



IL SETTORE Fanghi di depurazione

Il contesto europeo

Nel 2018 nell'UE sono state prodotte oltre 6 milioni di tonnellate (Mt) di fanghi di depurazione sotto forma di sostanza secca solida (fonte EUROSTAT), in calo

del 6% rispetto ai valori registrati nel 2017.

Va sottolineato che, a oggi, il riutilizzo in agricoltura risulta essere ancora la soluzione più

adottata in Europa. Sulla base dei dati EUROSTAT (al 2018), il 33% dei fanghi di depurazione viene inviato a spandimento in agricoltura.

La produzione di fanghi in Italia

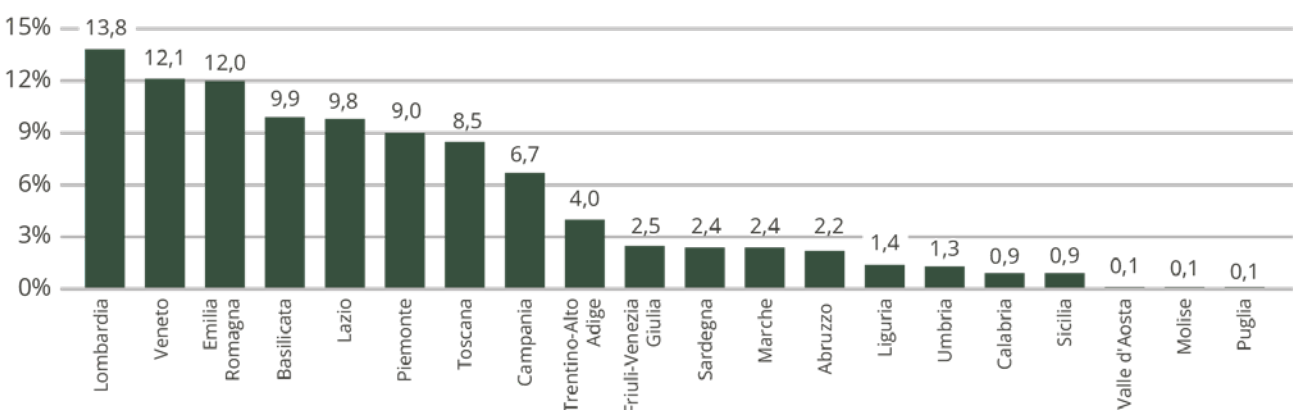
In Italia sono attivi 18.140 impianti di depurazione delle acque reflue urbane (ISTAT, 2018): il 95,7% dei Comuni è depurato da questi impianti, in maniera completa o parziale. Per garantire la tutela delle acque, il sistema nazionale di

depurazione deve arrivare a coprire in breve tempo anche quelli che ne sono attualmente sprovvisti: è completamente assente in circa 340 Comuni italiani, con una popolazione corrispondente di 1,6 milioni di abitanti. È dunque prevedibile

e del tutto auspicabile una crescita dei volumi di acque reflue trattate, con il conseguente aumento dei fanghi di risulta da avviare a successiva gestione. Dai dati ISPRA contenuti nel Rapporto Rifiuti Speciali 2022 si rileva che nel 2020 i quanti-

FIGURA 93 Fonte: ISPRA, 2022

Ripartizione percentuale di fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane **per regione**, 2020 (%)



tativi di fanghi dal trattamento delle acque reflue urbane (codice EER 190805) prodotti sul territorio nazionale sono quasi

3,4 Mt, la cui distribuzione percentuale per regione è riportata nella Figura precedente. La quota maggiore si registra

in alcune regioni del Nord Italia: Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna producono circa il 40% del totale.

La gestione dei fanghi

Nel 2020 la gestione dei fanghi da trattamento acque reflue urbane (Codice EER 190805) ha riguardato un quantitativo pari a oltre 3 Mt.

Alle operazioni di smaltimento è stato avviato il 53,5% del totale gestito, il 44,1% alle operazioni di recupero. Rispetto al 2019 si riscontra una diminuzione della quantità smaltita di

oltre 117 kt, pari a una contrazione del 6,7%, e un aumento della quantità recuperata di circa 55 kt, pari al 4,3%.

È auspicabile che il recupero costituisca la forma di gestione preferenziale in quanto questi materiali hanno caratteristiche fisico-chimiche che li rendono estremamente preziosi per l'agricoltura, in particolare grazie all'elevato contenuto di sostanza organica e di nutrienti. L'attività di lavorazione e trasformazione dei fanghi di depurazione rappresenta dunque un esempio concreto di economia circolare.

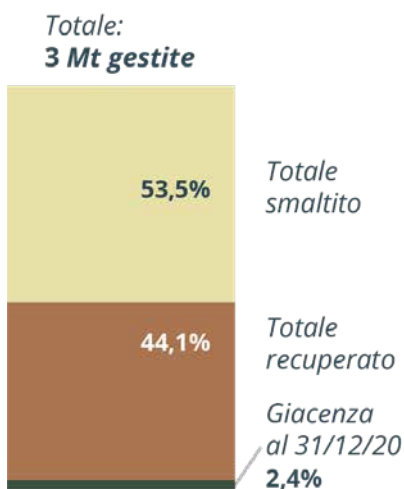
Più nello specifico, tra le varie operazioni di gestione il "Trattamento biologico" è quella prevalente con poco più di 1 Mt, pari al 33,3% del totale gestito e al 62,2% del totale avviato a operazioni di smaltimento. Segue lo "Smaltimento in discarica" a cui sono sottoposte più di 253 kt, corrispondenti rispettivamente all'8,3% e al 15,5%. Il "Trattamento fisico-chimico"

con oltre 178 kt (5,9% e 10,9%). L'incenerimento interessa più di 119 kt (3,9% e il 7,3%).

Per quanto riguarda le operazioni di recupero prevale l'operazione R3 "Riciclo/recupero di altre sostanze organiche" con oltre 995 kt; tale recupero ha interessato il 32,6% del totale gestito e il 74,1% del totale recuperato; segue l'operazione R12 "Scambio di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni da R1- R11", con oltre 232 kt, (rispettivamente 7,6% e 17,3%). Al "recupero di energia" (R1) sono avviate oltre 25 kt (0,8% e 1,9%), mentre il quantitativo avviato al "Trattamento in ambiente terrestre a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia" (R10) è pari a poco più di 87 kt (2,9% e 6,5%).

Infine, al 31.12.2020 rimangono complessivamente stoccati, in operazioni di "Messa in riserva" (R13), "Deposito preliminare" (D15) e giacenza presso i produttori, quasi 73 kt di fanghi, ovvero il 2,4% del totale gestito.

FIGURA 94 Fonte: ISPRA,2022
Forme di gestione dei fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane in Italia, 2020 (t)



Le tecnologie di trattamento per il recupero di energia e materia

Tecnologie per la digestione anaerobica di fanghi

Il processo di digestione anaerobica si svolge tramite una complessa sequenza di trasformazioni biochimiche (idrolisi, acidogenesi, acetogenesi, metanogenesi) che avvengono in assenza di accettori inorganici di elettroni

tipici degli ecosistemi aerobici o anossici (O_2 e NO_3^- , rispettivamente). I cataboliti prodotti in ogni passaggio costituiscono il substrato per quello successivo. I microrganismi anaerobici sono convenzionalmente raccolti in

quattro gruppi funzionali corrispondenti ai passaggi fondamentali della catena trofica.

I digestori anaerobici vengono classificati in: a singola fase o a due fasi a seconda che la fase di idrolisi-acidogenesi sia combi-

nata con la fase di metanogenesi o sia mantenuta separata. Al fine di aumentare la resa in biogas, i fanghi prima della digestione anaerobica possono es-

sere sottoposti a pretrattamenti basati sulla rottura (disintegrazione) delle pareti cellulari, costituite da materiale recalcitrante, provocando così il rilascio

delle sostanze organiche intracellulari facilmente digeribili. La disintegrazione può essere di natura meccanica, chimica, fisica, biologica.

Tecnologie di post-trattamento fanghi e digestato da fanghi-FORSU

Tecnologie di disidratazione

La disidratazione meccanica dei fanghi derivanti dal trattamento delle acque reflue urbane è una operazione cruciale per la riduzione dei volumi e dei costi di smaltimento. La scelta della tecnologia di disidratazione più adatta è fortemente condizionata dalle caratteristiche dei fanghi e dalla loro destinazione finale. Le principali macchine di disidratazione sono: centrifuga, fitopressa, nastropressa, pressa a vite. Recentemente ha riscosso notevole interesse la disidratazione elettroassistita, basata sull'applicazione di un campo elettrico sui fanghi posti fra due elettrodi.

Tecnologie di essiccamento

Per essiccamento dei fanghi s'intende il processo che, posto a valle della disidratazione meccanica, dà luogo a una drastica riduzione del quantitativo di acqua. Le principali tecnologie presenti sul mercato sono l'essiccamento termico e l'essiccamento a serra. L'essiccamento, in genere previsto prima dell'incenerimento, conferisce ai fanghi un potere calorifico tale da garantire l'autosostentamento della combustione, ma presenta costi notevoli.

Tecnologie di gestione del digestato

Una buona pratica comune-

mente adottata prevede che il digestato venga sottoposto a un processo di separazione solido/liquido utilizzando le centrifughe per gli impianti del tipo wet o le filtropresse per gli impianti del tipo dry. Le centrifughe consentono di ottenere una frazione solida con un contenuto di solidi secchi (SS) del 25-35% e una frazione liquida con un contenuto di SS del 3-8% mentre le filtropresse consentono di ottenere una frazione solida con un contenuto di SS del 40-55% e una frazione liquida con un contenuto di SS del 10-20%.

A valle della disidratazione del digestato si originano due flussi: una frazione liquida chiarificata a basso contenuto di solidi, che mediamente rappresenta l'80-90% del volume totale di partenza, ricca in nutrienti (soprattutto azoto); una frazione solida che richiede, prima dell'uso agronomico, di essere trasformata in compost.

Trattamenti termici

Nell'Unione europea la tendenza delle opzioni di trattamento dei fanghi di depurazione mostra una riduzione dell'utilizzo agronomico e un progressivo incremento dell'incenerimento. Gli impianti di mono-incenerimento (cosiddetti perché i fanghi sono inceneriti in impianti a essi dedicati) sono alimentati con fanghi generalmente disidratati in centrifughe che con-

sentono di ottenere un tenore di secco generalmente compreso nell'intervallo 23-27% e, come tale, non sufficiente a raggiungere le condizioni minime per la combustione.

Una soluzione alternativa al mono-incenerimento è il co-incenerimento in termovalorizzatori che trattano i materiali provenienti dalla frazione secca riciclabile e il rifiuto residuale della RD dei rifiuti solidi urbani; in questo caso è necessario verificare la capacità residua dei termovalorizzatori e la fattibilità tecnica. I fanghi possono anche essere conferiti in cementifici dove sono utilizzati come co-combustibile.

Sistemi termochimici

Ossidazione a umido

Il processo è basato sulla ossidazione ad alta temperatura e pressione di composti organici, disciolti o sospesi in soluzione acquosa, in presenza di un ossidante (aria, ossigeno, perossido di idrogeno).

Pirolisi

Consiste in una decomposizione termochimica ottenuta mediante applicazione di calore in condizioni di completa assenza di ossigeno.

Gassificazione

Un processo innovativo di va-

lorizzazione energetica e di drastica riduzione del volume dei fanghi di depurazione è

rappresentato da un pre-essiccamento seguito da gassificazione dei fanghi essiccati

consistente nella reazione con vapore e aria a temperature di 650-720 °C.

Le problematiche e le potenzialità di sviluppo del settore

Nodi critici e azioni da promuovere

Gli spunti di riflessione di seguito riportati fanno riferimento a quelle che, allo stato attuale, sono le principali operazioni di riutilizzo materiale condotte sui fanghi di depurazione delle acque reflue urbane: spandimento su terreni agricoli, previa stabilizzazione, preferibilmente anaerobica; recupero di nutrienti, in primis fosforo; produzione di composti organici di interesse industriale, previa scomposizione della sostanza organica complessa che costituisce i fanghi.

- Il primo aspetto che può concorrere alla promozione del loro riutilizzo è che vengano prodotti con caratteristiche compatibili. Rimuovere dai fanghi composti indesiderati quali metalli pesanti o sostanze organiche tossiche, ad esempio mediante trattamenti quali il lavaggio con acqua o solventi organici, comporta costi che rendono non economico il riutilizzo. Poiché la qualità dei fanghi dipende dalla qualità delle acque reflue urbane dalle quali traggono origine, risulta essenziale che siano rispettati i vincoli che i gestori delle reti di raccolta delle acque reflue urbane impongono agli utenti, siano essi singoli cittadini, industrie, esercizi commerciali, aziende che erogano servizi, ecc. Un tale risultato può essere ottenuto solo se si ha una approfondita conoscenza della rete e delle utenze e se si mette in campo una puntuale azione di control-

lo, accompagnata da un sistema sanzionatorio che contribuisca a favorire comportamenti rispettosi delle regole.

- Un secondo aspetto è rappresentato dal livello di gradimento del riutilizzo dei fanghi o di composti da loro derivati. Limitando l'analisi al caso del riutilizzo agricolo, gli aspetti maggiormente critici riguardano lo spandimento in campo dei fanghi e gli effetti indesiderati dovuti a un insufficiente grado di stabilizzazione. A oggi sono sostanzialmente due le modalità di riutilizzo agricolo: spandimento dei fanghi tal quali, previa riduzione del loro contenuto di umidità, e spandimento di fanghi trasformati nei cosiddetti "gessi o carbonati di defecazione", ottenuti aggiungendo composti chimici per integrare la loro capacità ammendante con quella correttiva del pH dei terreni interessati. Dato il basso costo del trattamento e i vantaggi derivanti dal fatto che sia il trattamento sia lo spandimento in campo non sono sottoposti alla disciplina dei rifiuti, i gessi e i carbonati di defecazione stanno acquisendo notevole diffusione, diventando in alcune regioni del Nord Italia la forma prevalente di gestione dei fanghi. Contemporaneamente sono cresciute le preoccupazioni, alimentate da proteste di singoli cittadini e di loro comitati: si lamenta l'emana-

zione dei gessi sia dopo la loro collocazione sui terreni e si teme che la produzione di gessi possa nascondere operazioni illecite di smaltimento di rifiuti pericolosi.

Alcune Regioni sono intervenute per aumentarne la sicurezza, integrando con propri provvedimenti la normativa nazionale. Considerate però le difficoltà che le Regioni incontrano, essendo la materia di competenza nazionale, appare opportuno che il Ministero della Transizione Ecologica, dopo confronto con le Regioni, riveda i contenuti del D.Lgs. 75/2010, stabilendo regole, in particolare per quanto riguarda i requisiti di qualità, le autorizzazioni e i controlli, che contribuiscano a superare le attuali difficoltà.

- Il terzo aspetto è di carattere economico. Le operazioni di gestione dei fanghi hanno costi crescenti in relazione alle complessità e qualità delle operazioni. Non sempre i costi sono compatibili con la tariffa e la ricerca da parte dei gestori di soluzioni a basso costo è costante, prova ne sia il successo appunto dei cosiddetti gessi di defecazione. Sul tema occorrerebbe fare una seria riflessione, individuando i benefici che una gestione di qualità dei fanghi comporta e mettendo in campo una politica di sostegno economico ai soggetti che si proponessero di adottarla.

Nuove frontiere. La gestione sostenibile dei fanghi di depurazione: il caso Acqua&Sole

L'impianto di trattamento Acqua&Sole rappresenta un caso unico in Europa per dimensioni e processo applicato, ed evidenzia che l'uso del digestato può rappresentare un'alternativa sicura e rispettosa dell'ambiente, ponendosi come esempio di servizi ambientali necessari per un'agricoltura sostenibile nelle aree periurbane. Il digestato costituisce infatti un fertilizzante organico da utilizzare come fonte di nutrienti e di carbonio nelle aree agricole in Lombardia.

L'impianto di digestione anaerobica Acqua & Sole (A&S) è a Vellezzo Bellini (Pavia) in un'area dedicata alla coltivazione di cereali, principalmente riso. L'impianto A&S riceve i fanghi degli impianti di depurazione municipali come materia prima principale (conferiti per la maggior parte in forma disidratata e parzialmente stabilizzata), oltre ad altre tipologie in misura minoritaria (15% del totale) di fanghi di origine agroindustriale e altri rifiuti liquidi.

L'impianto è autorizzato per il trattamento di 120 kt di materia prima organica/anno e recentemente per un revamping fino a 170 kt/anno. È stato autorizzato dalla Provincia di Pavia, configurandosi come impianto di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Ciclo di trattamento applicato

I fanghi in ingresso, a seguito delle operazioni di ricezione e pesa, vengono conferiti in vasche di raccolta all'interno di un capannone, posto in leggera depressione per evitare la fuoriuscita di odori. L'aria aspirata viene inviata a un biofiltro dedicato.

Dalle vasche, i fanghi vengono prelevati e caricati su una tramoggia che funge da sistema di pesa e favorisce la separazione dei corpi estranei presenti.

Successivamente, i fanghi vengono riscaldati me-

dante iniezione di vapore e pompati a tre digestori che lavorano in serie e in condizioni termofile, consentendo di ottenere un digestato in uscita altamente stabilizzato e igienizzato, previo attento controllo dei livelli di ammoniaca per prevenire condizioni di inibizione del processo. L'azoto rimosso viene intrappolato da una soluzione di acido solforico per formare solfato di ammonio (7,5% N), prodotto fertilizzante accettato e commercializzato come alternativa ai fertilizzanti chimici.

Il biogas prodotto viene raccolto al di sotto di cupole gasometriche poste su ciascuno dei tre digestori e inviato a un impianto di cogenerazione. Nel 2020, la produzione specifica dell'impianto è risultata pari a 38 m³ di biogas per tonnellata di materia prima. Il consumo in loco di elettricità e calore è interamente coperto dall'energia proveniente dal biogas stesso mentre l'energia elettrica in eccesso viene immessa in rete.

Gestione del digestato

Il digestato prodotto viene raccolto in vasche di stoccaggio dedicate, per essere successivamente inviato al recupero in agricoltura come ammendante e fertilizzante.

L'operazione di spandimento in campo avviene nel rispetto delle procedure previste in sede autorizzativa per il recupero R10. L'azienda ha una forte attenzione al riciclo dei nutrienti con particolare cura allo sviluppo di un efficiente sistema di distribuzione del digestato: è stato sviluppato un sistema automatizzato per l'iniezione diretta sub-superficiale in campo, tale da consentire di calibrare il dosaggio di prodotto desiderato in base alla specifica coltura presente. L'obiettivo è massimizzare gli effetti di fertilizzazione e ridurre al minimo gli odori e le emissioni di ammoniaca in campo.