed I., Kerdsuwan S., Gupta A.K. (2010). High temperature steam gasification of wastewater sludge. *Appl. Energ.*, vol. 87, 3729-3734.

Piccinini S. Centemero M. (2007) L'integrazione fra la digestione anaerobica e il compostaggio. In "Biogas da frazioni organiche di rifiuti solidi urbani in miscela con altri substrati", atti del 62° Corso di aggiornamento in Ingegneria Sanitaria-Ambientale del Politecnico di Milano, 7-10 maggio 2007, Milano.

Regione Lombardia (2003). Deliberazione Giunta Regionale 30 dicembre 2003 n. 7/15944.

Regione Veneto (2005). Deliberazione Giunta Regionale 9 agosto 2005 n. 2241.

Regione Emilia Romagna (2005). Deliberazione Giunta Regionale 14 febbraio 2005 n. 285.

Saby S., Djafer M., Chen G.-H. (2003). Effect of low ORP in anoxic sludge zone on excess sludge production in oxic-settling-anoxic activated sludge process. *Water Res.*, vol. 37, 11-20.

Sanin F.D., Clarkson W.W., Vesilind P.A. (2008). *Sludge Engineering. The treatment and disposal of wastewater sludge.* DEStech Publications Inc., ISBN 978-1-932078-87-9.

Song Y.-D., Hu H.-Y. (2006). Isolation and characterization of thermophilic bacteria capable of lysing microbial cells in activated sludge. *Water Sci. Technol.*, vol. 54, issue 9, 35-43.

Tokumura M., Katoh H., Katoh T., Znad H.T., Kawase Y. (2009). Solubilization of excess sludge in activated sludge process using the solar photo-Fenton reaction. *J. Hazard. Mater.*, vol. 162, 1390-1396.

Zábranská J., Dohányos M., Jeníček P. Kutil J. (2006). Disintegration of excess activated sludge-evaluation and experience of full-scale applications. *Water Sci. Technol.*, vol. 53, issue 12, 229-236.