

Valutazione stabilità biologica dei fanghi per uso agricolo come misura del potenziale odorigeno

Protocollo operativo

Indice

Introduzione

Protocollo di sperimentazione

- 1. Caratterizzazione di fanghi ante e post processo di stabilizzazione*
- 2. Il modulo fanghi di ORSO*
- 3. Impegni e ruoli degli aderenti al protocollo*
- 4. Glossario e specifiche per la determinazione analitica dei parametri oggetto di valutazione*
- 5. Procedure per il campionamento e l'analisi dei campioni*

Appendice 1: campionamento

Appendice 2: metodiche

Appendice 3: fac simile scheda per la trasmissione dei dati

Appendice 4: fonti

Appendice 5: modulo di adesione al protocollo

Introduzione

Il presente protocollo operativo si inserisce nell'ambito della valutazione, a livello regionale, della stabilità biologica dei fanghi per uso agricolo come misura del potenziale odorigeno.

Si colloca anche nell'ambito dell'aggiornamento della d.g.r. 2031/2014, recante le Linee Guida regionali in materia di trattamento e utilizzo in agricoltura dei fanghi, attualmente in corso di revisione: la delibera prevede attualmente la misura del parametro SSV/SST sui fanghi da utilizzare come misura per il contenimento delle emissioni odorigene, il cui valore deve essere < 60% per i fanghi definiti di "alta qualità" e < 65% per i fanghi definiti "idonei".

Dopo i primi anni di applicazione del parametro SSV/SST si rende opportuno valutare se tale parametro possa essere eventualmente sostituito o integrato con altre misurazioni, al fine di assicurare una progressiva migliore garanzia di assenza di molestie olfattive soprattutto in corso di attività di recupero R10 dei fanghi trattati.

Studi compiuti negli ultimi anni hanno infatti mostrato una correlazione tra grado di stabilità biologica di una biomassa e potenziale odorigeno. Inoltre, recenti acquisizioni (Gruppo Ricicla, 2023: Biomass Hub - Studio relativo all'effetto dei processi di stabilizzazione di fanghi e gessi di defecazione messi a punto da Agromatrici su scala reale. Determinazione della stabilità biologica con approcci aerobici (IRD e IRR) e anaerobici (biogas potenziale). Misura del potenziale odorigeno (POR FESR 2014-2020 - Call HUB Ricerca e Innovazione) hanno evidenziato che l'impatto odorigeno negativo può derivare anche da fenomeni di tipo chimico-fisico.

È assodato pertanto che un fango con una stabilità biologica elevata avrà un basso impatto odorigeno.

Si è dunque deciso di effettuare un monitoraggio della durata di dodici mesi che preveda la caratterizzazione dei fanghi provenienti direttamente dagli impianti di depurazione nonché dei fanghi trattati in impianti per poi essere utilizzati in agricoltura, sottoponendoli alla determinazione analitica di specifici parametri e stabilire la loro possibile correlazione con l'impatto odorigeno. Il che consentirebbe, a fine sperimentazione, di ottenere una banca dati che permetta l'identificazione di un indice di stabilità biologica per la misura indiretta della potenzialità odorigena, la definizione dei valori limite di accettabilità e la messa a punto di metodiche consolidate.

I fanghi di depurazione, in relazione al loro recupero (R10) in agricoltura, sono regolamentati, a livello nazionale, dal d.lgs. n. 99/1992, con il quale è stata recepita la Direttiva 86/278/CEE "concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura".

Tale normativa necessita tuttavia di essere aggiornata ed integrata per essere adeguata alle nuove conoscenze tecnico-scientifiche sull'argomento. In tal senso è intervenuta la Regione Lombardia attraverso l'emanazione di linee guida.

La disciplina regionale quadro in materia di rifiuti attualmente vigente in Regione Lombardia è dettata dalla L.R. n. 26/2003 e, in virtù dell'art. 17 in essa contenuto, con la d.g.r. 2031/2014, la Regione ha appunto emanato le linee guida contenenti i criteri in materia di trattamento e utilizzo a beneficio dell'agricoltura dei fanghi di depurazione delle acque reflue di impianti civili ed industriali. Tali linee guida sono state via via integrate con successivi provvedimenti (d.g.r. 5269/2016, d.g.r.7076/2017, d.d.u.o. 6665/2019 e d.g.r. 1777/2019).

I provvedimenti regionali, necessari per regolare aspetti non previsti dalla normativa sovraordinata e per garantire un elevato livello di tutela ambientale, sono volti anche a contenere le molestie olfattive, oltre che ad individuare le caratteristiche qualitative necessarie ai fini dell'impiego agronomico dei fanghi (anche in recepimento del D.L. 109/2018, cd "Decreto Genova") e ad individuare i rifiuti ammissibili allo spandimento in agricoltura.

PROTOCOLLO DI SPERIMENTAZIONE

La sperimentazione ha per oggetto le seguenti matrici:

- fanghi provenienti dagli impianti di depurazione dei reflui, in ingresso agli impianti di trattamento, inclusi fanghi compositi ottenuti dall'unione di fanghi provenienti da più impianti;
- fanghi trattati provenienti da impianti di trattamento, destinati a spandimento in agricoltura (EER 190599 e 190699).

Altre matrici quali, in particolare gessi di defecazione da fanghi, ma anche matrici zootecniche come letame e liquami bovini e suini, digestato agricolo e agro-zootecnico, pollina, ammendante compostato da fanghi, misto e compost, non sono oggetto del presente protocollo, ma serviranno come utile confronto e benchmark attraverso l'utilizzo di dati di letteratura già esistenti, facilmente recuperabili con background scientifico oppure tramite la messa a disposizione di analisi a titolo volontario da parte dei soggetti aderenti al presente protocollo.

La sperimentazione viene effettuata nell'ambito dell'Osservatorio per il Clima, l'Economia Circolare e la Transizione Ecologica grazie alla collaborazione tra i gestori degli impianti di trattamento fanghi, l'Università degli Studi di Brescia, l'Università degli Studi di Milano e il Politecnico di Milano, ARPA Lombardia e Regione Lombardia - DG Ambiente e Clima e Province, come meglio specificato al successivo punto 3.

L'adesione alla sperimentazione è su base volontaria.

I gestori del Servizio Idrico Integrato (SII) possono partecipare, sempre su base volontaria, in particolare per il reperimento dei dati relativi ai fanghi in ingresso agli impianti di trattamento (ossia in uscita dagli impianti di depurazione dei reflui); tale eventuale partecipazione può avvenire sia tramite la messa a disposizione di analisi di tali fanghi, sia tramite compartecipazione economica con i gestori degli impianti di trattamento fanghi (in questo ultimo caso l'adesione dovrà essere comunicata comunque dal gestore dell'impianto di trattamento fanghi che curerà la trasmissione dei dati, informando della compartecipazione economica in atto).

In ogni caso, anche nel caso di una mancata partecipazione in forma diretta dei gestori del SII, si ritiene necessario che essi siano informati su quali fanghi/rifiuti, provenienti dagli impianti di depurazione dei reflui saranno campionati in ingresso agli impianti di trattamento e oggetto della presente sperimentazione, al fine di garantirne la massima trasparenza.

1. Caratterizzazione di fanghi ante e post processo di stabilizzazione

La sperimentazione prevede il campionamento diretto di fanghi di diversa provenienza presso le stazioni riceventi (impianti di trattamento fanghi).

Il campionamento viene effettuato sia sul fango proveniente dagli impianti di depurazione (quindi non ancora trattato) sia a valle del processo di stabilizzazione/trattamento, sul fango pronto per l'impiego in agricoltura.

L'obiettivo della sperimentazione è, come detto, l'identificazione di un indice di stabilità biologica per la misura indiretta della soglia olfattiva (odore potenziale indicativo) dei fanghi, anche eventualmente in comparazione con altre matrici utilizzate in agricoltura (dati eventualmente forniti a titolo volontario o reperiti in letteratura).

A tal proposito si propone di fare riferimento ai valori di odore potenziale e ai corrispondenti valori di stabilità biologica di fanghi trattati in impianti di digestione anaerobica; infatti, tale trattamento viene considerato un valido riferimento dal momento che è stato oggetto di molteplici studi e ha dimostrato di consentire una forte riduzione del potenziale odorigeno delle matrici trattate.

Utilizzando, per orientarsi, tali valori benchmark, si potranno valutare i risultati relativi ai fanghi non trattati e ai fanghi trattati traendone le prime conclusioni.

I fanghi, campionati come sopra descritto, sono sottoposti alle seguenti determinazioni analitiche:

- Solidi totali (ST)
- Solidi volatili (SV)
- SV/ST
- pH

- Azoto ammoniacale
- Indice di Respirazione Dinamico (potenziale e reale)
- Produzione biogas potenziale (Anaerobic Biogasification Potential - ABP)
- Concentrazione di odore (EN 13725: 2022]
- Tasso di assorbimento di ossigeno (Oxygen Uptake Rate) OUR

Le metodiche di campionamento e di analisi sono riportate in Appendice 2.

Per ogni matrice trattata deve essere predisposta una “scheda di processo”, da compilare secondo il fac simile in allegato.

Le analisi effettuate nell’ambito della sperimentazione non avranno valore fiscale e di verifica di conformità normativa, in quanto oggetto di sperimentazione a valore scientifico.

Il protocollo potrà essere successivamente esteso anche per valutare parametri diversi o integrativi, in particolare per la fitotossicità.

Gli operatori aderenti al presente protocollo possono, comunque, decidere di analizzare fin da subito ulteriori parametri di analisi, precisando la motivazione della scelta, nell’ottica di fornire una caratterizzazione complessiva del fango anche con riferimento, ad esempio, alle proprietà di apportare nutrienti al suolo.

2. Il modulo fanghi di ORSO

Il Modulo Fanghi è una sezione implementata da ARPA Lombardia all’interno dell’applicativo O.R.SO. (Osservatorio Rifiuti Sovraregionale) e finalizzata alla gestione digitale delle notifiche previste per l’attività di recupero fanghi in agricoltura e delle richieste di nulla osta per l’utilizzo di nuovi terreni agricoli per il recupero R10 di fanghi/rifiuti trattati da parte dei gestori di impianti.

Mediante la compilazione del modulo fanghi di O.R.SO. sono assolti gli obblighi di comunicazione che riguardano, tra gli altri, una relazione annuale riassuntiva sui quantitativi di fanghi utilizzati in agricoltura, le specifiche caratteristiche delle colture coinvolte nonché l’invio delle analisi dei terreni. Questa sezione di O.R.SO, dunque, rappresenta una fonte di dati organizzati e facilmente elaborabili relativi all’utilizzo dei fanghi in agricoltura ed alle loro caratteristiche di spandimento.

Come stabilito dalla d.g.r. 2031/2014, i gestori sono tenuti a svolgere e consegnare periodicamente agli Enti di controllo le analisi sui fanghi per la determinazione delle loro proprietà agronomiche, delle concentrazioni di inquinanti e di metalli pesanti nonché dei parametri biologici e microbiologici. I valori di tali dati analitici servono a caratterizzare i “fanghi di alta qualità” ed i “fanghi idonei” avviati all’utilizzo in agricoltura. Queste analisi rappresentano una buona fonte di dati dalla quale si potrà attingere ai fini del monitoraggio oggetto del protocollo.

Tra i parametri analitici da determinare sui fanghi vi è anche il parametro SSV/SST, di cui dunque si avrà a disposizione una banca di partenza dati utile ai fini della nuova sperimentazione.

3. Impegni e ruoli degli aderenti al protocollo

Il Protocollo è un progetto sviluppato nell'ambito del tavolo monotematico sulla stabilizzazione dei fanghi, correlato ai lavori del Tavolo Fanghi dell'Osservatorio Regionale per il Clima, l'Economia Circolare e la Transizione Ecologica, nell'ambito del quale forniscono un contributo scientifico i professori Fabrizio Adani dell'Università degli Studi di Milano, Giorgio Bertanza dell'Università degli Studi di Brescia e Roberto Canziani del Politecnico di Milano.

Gli aderenti al protocollo si rendono volontariamente disponibili, con proprie risorse, a fornire informazioni utili al monitoraggio e alla valutazione dei parametri, mettendo a disposizione dati su analisi già svolte o da effettuare sui campioni di fango.

Ogni partecipante del Tavolo fanghi dell'Osservatorio Regionale per il Clima, l'Economia Circolare e la Transizione Ecologica, nel rispetto del proprio ruolo, contribuisce alla sperimentazione durante il periodo di monitoraggio su base volontaria e con proprie risorse.

I Professori delle Università e il personale ARPA in coordinamento fra loro forniscono le metodiche di processo per condurre le prove di sperimentazione relative a ciascuno dei parametri in valutazione.

ARPA si rende disponibile a fornire i dati raccolti mediante il Modulo Fanghi dell'Applicativo O.R.So., in particolare per quanto riguarda il parametro SSV/SST e gli altri parametri ad essi correlati.

Laddove si dovesse ritenere di estendere il presente protocollo, attraverso il Modulo Fanghi dell'Applicativo O.R.So. potranno essere disponibili anche dati relativi alle analisi sulla fitotossicità.

I gestori degli impianti di trattamento dei fanghi si rendono disponibili per commissionare e fornire le analisi sui fanghi di depurazione, specifiche per alcuni o tutti i parametri individuati dal presente protocollo, utilizzabili quali possibili indicatori della stabilizzazione delle matrici. Inoltre, metteranno a disposizione eventuali dati relativi ad analisi e sperimentazioni già effettuate. Gli operatori aderenti al presente protocollo si impegnano ad effettuare il campionamento e le analisi del fango, relativamente ai parametri per cui hanno dato la propria adesione.

I partecipanti del 'Tavolo fanghi' dell'Osservatorio Regionale per il Clima, l'Economia Circolare e la Transizione Ecologica, con particolare riferimento ad Università, ARPA ed eventuali Province, ognuno nel rispetto del proprio ruolo e delle proprie competenze, collaboreranno con Regione Lombardia alla valutazione dei risultati della sperimentazione e alla predisposizione di una eventuale proposta di modifica dei parametri già previsti dalla normativa regionale con introduzione di nuovi indicatori.

I risultati ottenuti in esito al presente protocollo e le analisi a supporto potranno essere divulgati da parte di Regione Lombardia e dei sottoscrittori.

4. Procedure per il campionamento e l'analisi dei campioni

Al fine di garantire la massima confrontabilità dei risultati, si ritiene di dover definire in Appendice 1 e 2 modalità operative omogenee per l'esecuzione dei prelievi, la gestione e l'analisi dei campioni che ogni gestore, aderente al presente protocollo svolgerà autonomamente e con proprie risorse, nel rispetto delle seguenti indicazioni:

- **Punti di campionamento:** alla ricezione del fango e al termine del trattamento per i fanghi destinati allo spandimento in agricoltura;
- **Periodo e frequenza:** il periodo della sperimentazione coprirà un periodo di un anno tra gennaio e dicembre 2025.
Il campionamento dei fanghi e le analisi verranno effettuate sulla base della produzione dei lotti di fango da destinare allo spandimento, tenendo conto della disponibilità dei fanghi e includendo il periodo tra marzo e ottobre in cui si svolge sia l'attività di trattamento sia quella di spandimento.
Potranno essere considerate anche analisi già effettuate laddove già coerenti con le previsioni del presente protocollo.
- **Numero di campioni:** il numero minimo di analisi che il gestore si impegna ad effettuare verrà comunicato in sede di adesione al presente protocollo;
 - sui fanghi in ingresso all'impianto i sottoscrittori del protocollo effettueranno un numero di analisi correlato e dunque rappresentativo della qualità e quantità di fango in ingresso all'impianto;
 - sui fanghi in uscita dal trattamento i sottoscrittori del protocollo effettueranno i campionamenti su lotti diversi di fango prodotto, rispettando i quantitativi comunicati in sede di adesione.

Impegno economico

Per i campionamenti e le analisi previste dal presente protocollo, gli operatori possono rivolgersi a laboratori di loro scelta accreditati per le singole analisi richieste, enti di ricerca e/o Università. A titolo indicativo, si stima che effettuare l'intero set di analisi su ogni campione comporta un impegno economico medio di 2.000/3.000 euro.

5. Modalità per la raccolta e l'elaborazione dei dati

La documentazione da produrre relativa alla sperimentazione dovrà comprendere:

- rapporto di prova;
- verbali di ogni singolo campionamento;
- sintesi dei dati in formato Excel utilizzando lo schema per la raccolta dati riportato in appendice 3.

La documentazione deve essere inviata, con cadenza almeno trimestrale, alla casella di posta buonepratiche_rifiuti@regione.lombardia.it.

Al termine del periodo di sperimentazione, la documentazione sarà messa a disposizione ai fini della valutazione della stessa a tutti i componenti del 'Tavolo fanghi' dell'Osservatorio Regionale per il Clima, l'Economia Circolare e la Transizione Ecologica, escludendo i riferimenti ai produttori dei fanghi analizzati, che non saranno divulgati all'intero tavolo.

Regione Lombardia in collaborazione con Università e ARPA procederà alla stesura di un report che sarà messo a disposizione dei componenti del tavolo fanghi al fine di avviare il confronto finalizzato

alla valutazione dei risultati e alla predisposizione di una eventuale proposta di modifica dei parametri già previsti dalla normativa regionale e introduzione di nuovi indicatori.

6. Glossario e specifiche per la determinazione analitica dei parametri oggetto di valutazione

- **Solidi totali (ST):** il particolato che rimane dopo l'asciugatura del filtro pre-pesato attraverso il quale viene versata l'acqua (APHA 2005, per fanghi liquidi); il residuo che permane in una capsula dopo evaporazione di un campione di fango ed il suo susseguente essiccamento in stufa a temperatura definita. Un volume a peso noto del campione viene posto in una capsula a peso noto e fatto essiccare a 103-105 °C fino a peso costante (CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008, per fanghi disidratati palabili)
- **Solidi volatili (SV):** è l'aliquota dei solidi che a 600 °C si gassificano e pertanto non rimangono come cenere.
- **SSV/SST:** rispettivamente la Sostanza Secca Volatile e la Sostanza Secca Totale. Indicatore già previsto nella 2031/2014, ma da eventualmente aggiornare alla luce dei nuovi dati che emergeranno dal monitoraggio. Attualmente, per il contenimento delle emissioni odorigene, il rapporto tra SSV/SST dei fanghi utilizzabili per R10 deve essere < 60% per i fanghi definiti di alta qualità e < 65% per i fanghi definiti idonei.
- **pH:** Attualmente, nella dgr 2031/2014, è previsto un range di $5,5 < \text{pH} \leq 11$ sia per i fanghi di *alta qualità* che per i fanghi *idonei*.
- **Azoto ammoniacale (NH₄-N):** è la forma di azoto prevalente in un refluo di tipo domestico o assimilato all'ingresso di un impianto di depurazione a servizio di agglomerati di tipo civile. Durante la depurazione biologica delle acque reflue, l'azoto organico (N) si trasforma in NH₄-N tramite i batteri del fango attivo e, assieme all'NH₄-N proveniente dall'ingresso, viene trasformato da nitrito a nitrato (nitrificazione).
- **IRD - Indice di respirazione dinamico potenziale e reale:** viene determinato quantificando il consumo orario di ossigeno del materiale da testare mediante l'utilizzo di un respirometro a flusso continuo di aria.
IRDR: Indice di Respirazione Dinamica Reale (test eseguito in laboratorio su campione tal quale).
IRDP: Indice di Respirazione Dinamica Potenziale (test eseguito su campione standardizzato per quanto attiene ai principali parametri di processo per operare in condizioni controllate a vantaggio della confrontabilità dei risultati derivanti da diversi campioni testati).
L'indicatore è stato originariamente messo a punto per misurare la stabilità delle frazioni organiche contenute nei rifiuti (RU, FORSU, CDR e assimilabili) relativi a prodotti stabilizzati e compost.
Attualmente la normativa vigente prevede per la definizione di un grado di stabilità biologica accettabile il valore limite di IRDP ≤ 1000 mg O₂ kg SV-1 h⁻¹ per la collocazione di rifiuti urbani e fanghi pretrattati in discarica [art.7-quinquies e all. 4, note alla tab. 5 del d.lgs. 36/2003]
- **ABP (Anaerobic Biogasification Potential) – Potenziale di produzione di biogas residuo:** è la quantità di biogas che una biomassa è in grado di produrre in anaerobiosi, in un periodo di 28 giorni, e misurato in base ai solidi volatili contenuti nel campione; la determinazione del parametro viene effettuata in accordo con la norma UNI/TS 11703/2018.
Il regolamento UE fertilizzanti 2019 propone il valore di 0,25 l di biogas/g di SV come criterio di stabilità del digestato.

- **Concentrazione di odore:** misura della concentrazione di odori emessa dal campione solido posto nelle condizioni standardizzate di campionamento direttamente su un panel di persone qualificate e selezionate secondo la Norma europea EN 13725:2022 "Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odori mediante olfattometria dinamica". L'analisi olfattometrica non fornisce l'identificazione di una sostanza o di un gruppo di sostanze, ma misura la percezione dell'odore determinando le "unità odorimetriche al metro cubo" della miscela gassosa (o.u.E / m³), ovvero la concentrazione di odore, che rappresenta il numero di diluizioni necessarie affinché l'odore della miscela in esame non venga più avvertito da un campione di popolazione pari al 50%; 1 o.u.E / m³ è la concentrazione di odore alla soglia di percezione del panel.
- La valutazione del flusso di odore emesso della sorgente emissiva (fango) (OER - Odour Emission Rate), espressa in OU_E/s, si effettua moltiplicando il valore di concentrazione di odore [o.u.E/m³] ottenuto dal test condotto in camera ventilata (descritto in Appendice 2) per la portata di aria inviata sotto cappa [m³/s].
- La concentrazione di odore e la portata di odore rappresentano le grandezze principali che descrivono la sorgente emissiva.
- **(Oxygen Uptake Rate OUR) Tasso di assorbimento di ossigeno:** è un indice del consumo di ossigeno di un processo biologico in una matrice organica per unità di tempo ed è un parametro utilizzato per quantificare il tasso di metabolismo dei fanghi attivi. L'OUR è proporzionale alla concentrazione dei microrganismi e dipende dalla qualità delle acque reflue in ingresso. Può indicare la presenza negli affluenti di quantitativi elevati di materiale organico (aumento di OUR) o di elementi tossici (diminuzione di OUR). Metodica standard UNI EN 16087-1:2020.

Appendice 1 – Campionamento¹

• Prelievi dei campioni

La norma di riferimento per il campionamento è la norma UNI EN 10802:2023.

Le operazioni di campionamento devono essere eseguite in modo tale che il campione su cui si eseguirà l'analisi sia rappresentativo della massa da caratterizzare e redigendo contestualmente il relativo verbale. Copia del verbale deve accompagnare ciascuna aliquota o frazione in cui è suddiviso il campione.

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 sezione prelevare almeno 4 aliquote (a due altezze e due profondità) tenendo presente che ogni campione finale deve essere di almeno 1 kg.

Il numero minimo di campioni elementari per la realizzazione di un campione finale sarà pertanto pari a 12; in relazione al volume della massa in esame, si consiglia il prelievo di almeno 10 campioni elementari ogni 400 m³.

In caso di cumuli di grosse dimensioni o problemi di accessibilità o altro, si procederà al prelievo dei campioni elementari con tecniche accuratamente descritte nel verbale di campionamento e tese ad assicurare comunque la rappresentatività del lotto.

Il campione composito, previa omogeneizzazione, viene ridotto di dimensioni se troppo voluminoso, e poi ripartito nelle aliquote e frazioni. Qualora, al momento della ripartizione nelle aliquote e frazioni, si riscontrano che la quantità di materiale è superiore a quella desiderata, si provvede a scartare la parte di materiale in eccesso.

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

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 quattro settori ("quarti"); due quarti diametralmente opposti vengono conservati e riuniti mentre gli altri due vengono scartati. Si ripete l'operazione fino a quando l'ultimo quarto produce la massa di campione richiesta (somma delle masse delle singole aliquote e frazioni).

In relazione a particolari tipologie di impianto e/o processo che rende non applicabile quanto sopra si farà riferimento a procedure di campionamento di sito condivise con gli enti competenti.

• Confezionamento, trasporto e stoccaggio

I campioni devono essere conservati a 4°C in contenitori etichettati in vetro o in PET di volume da 0,5 l ad 1 l, e avviati all'analisi nel più breve tempo possibile e non oltre 24 ore dal campionamento. Il trasporto deve essere fatto a 4°C, temperatura a cui i campioni devono essere mantenuti fino al momento dell'apertura.

¹ Modalità di campionamento tratte dalle modalità utilizzate da ARPA Veneto per il Programma Regionale di Monitoraggio dei Fanghi di Depurazione, descritte nella Relazione finale del 2006.

Appendice 2 - Metodiche

Le metodiche standard da utilizzare sono riportate nella tabella seguente. Solo per quanto riguarda l'olfattometria dinamica si riporta un approfondimento.

PARAMETRO	METODICA
Solidi totali (ST)	APHA, 2005; CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008; D.M. 13 settembre 1999
Solidi volatili (SV)	APHA, 2005; CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008; D.M. 13 settembre 1999
SV/ST	
pH	EPA 9045D; IRSA – CNR (Quaderno 64); UNI EN 15933
Azoto ammoniacale	APHA, 2005; Metodo CNR IRSA 7 Q 64; APAT CNR IRSA 4030a2 Man 29/2003
Indice di Respirazione Dinamico (potenziale e reale)	UNI/TS 11184:2006
Produzione biogas potenziale (Anaerobic Biogasification Potential - ABP)	UNI/TS 11703/2018
Concentrazione di odore (C_{od})	metodica descritta nel paragrafo dedicato
Tasso di assorbimento di ossigeno (Oxygen Uptake Rate OUR)	UNI EN 16087-1:2020

Determinazione della concentrazione di odore del campione aereiforme generato dalla ventilazione della matrice solida di fango e del flusso odorigeno da esso generato

Prelievo della matrice: definizione dei parametri controllanti da monitorare

- Matrice: fango disidratato palabile prelevato all'impianto di depurazione/in ingresso al sito di trattamento o fango dopo il trattamento.
- Il campione deve essere campionato "fresco" ed essere rappresentativo delle normali condizioni di esercizio dell'impianto
- Tempo di stoccaggio della matrice da sottoporre a test analitico (dal prelievo del solido al test di laboratorio): da minimizzare e comunque inferiore alle 24 h dal prelievo
- Modalità di conservazione del campione durante lo stoccaggio (dal prelievo del solido al test di laboratorio a t_1): chiuso in sacco di plastica in modo che non secchi. T di stoccaggio = 20 °C +/- 3 °C

Test in laboratorio: caratteristiche della camera dinamica insufflata (*) e conduzione del test di laboratorio

- Insufflazione in camera dinamica di aria. Portata insufflata: range da 0.35 a 0.38 m³/h.
- Camera dinamica: flux chamber a miscelazione completa (CSTR) con volume di accumulo tra 0,05 e 0,1 m³ e superficie emissiva 0,196 m² (esempio flux chamber APAT 03) oppure 0,15 m² con superficie emissiva di 0,13 m².
La miscelazione all'interno della cappa può essere assicurata mediante un sistema di ventilazione /miscelazione dello spazio di testa.
La cappa deve essere dotata di valvola di sfiato per evitare sovrappressioni interne.
- Quantità di fango nella vasca inserita nel dispositivo di campionamento (flux chamber): da 4 a 6 kg
- Altezza minima dello strato di materiale da testare: 3 cm
- Temperatura ambiente e temperatura del campione a cui condurre il test: 20 °C +/- 3 °C

- Tempo di ventilazione, ovvero di insufflazione di aria nella camera prima del prelievo: funzione del volume della cappa e tale da assicurare 3 ricambi del volume della cappa prima del prelievo
- Monitoraggio con sensore PID in uscita fortemente consigliato per verifica raggiungimento condizioni stazionarie
- Prelievo del campione gassoso in uscita dalla cappa a portata inferiore a $0.35 \text{ m}^3/\text{h}$

Analisi olfattometriche

- Condotte secondo metodo olfattometrico descritto nella EN13725:2022.

(*) Schema indicativo della camera

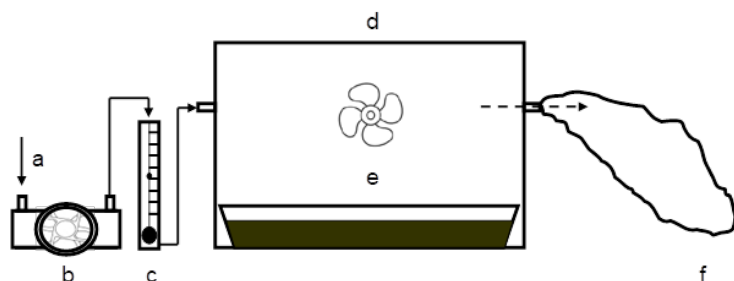


Figure S1. Scheme of the odour sampling process (a: airflow, b: air compressor, c: flowmeter, d: plexiglas chamber, e: tray containing 4 l of sample, f: Nalophane bag). Nel comparto e deve essere prevista una ventola di miscelazione della fase aeriforme.

(da Orzi et al., 2010; <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.04.098>, supplementary material)

Appendice 3 – fac simile scheda per la trasmissione dei dati

Le seguenti tabelle verranno fornite in formato Excel per la raccolta dei dati della sperimentazione.

Tabella 1.

N° Campione	Codice EER	Impianto di xxxxxx	Data di campionamento	Punto di campionamento (ingresso, fase intermedia di trattamento o uscita)	Processo di stabilizzazione effettuato (presso impianto di depurazione) Precisare se aerobico o anaerobico/stoccaggio prolungato	Processo di stabilizzazione effettuato (presso impianto di trattamento fanghi) Precisare se aerobico o anaerobico/stabilizzazione chimica/stoccaggio prolungato	Note (se matrici diverse dal fango precisare tipologia e trattamento)

Tabella 2.

Parametri	U.D.M.	metodica	Campione 1	Campione 2	Campione 3	...
Solidi totali (ST)						
Solidi volatili (SV)						
SV/ST						
pH						
Azoto ammoniacale						
Indice di Respirazione Dinamico (potenziale e						

reale) (UNI/TS 11184:2006).						
Produzione biogas potenziale (Anaerobic Biogasification Potential - ABP)						
Olfattometria dinamica						
OUR						

Appendice 4 – Modulo di adesione al protocollo

Il modulo di adesione al protocollo, compilato secondo lo schema sotto riportato ed in ogni sua parte, dovrà essere inviato alla casella di posta ambiente_clima@pec.regione.lombardia.it entro **il 30 novembre 2024**, debitamente sottoscritto dal legale rappresentante dell'impresa (o suo delegato).



Valutazione stabilità biologica dei fanghi per uso agricolo come misura del potenziale odorigeno

MODULO DI ADESIONE

Il/la sottoscritto/a _____ nato/a a _____ prov _____
il __/__/__, tel. _____, email _____, pec _____,
in qualità di legale rappresentante (o suo delegato)
di _____, ragione sociale _____,
con impianto (sede operativa) _____,

che effettua sui fanghi da destinare allo spandimento (R10) i seguenti trattamenti:

(solo per i gestori del SII):

che effettua sui fanghi in uscita dall'impianto di depurazione reflui i seguenti trattamenti:

SI IMPEGNA

ad aderire al Protocollo operativo, attivato nell'ambito del tavolo Fanghi dell'Osservatorio per il Clima, l'Economia Circolare e la Transizione Ecologica, per la valutazione della stabilità biologica dei fanghi per uso agricolo come misura del potenziale odorigeno, con le seguenti modalità operative:

- i campionamenti saranno effettuati:
 - alla ricezione del fango per un numero minimo di campioni pari a: _____
 - al termine del trattamento per i fanghi destinati allo spandimento in agricoltura per un numero minimo di campioni pari a: _____;

(solo per i gestori del SII)

- nella sezione fanghi al termine del trattamento per un numero minimo di campioni pari a: _____

- i campioni verranno sottoposti alle seguenti determinazioni analitiche:
 - Solidi totali (ST) (APHA, 2005; CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008; D.M. 13 settembre 1999);
 - Solidi volatili (SV) (APHA, 2005; CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008; D.M. 13 settembre 1999);
 - SV/ST;
 - pH (EPA 9045D; IRSA – CNR (Quaderno 64); UNI EN 15933);
 - Azoto ammoniacale (APHA, 2005; Metodo CNR IRSA 7 Q 64; APAT CNR IRSA 4030a2 Man 29/2003);
 - Indice di Respirazione Dinamico (potenziale e reale) (UNI/TS 11184:2006);
 - Produzione biogas potenziale (Anaerobic Biogasification Potential - ABP) (UNI/TS 11703/2018);
 - Concentrazione di odore (EN 13725: 2022);
 - Tasso di assorbimento di ossigeno (Oxygen Uptake Rate OUR) (UNI EN 16087-1:2020)

- la sperimentazione coprirà un periodo di un anno tra gennaio e dicembre 2025. Il campionamento dei fanghi e le analisi verranno effettuate sulla base della produzione dei lotti di fango da destinare allo spandimento, tenendo conto della disponibilità dei fanghi e includendo il periodo tra marzo e ottobre in cui si svolge sia l'attività di trattamento sia quella di spandimento; potranno essere considerate anche analisi già effettuate laddove già coerenti con le previsioni del presente protocollo;

- l'esecuzione dei prelievi, la gestione e l'analisi dei campioni verrà gestita autonomamente e con proprie risorse.

La documentazione relativa alla sperimentazione dovrà comprendere:

- sintesi dei dati in formato Excel utilizzando lo schema per la raccolta dati riportato in appendice 3

- rapporti di prova;
- verbali di campionamento.

La documentazione potrà eventualmente comprendere anche analisi relative ad ulteriori parametri analitici e/o ad altre matrici messe a disposizione di analisi a titolo volontario da parte dei soggetti aderenti al presente protocollo. In tale caso, indicare quali ulteriori matrici e/o parametri si intende analizzare

La documentazione verrà inviata con cadenza almeno trimestrale alla casella di posta buonepratiche_rifiuti@regione.lombardia.it

Referente per la sperimentazione: (nome, cognome, recapito mail e recapito telefonico.)

Luogo e data

Firma (digitale o olografa, accompagnata da documento di identità)
