XIII Commissione (Agricoltura)
della Camera dei Deputati
Roma 20 maggio 2025,

Attività di trattamento dei fanghi di depurazione da acque reflue per il loro utilizzo in agricoltura come fertilizzanti: Suggerimenti dalla ricerca

Fabrizio Adani

GRUPPO RICICLA

Università degli Studi di Milano - DiSAA
Agriculture and Environment Lab ; Biomass and Agroenergy Lab. ; of Bioeconomy and Green Chemistry Lab.
Via Celoria, 2 20133 Milano, Tel. 02-50316546, Fax. 02-50316521
Web site: http://users.unimi.it/ricicla/
***Adjunct Professor, National Center for International Research of BioEnergy, Science and Technology (iBEST),** China Agricultural University (China)*

L'**Unione Europea** si è indirizzata verso un modello produttivo ed economico fondato sulla **circolarità**; ogni prodotto ma anche ogni scarto di prodotto, ogni residuo produttivo deve poter essere recuperato, riutilizzato, reintegrato nel ciclo produttivo in maniera efficiente.

Questa re-immissione nel ciclo economico deve avvenire in maniera sicura a tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

La depurazione delle acque reflue ed il trattamento e recupero agronomico dei fanghi biologici rientrano in questo CIRCOLO VIRTUOSO

EFAR, 2018

➢ **Fanghi biologici - <u>Vantaggi ambientali</u>**

- nutrono il terreno, lo rendono meno sensibile a fenomeni erosivi, contrastandone il processo di desertificazione;
- consentono l'immobilizzazione di carbonio sotto forma di carbonio stabile;
- l'attività di recupero agronomico dei fanghi permette il sequestro di carbonio nel terreno ed il lento rilascio delle emissioni di CO2

➢ **Fanghi biologici - <u>Vantaggi per l'agricoltura</u>**

- controbilanciano la perdita di sostanza organica e garantiscono alle coltivazioni il corretto apporto nutritivo con elementi necessari ad una crescita sana delle piante; favoriscono l'attività biologica nel terreno e consentono il recupero del fosforo, sostanza <u>non rinnovabile</u> e tendente all'esaurimento nel medio periodo;
- l'uso dei fanghi riduce il ricorso a fertilizzanti chimici.

➢ **Attività di recupero agronomico dei fanghi - <u>Vantaggi per la collettività</u>**

- evita il conferimento in discarica o l'incenerimento dei fanghi che generano importanti impatti ambientale e sociali;
- favorisce lo sviluppo di un'industria locale, creando posti di lavoro diretti ed indiretti;
- consente la crescita di attività di supporto agronomico per il miglioramento dei suoli agricoli;
- consente ai gestori degli impianti di depurazione di poter recuperare i fanghi derivanti dalla loro attività a costi contenuti e conseguentemente calmierare la "bolletta" dell'acqua;

Rivisto da EFAR, 2018

L’ Art 3 del D.Lgs 99/92 recita che “*E’ ammessa l’utilizzazione in agricoltura dei fanghi indicati nell’ Art 2, solo se ricorrono le seguenti condizioni:*

a) *Siano stati sottoposti a trattamento;*
b) *Siano idonei a produrre un effetto concimante e/o ammendante e correttivo del terreno;*
c) *Non contengano sostanze tossiche e nocive e/o persistenti, e/o bioaccumulabili in concentrazioni dannose per il terreno, per le colture, per gli animali, per l’uomo e per l’ambiente in generale”*

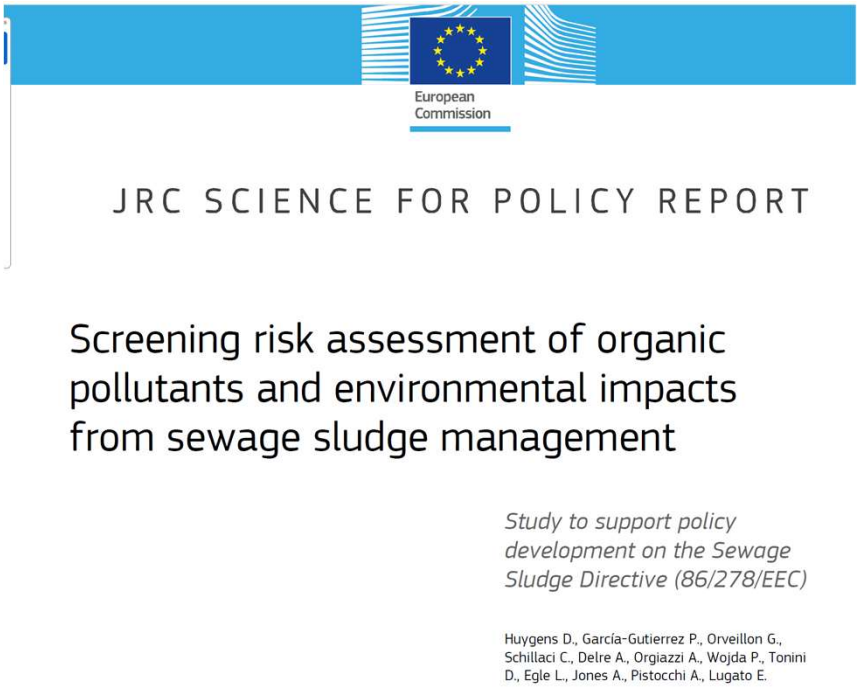
Alla luce della necessita di revisione della comunitaria Direttiva 86/278/CEE e della legislazione Italiana nazionale (D.lgs. n. 99/1992) in tema di utilizzo sostenibile in agricoltura dei fanghi di depurazione e sulla base di recenti ricerche scientifiche alcuni suggerimenti da tenere in considerazione nell'azione legislativa sia italiana che europea.

Utilizzo sostenibile dei fanghi in agricoltura basata su tre pilastri:

- Qualità dei fanghi e loro impatto
- Ecotossicità
- Impatto odorigeno

1. Qualità dei fanghi e loro impatto

JRC report



- This assessment presents evidence to identify and prioritise organic pollutants in sludge that may pose risks to soil organisms and human health when applied to agricultural land. The methodology starts with a characterisation of more than 1350 chemicals found in wastewaters and sludge. The long-list of contaminants includes well-known contaminants that have been identified since long in scientific literature and legislation as being of concern (e.g. polyaromatic hydrocarbons (PAHs), perfluorinated alkyl substances (PFAS)) as well as contaminants of more emerging concern (e.g. chlorinated paraffins, pharmaceuticals, personal care products, specialty industrial chemicals).

Da: Claudio MInero - Università di Torino, 2023

JRC model conclusioni

- “I risultati della modellizzazione mostrano che un insieme relativamente piccolo di inquinanti può causare rischi significativi sia per gli esseri umani che per gli organismi del suolo, se presenti a livelli di concentrazione tipicamente documentati per i fanghi di depurazione”
  - “Polychlorinated dibenzofuran and dioxins, PAH, long-chain PFAS, short and mid-chain polychlorinated paraffins, and to a lesser extent, alkylphenols, polychlorinated naphthalenes and phthalate acid esters are identified as priority pollutants.”

    - “Il trattamento minimo (limited) ha generalmente una prestazione ambientale migliore rispetto all’incenerimento e allo smaltimento in discarica dei fanghi, ma potrebbe non essere pienamente efficace nel ridurre i carichi inquinanti, soprattutto quando elevate quantità di fanghi vengono sparse in modo intensivo su un’area agricola limitata”

ATTIVITÀ DI RICERCA IN CORSO

Attualmente sono in corso ricerche e sperimentazioni inerenti:

La **QUALITÀ** dei FANGHI

Rivisto da: EFAR, 2024

GRUPPO RICICLA

LA QUALITÀ DEI FANGHI

STUDIO SULLA QUALITÀ DEI FANGHI

A tale proposito, l'approfondito studio di comparazione fra l'indagine già eseguita dalla Provincia di Pavia nel 2019 con la supervisione dello stesso Prof. C. Minero dell'Università degli Studi di Torino, professore ordinario di chimica analitica, denominato *«Progetto per una campagna di controllo straordinario sul recupero agronomico dei rifiuti (R10) a seguito di accordo con le imprese operanti nel settore»* https://www.provincia.pv.it/it/news/1361735,
che ha visto le aziende coinvolte operanti nella Provincia di Pavia, **confuta scientificamente quanto affermato da JRC, in relazione ai parametri a quel tempo disponibili.**

Rivisto da: EFAR, 2024

Confronto tra input JRC e valori misurati

CLASSE DI COMPOSTI	PARAMETRI	CONCENTRAZIONE indicata da JRC	Concentrazione determinata UNITO (valore medio)	conc. UNITO conc. JRC
Idrocarburi policiclici aromatici	Benzo(b)fluorantene	1,92 [mg Kg ss^{-1}]	<0,1 [mg Kg ss^{-1}]	<5,2%
	Crisene	2,02 [mg Kg ss^{-1}]	<0,1 [mg Kg ss^{-1}]	<5,0%
	Benzo(a)pirene	1,48 [mg Kg ss^{-1}]	<0,1 [mg Kg ss^{-1}]	<6,8%
	Benzo(a)antracene	1,83 [mg Kg ss^{-1}]	<0,1 [mg Kg ss^{-1}]	<5,5%
Diossine, furani e PCB Dioxine like	∑PCDD/PCDF+PCB DL	20,0 [ng WHO-TEQ Kg ss-1]	6,39 [ng WHO-TEQ Kg ss^{-1}]	32,0%
	2,3,7,8 TCDD	10,0 [mg Kg ss^{-1}]	<0,1 [mg Kg ss^{-1}]	<1,0%
Nonilfenoli	4- Nonilfenolo	10,0 [mg Kg ss^{-1}]	0,13 mg Kg ss^{-1}	1,3%
	4-Nonilfenolo etossilato	10,0 [mg Kg ss^{-1}]	<0,2 [mg Kg ss^{-1}]	<2,0%
	4-tert Ottilfenolo	1,00 [mg Kg ss^{-1}]	Non previsto dalla normativa	n.d.
Ftalati	bis(2-etilesil)ftalato (DEHP)	50 [mg Kg ss^{-1}]	4,46 [mg Kg ss^{-1}]	8,9%
	diisononilftalato (DINP)	30 [mg Kg ss^{-1}]	Non previsto dalla normativa	n.d.
Composti Perfluoroalchilici (PFAS)	Acido perfluoroottanoico (PFOA)	0,0067 [mg Kg ss^{-1}]	Non previsto dalla normativa	n.d.
	Acido perfluoroottansolfonico (PFOS)	0,0664 [mg Kg ss^{-1}]	Non previsto dalla normativa	n.d.
Alcani policlorurati	MCCP (catena media)	100 [mg Kg ss^{-1}]	Non previsto dalla normativa	n.d.
	SCCP (catena corta)	100 [mg Kg ss^{-1}]	Non previsto dalla normativa	n.d.

STUDIO SULLA QUALITÀ DEI FANGHI

In particolare:

Le **concentrazioni** riportate come rappresentative dei fanghi secondo il JRC e quindi incluse nel modello, sono di gran lunga superiori a quanto emerso dallo studio di UNITO e dai laboratori a cui gli operatori del settore si rivolgono per le loro analisi

L'utilizzo per una **valutazione del rischio** di dati di letteratura eterogenei e provenienti da impianti la cui idoneità all'uso specifico in agricoltura non è stata dimostrata, **è criticabile**, soprattutto per una matrice molto indagata come è il fango, per il quale esistono migliaia e migliaia di dati analitici richiesti dalle differenti normative di settore.

La scelta di **un set di dati discutibile** rende fuorviante la valutazione del rischio presentata da JRC

Da: EFAR, 2024

Progetto appena concluso

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO SULLA PRESENZA DI INQUINANTI ORGANICI IN FANGHI E NEI PRODOTTI DERIVATI UTILIZZATI IN AGRICOLTURA

28 Aprile 2025

Prof. Fabrizio Adani
Gruppo Ricicla-DiSAA
Università degli Studi di Milano

Prof. Claudio Minero
Dipartimento di Chimica
Università degli Studi di Torino

Firma valida
Firmato digitalmente da Claudio Minero
Data: 30.04.2025 12:11 CEST

Fabrizio Adani
Universita' degli
Studi di Milano
30.04.2025
14:03:58
GMT+02:00

GRUPPO RICICLA

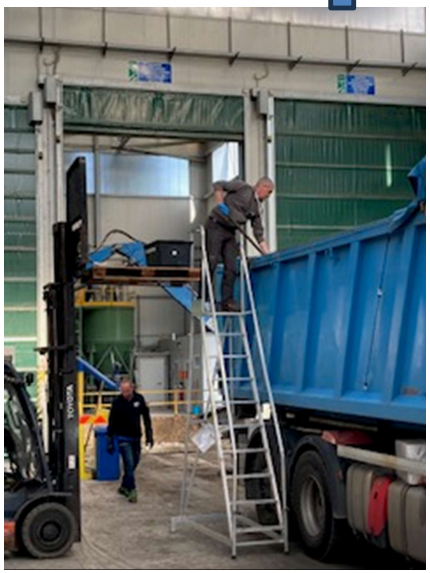
E I **POTENZIALI INQUINANTI**

Nel 2024 le aziende associate EFAR in collaborazione con Acqua & Sole, hanno promosso **un'ulteriore ricerca** condotta dall'Università di Torino (Prof. Claudio Minero) e dall'Università degli Studi di Milano – Gruppo Ricicla (Prof. Fabrizio Adani) con l'ausilio del Dott. Angelo Vittorio Berri, che va a ri-considerare tutti gli inquinanti valutati da JRC aggiungendo ulteriori approfondimenti su altre importanti molecole: **IPA, PCB, Diossine, Dioxin-Like, Ftalati (DEHP, DINP), Nonilfenoli, Pfas, residui farmaceutici, Triclosan, BisfenoloA**

La ricerca comprende:

- **N. 5 gestori** di fanghi con sede operativa in Lombardia
- **N. 45 fanghi non trattati** (che arrivano direttamente dagli impianti di depurazione di tutta Italia)
- **N. 15 fanghi trattati** (chimicamente o biologicamente – digestione anaerobica)
- **N. 3 campagne di campionamento** (Aprile/Maggio 2023; Giugno 2023 e Novembre 2023)

da EFAR, 2024



Campionamenti diretti in campo

Es. di valori di concentrazione degli inquinanti sensibilmente inferiori a quelli ipotizzati dallo studio JRC

Confronto dei dati per IPA

Classe di Composti	Composto\ concentrazioni mg kg ss^{-1}	rapporto JRC mg kg ss^{-1}	Questo lavoro mg kg ss^{-1}	SD	Norsk Vann mediana mg kg ss^{-1}	Norsk Vann media mg kg ss^{-1}
IPA	Benzo(b) fluoranthene	1,92	0,021	0,017		
	Chrysene	2,02	0,024	0,028		
	Benzo(a)pyrene	1,48	0,0075	0,020		
	Benzo(a)antracene	1,83	0,025	0,031		
IPA tot.	IPA 16		0,39 (KM) 0,68 (D)		0,67	0,94

- una sostanziale convergenza tra i dati della ricerca e quanto emerso dall'indagine norvegese del Norsk Vann
- Valori JRC >> !!

Minero, 2025

Confronto dei dati per Policloroalcani

Classe di Composti	Composto\ concentrazioni mg kg ss^{-1}	rapporto JRC mg kg ss^{-1}	Questo lavoro mg kg ss^{-1}	SD	Norsk Vann mediana mg kg ss^{-1}	Norsk Vann media mg kg ss^{-1}
	SCCPs	100	<0,5	-	0,45	0,66
	MCCPs	100	<0,5	-	1,8	4,01

- una sostanziale convergenza tra i dati della ricerca e quanto emerso dall'indagine norvegese del Norsk Vann
- Valori JRC >> !!

Minero, 2025

Confronto dei dati per PFAS

Classe di Composti	Composto\ concentrazioni mg kg ss^{-1}	rapporto JRC mg kg ss^{-1}	Questo lavoro mg kg ss^{-1}	SD	Norsk Vann mediana mg kg ss^{-1}	Norsk Vann media mg kg ss^{-1}
PerFluorinated Alkylated Substances (PFAS)	PFOA	6,7	0,63	0,89	<LOD	<LOD
	PFHxS	1,4	0,66	1,17	<LOD	<LOD
	PFNA	4,6	0,70	1,44		
	PFOS	66,4	7.03	8,43	2,8	4,9

- una sostanziale convergenza tra i dati della ricerca e quanto emerso dall'indagine norvegese del Norsk Vann
- Valori JRC >> !!

Minero, 2025

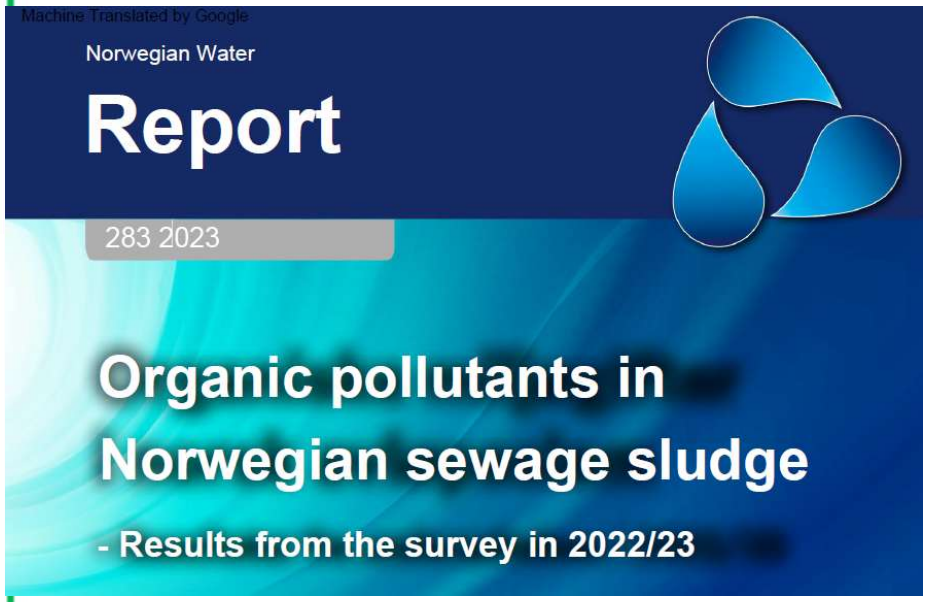
Lo studio Adani e Minero, 2025, riporta……

«Pertanto, le risultanze analitiche mostrano che i dati riportati nella presente relazione **sono molto robusti e indicativi della qualità dei Fanghi R10**. I risultati della ricerca sono molto positivi, in quanto non solo sono rispettati i limiti di legge sia per i FANGHI che per i FANGHI R10, ma in quanto il set di dai prodotto presenta più della metà delle misurazioni al di sotto del limite di rilevabilità, **confermando quindi la qualità dei fanghi destinati allo spargimento in agricoltura.»**

…….dati confermati da un lavoro Norvegese completo e reiterato negli anni

Adani e Minero, 2025. CAMPAGNA DI MONITORAGGIO SULLA PRESENZA DI INQUINANTI ORGANICI IN FANGHI E NEI PRODOTTI DERIVATI UTILIZZATI IN AGRICOLTURA

Adani, 2025



Si tratta di un documento prodotto dalla Norwegian Water (in norvegese: Norsk Vann) è un'associazione nazionale che rappresenta l'industria idrica norvegese. Agisce per conto dei membri, che sono principalmente municipalità e aziende di proprietà delle municipalità. Norwegian Water in totale rappresenta circa 319 municipalità, con il 98% della popolazione. Il progetto è stato realizzato da COWI per conto di Norsk Vann e finanziato dall'Agenzia Norvegese per l'Ambiente . Pubblicato: Oslo, 14 febbraio 2024

Questo Rapporto, effettuato periodicamente ogni cinque anni a partire dal 1996-7, essendo indirizzato ai gestori norvegesi degli impianti di trattamento acque reflue, viene pubblicato esclusivamente in norvegese.

Berri, 2024

GRUPPO RICICLA

L’Ente norvegese determina una poderosa quantità di parametri analitici relativi ai fanghi biologici destinati all’agricoltura, e attraverso le sue periodiche campagne, una ogni circa 5 anni, offre anche la possibilità di poter valutare **l’evoluzione che gli inquinanti hanno nei fanghi di depurazione in considerazione delle normative che limitano la circolazione delle sostanze tossiche nell’ambiente (REACH ed altre limitazioni normative) e dei cambiamenti della società civile e industriale.**

Dalla consultazione del testo si osserva una forte diminuzione degli inquinanti nei fanghi.

Adani e Minero, 2025. CAMPAGNA DI MONITORAGGIO SULLA PRESENZA DI INQUINANTI ORGANICI IN FANGHI E NEI PRODOTTI DERIVATI UTILIZZATI IN AGRICOLTURA

Adani, 2025

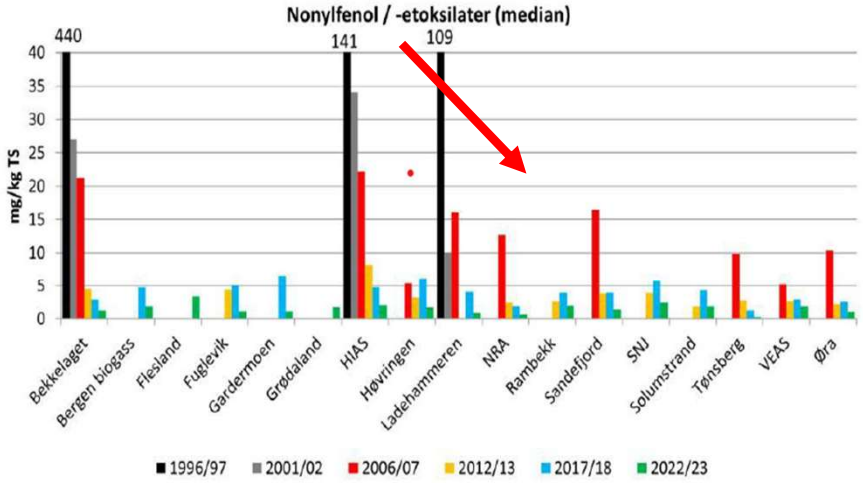


Figura 16. Concentrazioni mediane di nonilfenoli e -etossilati nei fanghi degli impianti di trattamento nel periodo 1996 – 2023.

Concentrazioni mediane di nonilfenoli con -etossilati nei fanghi degli impianti di trattamento norvegesi per il periodo 1996-2023.

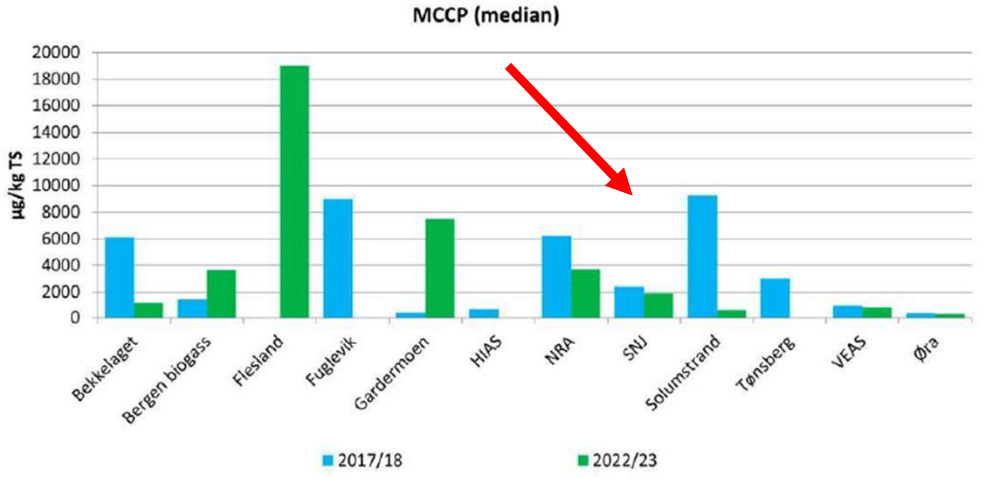


Figura 49. Concentrazioni mediane di paraffine clorurate a catena media (MCCP) nei fanghi provenienti dagli impianti di trattamento nel periodo 2017 – 2023.

Concentrazioni mediane di paraffine clorurate a catena media (MCCP) nei fanghi degli impianti di trattamento norvegesi per il periodo 2017-2023.

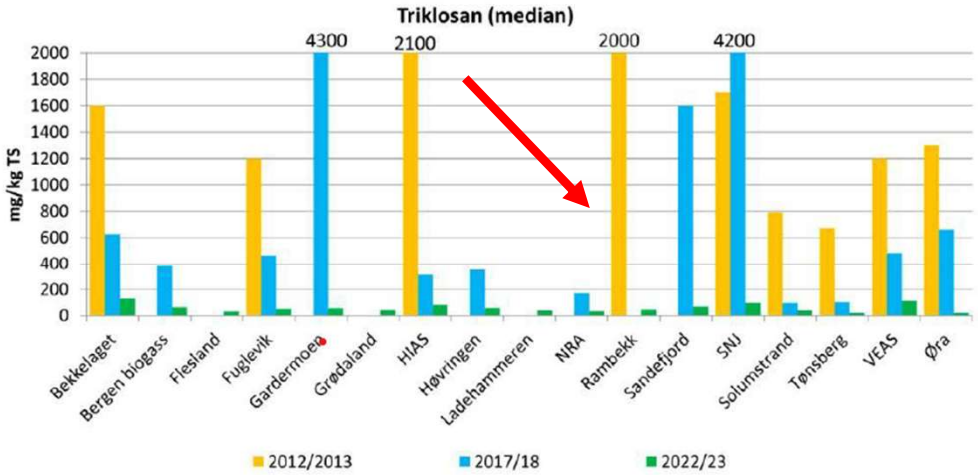


Figura 25. Concentrazioni mediane di triclosan nei fanghi degli impianti di trattamento nel periodo 2012 – 2023.

Concentrazioni mediane di triclosan nei fanghi degli impianti di trattamento norvegesi per il periodo 2012-2023.

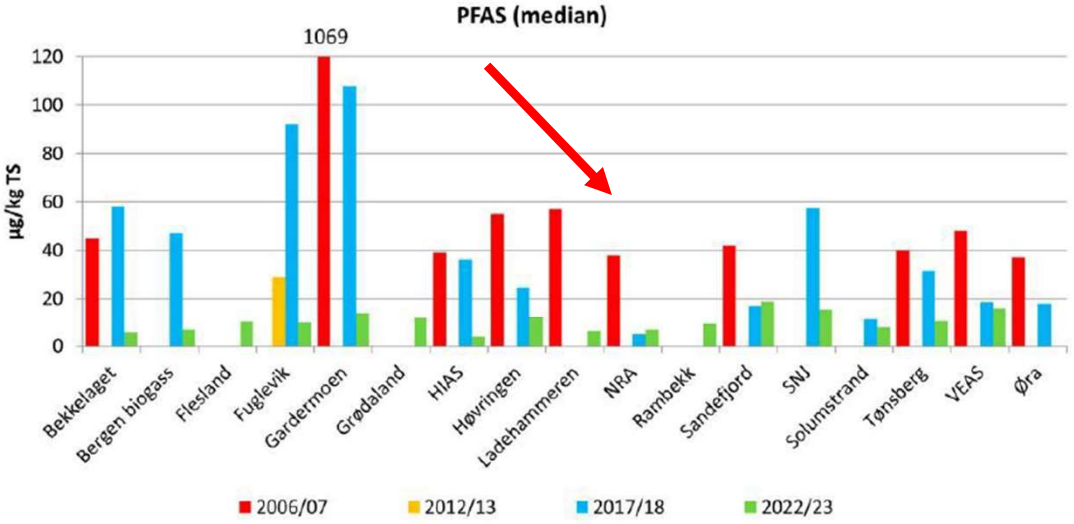


Figura 23. Concentrazioni mediane di PFAS totali nel periodo 1996 – 2023.

Concentrazioni mediane della somma di PFAS nei fanghi degli impianti di trattamento norvegesi per il periodo 1996-2023.

Adani, 2025

Circular economy = the way to go

CIRCULAR ECONOMY
saving resources, creating jobs
Green Week, Brussels > 3-5 June 2014

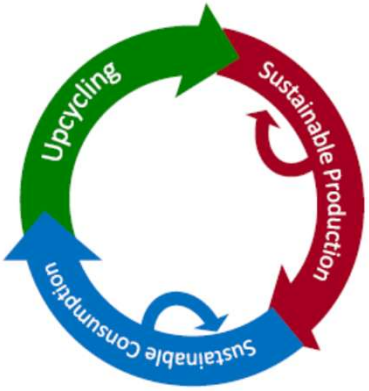
Obiettivo !!!

Linear economy

Resources
Production
Consumption
Waste

Chain economy

Circular economy



Fro waste to resources

Noi siamo qui !!!!!

GRUPPO RICICLA

Effetto locomotive

Spinosa, 2018

Secondo gli approcci più tradizionali, i fanghi sono generalmente considerati come "*l'ultimo vagone*" del treno del ciclo delle acque e non la "*locomotiva*"…..visione errata!!!

Un possibile approccio alla caratterizzazione di un fango idoneo all'agricoltura dovrebbe in sintesi prevedere:

- parametri che valutino adeguatamente le sue caratteristiche agronomiche

- parametri relativi ai contaminanti:
  - che siano misurabili nei fanghi attraverso metodi analitici selettivi e standardizzabili nelle concentrazioni di potenziale interesse;
  - che comportino un rischio di contaminazione aggiuntivo rispetto a sorgenti alternative quando applicati in agricoltura in dosi idonee alla funzione svolta;
  - che siano contenibili (in quanto prodotti da scarichi puntuali) attraverso protocolli unificati e approvati a livello nazionale, volti al diniego di nuove autorizzazioni allo scarico in fognatura e del rinnovo di quelle esistenti, o contenibili attraverso idonee
  - modalità di esercizio degli impianti di depurazione;

- parametri che, andando oltre l'analisi di singoli composti, valutino gli effetti eco-tossicologici complessivi derivanti dall'applicazione.

Da: Carta di identità dei fanghi di depurazione idonei all'utilizzo agronomico e per la preparazione di fertilizzanti, 2025. A cura del Forum Biosolids to Soil sotto la supervisione del gruppo di esperti composto da: Prof. Fabrizio Adani, Prof. Claudio Ciavatta, Prof. Giovanni Gigliotti, Prof. Marco Guida, Prof. Teodoro Miano, Dr. Giuseppe Mininni, Prof. Marco Trevisan. Per il CIC hanno fornito il loro contributo Pier Paolo Piccari Membro CDA), Alberto Confalonieri (Coordinatore CT). Segreteria tecnica, Massimo Fossi.

2. Ecotossicità

Il tema dell'ecotossicità legata all'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura è cruciale per valutare la sostenibilità e la sicurezza di questa pratica.

Analisi ecotossicologiche

Vista la possibile presenza di contaminanti volontari e involontari appare opportuno, anziché estendere la determinazione analitica di ciascuno di essi, valutare l'idoneità dei fanghi di depurazione, distinti per luogo di produzione e per quantità, valutando l'effetto sul suolo, utilizzando cioè i test più usati in campo ecotossicologico sui suoli trattati col fango, in modo da dare un risultato basato sugli effetti della presenza dei contaminanti, che tiene conto delle sinergie positive e negative che i diversi contaminanti possono svolgere sulla matrice. La verifica dell'effetto tossico sull'ambiente, in particolare sugli organismi viventi caratteristici di quell'ambiente, permette di ottenere un riscontro diretto degli eventuali effetti combinati derivanti dall'interazione dei diversi inquinanti e/o organismi presenti nel fango.

Da: Carta di identità dei fanghi di depurazione idonei all'utilizzo agronomico e per la preparazione di fertilizzanti, 2025.
A cura del Forum Biosolids to Soil sotto la supervisione del gruppo di esperti composto da: Prof. Fabrizio Adani, Prof. Claudio Ciavatta, Prof. Giovanni Gigliotti, Prof. Marco Guida, Prof. Teodoro Miano, Dr. Giuseppe Mininni, Prof. Marco Trevisan. Per il CIC hanno fornito il loro contributo Pier Paolo Piccari Membro CDA), Alberto Confalonieri (Coordinatore CT). Segreteria tecnica, Massimo Fossi.

Science of the Total Environment 912 (2024) 169341

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv

Ecotoxicological assessment of waste-derived organic fertilizers and long-term monitoring of fertilized soils using a multi-matrix and multi-species approach

Federica Carraturo [a,b,1], Antonietta Siciliano [a,b,1], Andrea Giordano [c,*], Francesco Di Capua [d], Federica Barone [c], Elisa Casaletta [e], Flavia Cicotti [a], Marco Guida [a,b,1], Fabrizio Adani [f,1]

[a] Hygiene Laboratories, Department of Biology, University of Naples Federico II, Via Cinthia 21, I-80126 Naples, Italy
[b] Hygiene Laboratory, Centro Servizi Metrologici e Tecnologici Avanzati (CeSMA), University of Naples Federico II, Corso Nicolangelo Protopisani, NA, Naples 80146, Italy
[c] Acqua & Sole s.r.l., Via Giulio Natta, Vellezzo Bellini, 27010 Pavia, Italy
[d] School of Engineering, University of Basilicata, via dell'Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza, Italy
[e] Agromatrici s.r.l., Gruppo Fratelli Visconti, Via Vittor Pisani 20, 20124 Milan, Italy
[f] Gruppo Ricicla Lab., DISAA, University of Milan, Via Celoria 2, 20133 Milan, Italy

Acknowledgements

This work is part of the BIOMASS HUB project (ID: 1165247) financed by Regione Lombardia through the POR FESR 2014–2020 Call HUB Ricerca e Innovazione.

Dalla proposta all'operatività

Per escludere qualsivoglia fenomeno di ecotossicità rispetto all' ambiente e alla salute umana, viene effettuata, ogni 3 anni, e/o ogniqualvolta occorrano cambiamenti significativi di matrici/processo e/ materie prime impiegate dal produttore, una valutazione degli effetti di tossicità sul suolo fertilizzat con la biomatrice rinnovabile cui si applica il disciplinare, campionato alla fine del ciclo della coltur in campo, prelevando un campione rappresentativo della profondità 0-30 cm dal piano campagna La valutazione viene effettuata su tre indicatori scelti come di seguito indicato:

- un organismo a scelta tra C-elegans, Daphnia Magna, Raphidocelis subcapitata;
- due test di germinazione a scelta tra Lepidium Sativum, Sinapsis Alba e Sorghum saccaratum.

Gli indicatori prescelti tra quelli proposti vanno confermati nelle valutazioni successive per almeno 3 cicli, così da costruire nel tempo uno storico di dati omogenei.
La valutazione deve avvenire mediante preparazione di un elutriato (fase liquida ottenuta dalla estrazione di particolato fine e sostanze solubili, mediante lavaggio, dalla matrice solida) e con le metodiche indicate nella seguente tabella 4, a seconda dei parametro ecotossicologico prescelto.

Tabella 4: Test e metodiche per la valutazione di eco-tossicità

Indicatore	Test	Metodica di riferimento
Caenorhabditis elegans	Valutazione della mortalità	ASTM E2172-01:2014
Daphnia Magna	Test di immobilità (acuto)	UNI EN ISO 6341:2013
Raphidocelis subcapitata	Inibizione della crescita algale	ISO 8692:2012
Lepidium sativum	Test di germinazione ed allungamento radicale	UNICHIM 1651:2003
Sinapsis alba	Test di germinazione ed allungamento radicale	UNICHIM 1651:2003
Sorghum saccaratum	Test di germinazione ed allungamento radicale	UNICHIM 1651:2003

I risultati dei test di tossicità devono essere forniti :

- in caso di Caenorhabditis elegans e Daphnia Magna dopo 24 ore di esposizione ai suoli trattati con le biomatrici fertilizzanti;
- in caso di Raphidocelis subcapitata dopo 72 ore di esposizione ai suoli trattati con le biomatrici fertilizzanti.

Cortesia Acqua & Sole, 2025

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA

Laboratori di Igiene: Acque, Alimenti e Ambiente

Napoli, 4 agosto 2023

RAPPORTO DI PROVA n° 11 MS del 08/06/2023

Accettazione n°	**11 MS**	del	**08/06/2023**	Laboratori di Igiene: Acque, Alimenti e Ambiente – Dipartimento di Biologia	
Descrizione	**TERRENO AGRICOLO**	Località di prelievo:		**Corteolona e Genzone**	
Tipo di analisi:	Ecotossicologia	Punto di prelievo:		**1**	
Prelevato da:	Acqua & Sole S.r.l.	Modalità di campionamento:		A cura del Committente(^)	
Data prelievo:	**09/05/2023**(^)	Data consegna:		08/06/2023	
Data inizio prove:	08/06/2023	Data fine prove:		15/06/2023	
Data emissione rapporto di prova:	31/07/2023	Data ultimo utilizzo del digestato:		04/08/2022	
Committente:		Acqua & Sole s.r.l., Via Giulio Natta, s.n.c. I-27010 Vellezzo Bellini (PV) - Italia			

Cortesia Acqua & Sole, 2025

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA
Laboratori di Igiene: Acque, Alimenti e Ambiente

RISULTATO DELLA PROVA

Parametro	Metodo	Unità di misura	Risultato (*)	Giudizio (**)
Test di germinazione ed allungamento radicale con *Lepidium sativum*	UNICHIM 1651:2003	Inibizione dell'allungamento radicale (%)	**19 ± 2**	**Privo di tossicità**
Test di germinazione ed allungamento radicale con *Sorghum saccharatum*	UNICHIM 1651:2003	Inibizione dell'allungamento radicale (%)	**-3 ± 0(#)**	**Privo di tossicità**
Test di mortalità con *Caenorhabditis elegans*	ASTM E2172-01:2014	Mortalità (%)	**12±3**	**Privo di tossicità**

Cortesia Acqua & Sole, 2025

acqua & solé

GRUPPO RICICLA

3. Stabilità biologica e odori

Molestie olfattive:

- Gli odori derivano dal metabolismo microbico soprattutto in condizioni anaerobiche
- I batteri necessitano di sostanza organica facilmente degradabile
- La misura della stabilità biologica è una misura della presenza della sostanza organica degradabile
- La tematica è stata oggetto di estesa ricerca e discussione negli anni 90 , che hanno portato alla proposta di indici ormai codificati e accettati a livello scientifico per la misura della stabilità biologica potenziale
- L'odore potenziale può essere misurata attraverso la olfattometria dinamica in condizioni controllate
- Va da se che una bassa presenza di frazione organica degradabile si traduce in una elevata stabilità biologica che determina una bassa potenzialità odorigena
- ATTENZIONE: elevata stabilità biologica significa sicuramente basso impatto odorigeno. D'altro canto anche l'assenza di stabilità biologica potrebbe tradursi in basso impatto odorigeno a causa di latri fattori (es. alti o bassi pH, basso contenuto di umidità, presenza di contaminati, i.e. tutto ciò che inibisce e/o limita l'attività batterica)

Stabilità biologica e odori

LA STABILIZZAZIONE DEI BIOSOLIDI

Nel corso del 2024, in attuazione del vigente Piano Regionale di Gestione Rifiuti, Regione Lombardia ha proposto a tutti i soggetti ricompresi nella filiera del recupero agricolo dei biosolidi, un **Protocollo operativo di adesione volontaria per la valutazione della stabilità biologica dei fanghi per uso agricolo come misura del potenziale odorigeno.**

da: EFAR, 2024

GRUPPO RICICLA

LA **STABILIZZAZIONE** DEI FANGHI

Il Protocollo è stato predisposto da un competente gruppo di Professori universitari **Prof. F. Adani, dell'Università degli Studi di Milano, Prof. Canziani e Prof.ssa S. Sironi del Politecnico di Milano, Prof. Bertanza dell'Università degli Studi di Brescia,** in collaborazione con gli uffici regionali, Arpa, Provincie,
gli operatori e gli stakeholder della filiera del recupero, al fine di valutare se il parametro SSV/SST possa essere eventualmente sostituito o integrato con altre misurazioni, con l'obiettivo di assicurare una progressiva migliore garanzia di assenza di **molestie olfattive.**

Recentemente le aziende associate EFAR, hanno **aderito all'unanimità** a questa importante sperimentazione, mettendo a disposizione le proprie risorse professionali ed economiche, e permettendo così l'avvio di tale fondamentale ricerca.

da: EFAR, 2024

LA STABILIZZAZIONE DEI FANGHI

Si effettuerà, quindi, un monitoraggio di **dodici mesi** che prevede la caratterizzazione sia dei fanghi provenienti dai depurazioni che dei fanghi in uscita dagli impianti di trattamento per poi essere utilizzati in agricoltura, al fine di sottoporli alla determinazione analitica di specifici parametri e stabilire la loro possibile correlazione con l'impatto odorigeno.

Tale banca dati permetterà, su base scientifica, l'identificazione di un **indice di stabilità biologica** per la misura indiretta della potenzialità odorigena e la **definizione dei valori limite di accettabilità, nonché la messa a punto di metodiche consolidate.**

da: EFAR, 2024

Decreto dirigenziale Lombardia 7 novembre 2024, n. 16818

Approvazione del Protocollo operativo volontario per verificare metodi alternativi per la valutazione della stabilità biologica dei fanghi di depurazione usati in agricoltura al fine di misurarne l'impatto odorigeno

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

In corso d'opera……..