

GESTIONE DEI FANGHI DI DEPURAZIONE: UN PUZZLE DA RISOLVERE TRA PRINCIPI TEORICI E REALTÀ

Ludovico Spinosa

CNR, CEN/TC308, ISO/TC275, IWA Fellow, Bari.

INTRODUZIONE

È ben noto come la gestione dei fanghi di depurazione sia un importante problema che caratterizza la società attuale come conseguenza della sempre maggiore estensione di reti fognarie e del crescente numero di nuovi impianti di depurazione e/o riqualificazione di strutture esistenti. A questo si aggiunge l'aumento dei vincoli ambientali e l'introduzione di normative sempre più stringenti e, nelle società in via di sviluppo, la crescente disponibilità di acqua corrente per uso domestico, che comporta la necessità di attivare le relative azioni finalizzate alla sua gestione post-uso.

Purtroppo, il problema dei fanghi di depurazione si materializza solo quando il danno, ossia la loro produzione, è già avvenuto, senza aver preventivamente individuato la più idonea modalità per la loro gestione. E questo perché, tra i tanti fattori che influenzano la gestione dei fanghi, vengono spesso considerati solo quelli più evidenti, in una ottica prettamente immediata e localistica e, quindi, chiaramente limitata perché escludente fattori non trascurabili nel rispetto di principi teorici di valore generale ed assoluto.

Premesso che la situazione si è notevolmente evoluta negli ultimi anni, passando da soluzioni indirizzate al semplice smaltimento del fango verso soluzioni indirizzate al suo recupero/riutilizzo, appare quindi necessario modificare il modo di affrontare la problematica trattandola come un "puzzle" formato da diverse tessere che, seppur di diversa importanza ai fini della immagine finale, devono tutte essere comunque collocate in modo appropriato per poter ottenere una corretta immagine finale.

In tale ottica occorre, altresì, prevedere la distinzione tra "tessere di inquadramento", ossia prive su almeno un lato della sporgenza e/o dell'incavo per l'incastro con le tessere adiacenti, che costituiscono i limiti all'interno dei quali vanno collocate tutte le altre "tessere specifiche".

Del contenuto delle tessere come sopra classificate se ne fa, nel seguito, una sintetica analisi.

TESSERE DI INQUADRAMENTO

Sistemi sostenibili

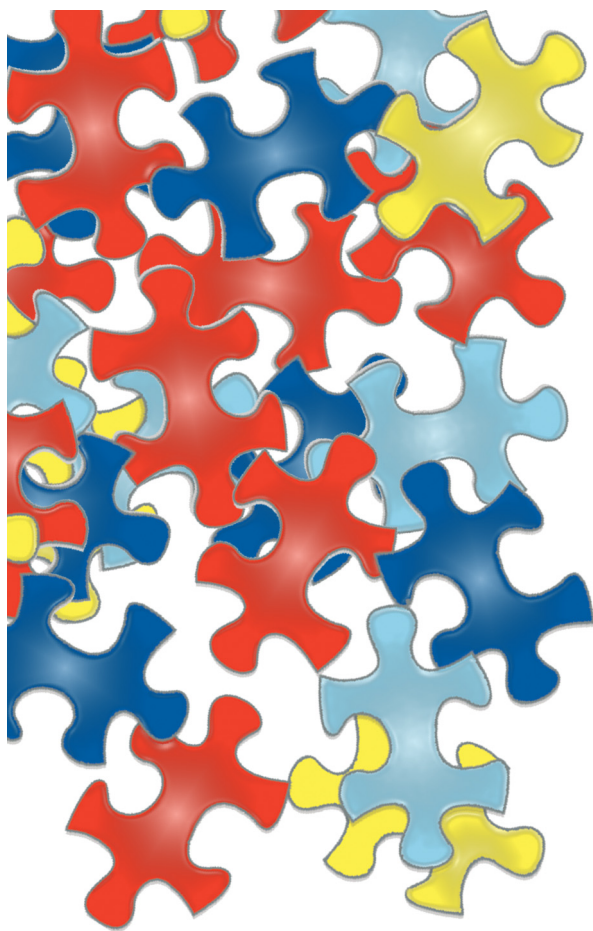
Strategie di gestione con un minore impatto sull'ambiente sono diventate di grande attualità nel quadro dello sviluppo di "sistemi sostenibili", in grado cioè di soddisfare contemporaneamente le tre condizioni di sostenibilità (ambientale, economica e sociale) al fine di evitare che le future generazioni non possano sopperire alle proprie esigenze.

Tuttavia, due questioni fondamentali rendono problematico il trasferimento del principio *teorico* di sostenibilità alla *realtà* pratica. Il primo è che tale principio, pur essendo chiaro ed unico nel suo significato, non è supportato da altrettanto chiare ed univoche "quantificazioni numeriche", il secondo è che il concetto di sostenibilità è sempre "relativo, non assoluto" poiché dipende dai limiti considerati per il sistema, che devono includere tutti i processi e le operazioni che compongono lo stesso "nel suo complesso" e non solo una parte di esso.

Economia circolare

Con il termine "economia circolare" si definisce un sistema economico pensato per potersi rigenerare da solo. In particolare, secondo la definizione data dalla Ellen Mac Arthur Foundation, in un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: quelli "biologici", che vengono reintegrati nella biosfera, e quelli "tecnici", destinati ad essere rivalorizzati direttamente, cioè senza entrare nella biosfera.

Da questa definizione di tipo concettuale si fa spesso, ed erroneamente, discendere una rappresenta-



zione grafica di ogni ciclo consistente in un cerchio completamente chiuso senza considerare che ogni ciclo è inevitabilmente caratterizzato da una “perdita”, cioè dalla produzione di un rifiuto, da rimpiazzare con nuova “risorsa”.

È, quindi, evidente come la sfida sia quella di ridurre la fase “rifiuto” per ridurre contestualmente la fase di “nuova risorsa” da impiegare, per ristabilire in maniera *quantitativa*, e non solo *qualitativa*, il complessivo bilancio di “massa/energia”, considerato che le dinamiche di reintegrazione dei flussi biologici nella biosfera e di rivalorizzazione diretta dei flussi tecnici possono essere, e generalmente lo sono, sostanzialmente diverse da quelle di acquisizione di nuova risorsa e di produzione di nuovo rifiuto.

Reversibilità dei processi

Altro aspetto da considerare è che tutte le trasformazioni operate dall’uomo sono “non perfette” o “non completamente reversibili” in quanto soggette ai “3 Principi della termodinamica”.

In particolare, semplificando:

- il 1° Principio, nell’affermare che nulla si crea e nulla si distrugge, ma “tutto si trasforma”, so-

stanzialmente rileva che i processi di trasformazione consentirebbero teoricamente di rimettere tutto in ciclo, salvo poi doverne verificare la pratica realizzabilità;

- il 2° Principio, meglio conosciuto come principio dell’entropia, afferma che qualsiasi trasformazione umana comporta sempre un “aumento dell’entropia”, con produzione di qualcosa il cui stato fisico è più *disordinato* di quello di partenza;
- il 3° Principio, afferma di fatto l’impossibilità del “moto perpetuo”, con la conseguenza che non solo c’è sempre qualcosa che non può essere recuperata, ma che più si riduce ciò che è irrecuperabile più aumenta la relativa concentrazione, ossia la difficoltà di eliminazione.

TESSERE SPECIFICHE

Contesto locale

I fanghi sono prodotti in “contesti locali” molto diversificati che, pertanto, richiedono soluzioni specifiche legate alle priorità economiche, politiche e socio-culturali locali, nonché alla disponibilità di strumenti tecnici ed operativi non sempre disponibili per tutti e dappertutto.

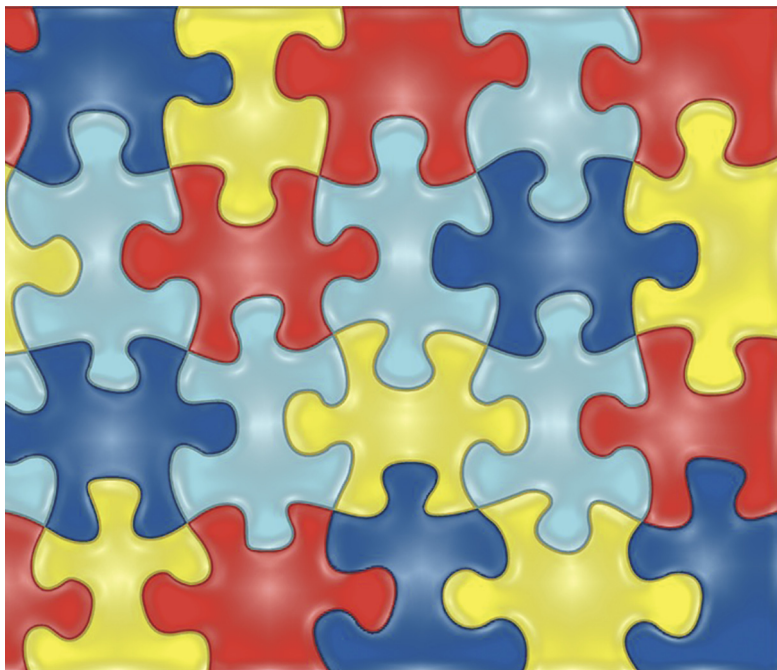
In effetti, i paesi sviluppati possono imporre requisiti più specifici per l’utilizzo dei fanghi sul terreno o per trattarli mediante processi termici, mentre nei paesi in via di sviluppo potrebbe essere più semplice l’applicazione diretta dei fanghi all’origine, ponendo però seri rischi per l’uomo e l’ambiente.

Inoltre, in uno stesso contesto nazionale o regionale, gli approcci possono spesso essere diversi a seconda delle esigenze di ciascuna comunità locale.

Effetto locomotiva

Secondo gli approcci più tradizionali, i fanghi sono generalmente considerati come “l’ultimo vagone” del treno del ciclo delle acque e non la “locomotiva”.

E questo può rivelarsi totalmente sbagliato perché la selezione della catena di trattamento più appropriata da adottare per il trattamento delle acque reflue è fortemente determinata dalle opzioni di riutilizzo/smaltimento dei fanghi finali che devono essere coerenti con lo specifico contesto locale.



Ottimizzazione di sistema

Un'altra considerazione da non trascurare è che un sistema costituito da una sequenza di processi ottimizzati individualmente non implica necessariamente un "sistema ottimizzato nel suo complesso".

Infatti, una volta definito l'obiettivo della ottimizzazione, ad es. quantità o concentrazione finale dei fanghi, o consumo energetico, o costi di impianto e/o gestione, ecc., "l'uscita" da una operazione costituisce "l'entrata" della operazione successiva che, ovviamente, vincolerà la individuazione di una uscita ottimale per l'operazione in sé, ma con il rischio che non sia ottimale per l'insieme delle due operazioni, e così via.

Un banale esempio è costituito dalla ottimizzazione del livello di concentrazione in solidi per una operazione di disidratazione ottenuta senza considerare la successiva operazione, ad es. trattamento termico o smaltimento in agricoltura, per le quali sono richiesti livelli di concentrazione evidentemente differenti.

Minimizzazione della produzione

Strettamente collegata alla precedente è la questione relativa agli interventi finalizzati alla "minimizzazione" della quantità di fanghi prodotta.

Infatti, sarebbe assolutamente improduttivo, oltre che inutile, spingere verso la produzione di una quantità minima "in assoluto" di fanghi, dovendo invece la stessa essere "compatibile" con la sua

destinazione finale e il miglior bilancio energetico/materiale complessivo, al fine di evitare che i consumi energetici dei processi tesi a ridurre la quantità, ad es. disintegrazione prima della digestione anaerobica, possano essere superiori alla energia complessiva che sarebbe stato possibile recuperare dalla digestione anaerobica senza preventiva riduzione.

Aspetti logistici

Altre tessere relative agli "aspetti logistici" specifici locali, quali le modalità di trasporto dei fanghi e la centralizzazione degli impianti, non devono essere considerate di secondaria importanza.

In particolare, l'adozione di diversi "sistemi di trasporto", quali automezzi, chiatte, ferrovie e tubazioni, potrebbe aiutare nell'ottimizzazione dell'intero sistema in funzione della situazione orografica e infrastrutturale locale.

D'altra parte, i "sistemi centralizzati" comportano alcuni vantaggi, quali economia di scala, ottimizzazione dei costi di logistica, bassi livelli di scorte di sicurezza, e alcuni svantaggi, quali maggiori costi di trasporto da satelliti a centrale, installazioni con maggiori livelli di stoccaggio, maggiore impatto sull'ambiente circostante, che sono da valutare attentamente.

Norme realistiche

Considerato che i requisiti normativi influenzano pesantemente, con l'introduzione di vincoli e limiti, qualsiasi ricerca di soluzione ottimale, una gestione dei fanghi regolare ed ecologicamente sicura richiede lo sviluppo di "normative realistiche e applicabili" appropriate alle circostanze locali.

Occorre, infatti, evitare l'introduzione di limiti:

- *consigliati o troppo generici*, quindi difficili da applicare e da sanzionare in un corretto monitoraggio;
- *non sufficientemente differenziati e/o non giustificati* ancorché precisamente quantificati.

Standardizzazione

Lo sviluppo di metodi e procedure di "caratterizzazione standardizzate" deve essere considerato

un prerequisito necessario per lo sviluppo di una regolamentazione sostenibile dei fanghi, in quanto procedure ben definite e standardizzate consentono:

- il soddisfacimento in modo corretto e uniforme dei requisiti normativi;
- la corretta esecuzione delle operazioni di utilizzo e/o smaltimento dei fanghi;
- la acquisizione della fiducia di cittadini, operatori e legislatori.

Proprietà fisiche

In relazione alla caratterizzazione, le “*proprietà fisiche*” sono spesso considerate di importanza secondaria rispetto a quelle chimiche e biologiche. Questo è fondamentalmente sbagliato perché la conoscenza delle proprietà fisiche consente la previsione del comportamento dei fanghi quando sottoposti a quasi tutte le operazioni di trattamento e smaltimento, ad es. stoccaggio, pompaggio, trasporto, disidratazione, essiccamento, incenerimento, discarica, ecc.

Tuttavia, molti dei suddetti parametri sono specifici del metodo di trattamento e non sono in grado di fornire informazioni fondamentali o di base sulle caratteristiche dei fanghi come, invece, sono in grado di fare altri parametri, quali:

- le “*proprietà reologiche*”, che sono importanti nella valutazione della consistenza fisica (liquida, pastosa, solida) dei fanghi;
- la “*distribuzione granulometrica*”, che consente di ottimizzare le operazioni di sedimentazione, ispessimento e disidratazione;
- la “*distribuzione dell’acqua*”, che fornisce importanti informazioni sul livello di energia da spendere e sul sistema più appropriato da adottare per una efficiente separazione solido/liquido.

ALTRE TESSERE

Altre tessere necessarie per un completamento soddisfacente del puzzle sono quelle relative a:

- limitazione alla fonte di sostanze nocive che entrano nell’impianto di depurazione;
- adozione di più opzioni di destinazione finale in modo da potersi adattare alla possibile variabilità del mercato locale;
- coinvolgimento dei cittadini e delle parti interessate in un dialogo aperto e permanente basato sulla fiducia e sul rispetto reciproco.

SOLUZIONE DEL PUZZLE

Quanto sopra ha evidenziato che la corretta gestione dei fanghi vada in sostanza vista come un “*puzzle*” da risolvere tra principi teorici e realtà, ciascuno rappresentato da tessere dalla cui corretta collocazione può derivare una piacevole immagine finale.

In questa ottica, i fanghi andrebbero considerati come la “*locomotiva*” del treno dell’intero ciclo dell’acqua e non “*l’ultimo vagone*” come generalmente accade negli approcci tradizionali. Questo diverso approccio dovrà, in particolare, richiedere:

- l’utilizzo di procedure tecnicamente, ecologicamente ed economicamente fattibili per ridurre la quantità di fanghi al livello più appropriato, e non necessariamente a quello minimo;
- la attivazione di modalità di gestione in grado di massimizzare i livelli di riciclo/recupero;
- lo sviluppo di sistemi operativi adeguati alle situazioni locali e specifiche del sito;
- la definizione di sistemi composti da processi energeticamente autosufficienti, o a basso impatto energetico, allo scopo di ottimizzare l’intero sistema, nel suo complesso;
- lo sviluppo di normative realistiche e applicabili al contesto locale, nonché supportate da procedure standardizzate di caratterizzazione e linee guida di buona pratica di gestione.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Dentel S. (2009) Does Sludge Have a Future? Presentation at the 12th IWA Sludge Conf. – Sustainable Management of Water & Wastewater Sludges 2009, Harbin Inst. of Tech., Harbin (China), August 8-10.
- Spinosa L. (2007) Status and perspectives of sludge management”. Proc. IWA Spec. Conf. “Moving forward Wastewater Biosolids Sustainability: Technical, Managerial, and Public Synergy”, 103-108, Moncton (New Brunswick, CAN), June 24-27.
- Spinosa L. (2012) The future of biosolids management: where are we headed”. Water21, Wastewater Treatment Supplement – Technology Review 2012, December 12-13.
- Spinosa L. (2016) Standardized characterization procedures: a necessary support to regulations. Water Science & Technology, 74.1: 220-228.