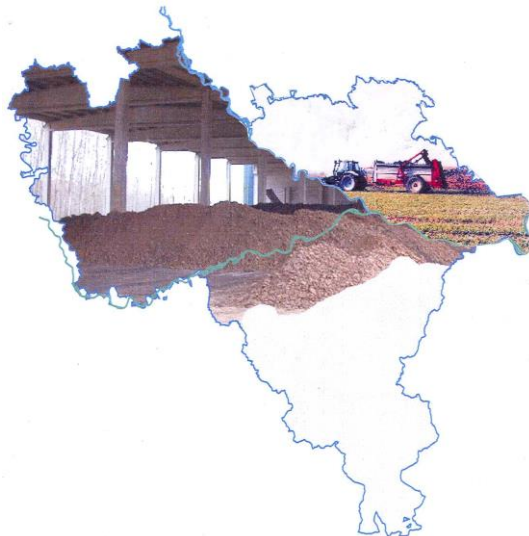




Settore Tutela Ambientale, Promozione del Territorio e Sostenibilità

*Progetto per una campagna di controllo straordinaria della Provincia di Pavia sull'attività di recupero agronomico di rifiuti (R10) a seguito di convenzione con le Ditte spanditrici*

PRESENTAZIONE  
DEI RISULTATI ANALITICI RELATIVI  
A FANGHI E TERRENI



Milano 26 maggio 2022

## DECRETO PRESIDENZIALE n. 45 del 16/02/2018

- Convenzione prevista DCP 42 del 11/6/2012 “*Linee guida provinciali di regolamentazione dell’attività di spandimento fanghi in agricoltura al fine di minimizzare gli effetti molesti, soprattutto odorigeni, sul territorio*” ;
  - Accordo con le Ditte operatrici sul territorio per contributo di € 0,15 per ogni tonnellata di prodotto distribuito nell’anno precedente su apposito fondo finalizzato esclusivamente per un’attività di studio e ricerca attraverso una campagna straordinaria di controlli aggiuntiva, alle attività istituzionalmente svolte;
  - Istituzione di una Commissione di indirizzo e controllo sullo svolgimento delle attività;
  - Indagini analitiche, previste dalla normativa vigente e svolte in campo sui fanghi e i terreni utilizzati;
  - Aggiornamento della cartografia informatizzata della “Mappatura dei terreni sul territorio provinciale ai fini dell’impiego dei rifiuti nella pratica agronomica” risalente ai dati del 2009.

**COMMISSIONE DI INDIRIZZO E CONTROLLO PER LO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ OGGETTO DELLE CONVENZIONI FRA LA PROVINCIA DI PAVIA E LE DITTE CHE RECUPERANO FANGHI/RIFIUTI IN AGRICOLTURA AI FINI DI UNA CAMPAGNA DI CONTROLLO STRAORDINARIA SULL'ATTIVITÀ**

**COMPONENTI**

**per la Provincia di Pavia**

- **Anna Betto** – Dirigente del Settore Tutela Ambientale , Promozione del Territorio e Sostenibilità
- **Ilaria Vecchio** – Responsabile della Unità Operativa Rifiuti
- **Paolo Formenton** – funzionario della U.O. Rifiuti

**in rappresentanza delle Ditte convenzionate :**

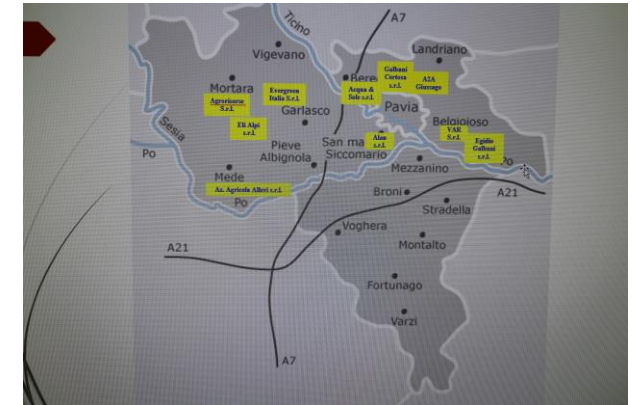
- **Angelo Berri** - esperto ambientale- libero professionista
- **Claudio Baffi** -Ricercatore DiSTAS (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari per una filiera agroalimentare Sostenibile) – Facoltà di Scienze agrarie, alimentari ed ambientali- Università Cattolica del Sacro Cuore
- **Marco Negri** - dirigente responsabile impianto trattamento fanghi A2A Ambiente S.p.A.

**FUNZIONI**

- organizzare il lavoro del laboratorio e delle ditte prescelte (campionamento, analisi, raccolta dati e cartografazione) in termini di contenuti, logistici e temporali
- valutare dal punto di vista della validità scientifica nonché della efficacia tecnica i risultati ottenuti

**NEL CORSO DEL 2018 SONO STATE FORMALIZZATE SINGOLE SCRITTURE PRIVATE FRA LA PROVINCIA DI PAVIA E LE SEGUENTI DITTE :**

- *Acqua E Sole s.r.l. con impianto autorizzato ad R10 sito in Vellezzo Bellini*
- *Alan s.r.l. con impianti autorizzati ad R10 siti in Bascapè e Sommo*
- *A2A Ambiente s.r.l. con impianto autorizzato R10 sito in Corteolona*
- *Agrorisorse s.r.l. (ex Eco Trass s.r.l. ) con impianto autorizzato R10 sito in Mortara*
- *Az. Agricola Allevi s.r.l. con impianto autorizzato R10 sito in Ferrera Erbognone*
- *Egidio Galbani S.P.A. con impianti autorizzati R10 siti in Giussago e Corteolona*
- *Eli Alpi Service s.r.l. con impianto autorizzato R10 sito in S. Giorgio Lomellina*
- *Evergreen Italia s.r.l. con impianto autorizzato R10 sito in Tromello*
- *VAR s.r.l. con impianto autorizzato R10 sito in Belgioioso*



**Laboratori**  
**AESSE**  
**Arcadia**  
**CPG**  
**Envirolab**  
**LabAnalysis**

**9 Ditte – 11 impianti**

*PROCEDURA NEGOZIATA*

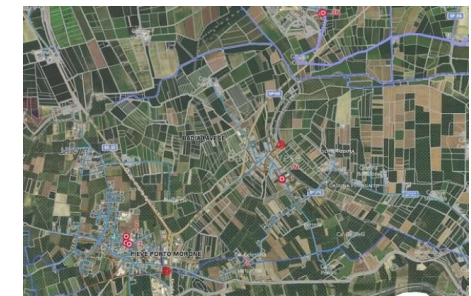
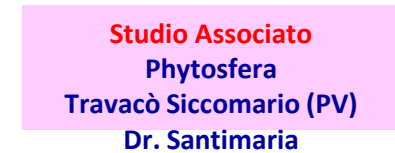
**Affidamento delle attività di campionamento ed analisi al Dipartimento di Chimica dell'Università di Torino (Prof Claudio Minero) .**

**L'Università ha fatto svolgere i campionamenti e le analisi al Laboratorio N.S.A. Nuovi Servizi Ambientali di Robassomero (To) (Dott. Pavan)**

*PROCEDURA NEGOZIATA*

**Affidamento delle attività di revisione della mappatura comprensivo di aggiornamento della cartografia dei vincoli territoriali per l'attività R10 allo Studio Associato Phytosfera (Dott. Giovanni Santamaria)**

***SVOLGIMENTO DEL PROGETTO : 2019-2020  
Conclusione formale degli incarichi : dicembre 2020***



# Quadro normativo di riferimento (R10)

**Direttiva 86/278/CE** riguardante la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzo dei fanghi in agricoltura.

**"Working document on sludge" (3° Draft) aprile 2000**

**D.Lgs n. 99 del 27 gennaio 1992:** "Attuazione della Direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura"

**Decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006** e s.m.i.

**ART. 41 Legge n. 130 del 16 novembre 2018:** "conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 settembre 2018, n. 109, recante disposizioni urgenti per la città di Genova, la sicurezza della rete nazionale delle infrastrutture e dei trasporti, gli eventi sismici del 2016 e 2017, il lavoro e le altre emergenze»

**D.G.R. Lombardia n. 10/2031 del 1 luglio 2015:** Disposizioni regionali per il trattamento e l'utilizzo a beneficio dell'agricoltura, dei fanghi di depurazione delle acque reflue di impianti civili ed industriali in attuazione dell'art. 8 della L.R. 12/7/2007 n. 12. Conseguente integrazione del punto 7.4.2 comma 6, n. 2 della DGR 18 aprile 2012, n. IX 3298, riguardante le linee guida regionali per l'autorizzazione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili "

**D.G.R. Lombardia n. 10/5269 del 6 giugno 2016:** Prescrizioni integrative tipo per le autorizzazioni all'utilizzo, a beneficio dell'agricoltura, dei fanghi di depurazione delle acque reflue di impianti civili ed industriali"

**D.G.R. Lombardia n. X/7076 dell' 11 settembre 2017:** "Disposizioni integrative, in materia di parametri e valori limite da considerare per i fanghi idonei all'utilizzo in agricoltura, alla dgr 2031/2014 recante disposizioni regionali per il trattamento e l'utilizzo, a beneficio dell'agricoltura, dei fanghi di depurazione delle acque reflue di impianti civili ed industriali in attuazione dell'art. 8, comma 8, della legge regionale 12 luglio 2007, n. 12"

**D.d.u.o. Lombardia n. 6665 del 14 maggio 2019:** "Ricognizione dei limiti di concentrazione caratterizzanti i fanghi di depurazione idonei per l'utilizzo in agricoltura, a seguito delle nuove disposizioni normative nazionali di cui alla legge 16 novembre 2018, n. 130 "conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 settembre 2018, n. 109, recante disposizioni urgenti per la città di Genova, la sicurezza della rete nazionale delle infrastrutture e dei trasporti, gli eventi sismici del 2016 e 2017, il lavoro e le altre emergenze"

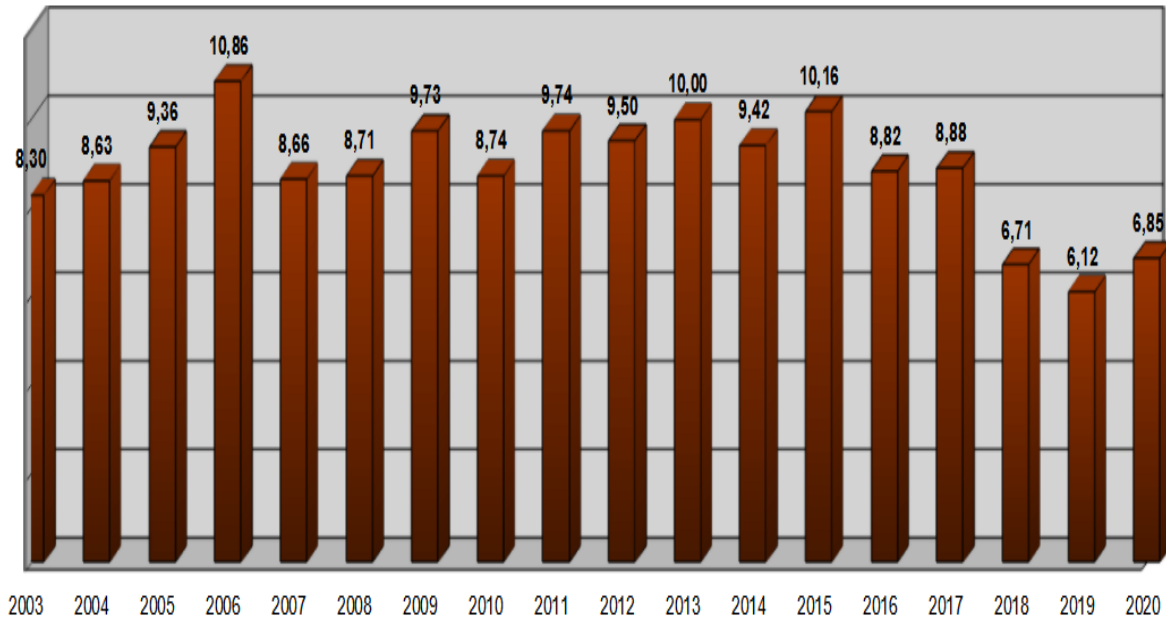
**D.G.R. Lombardia n. 1777 del 17 giugno 2019:** "Revisione della D.G.R. 1 luglio 2014 , n. X/2031 relativamente ai fanghi ammissibili all'utilizzo in agricoltura- (di concerto con l'Assessore Rolfi)



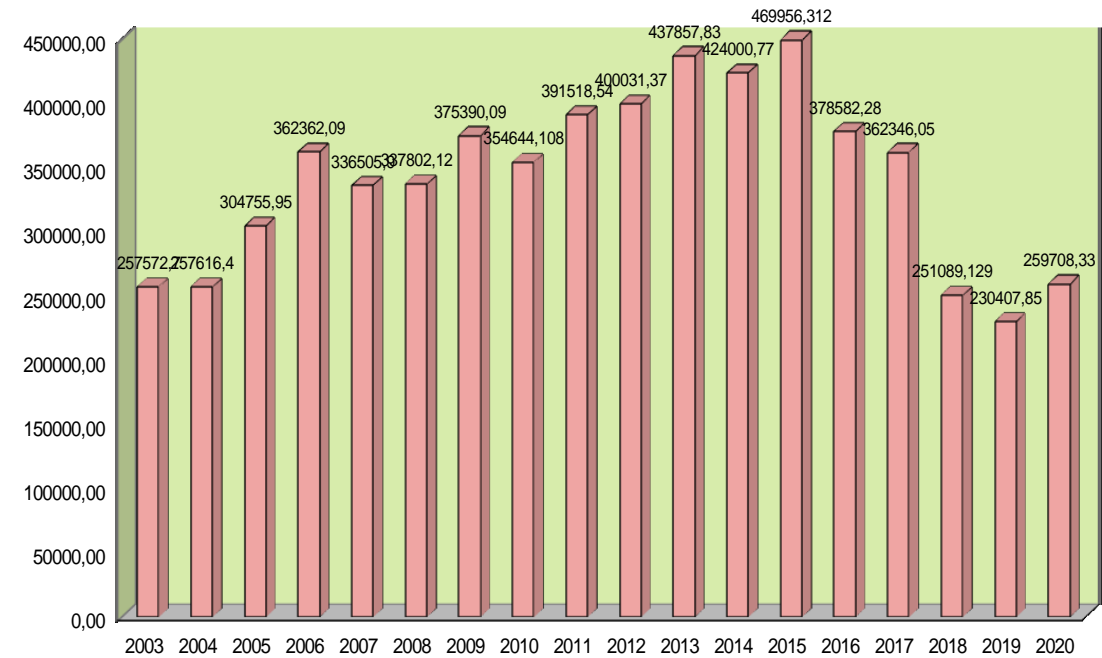
# La gestione agronomica dei fanghi di depurazione

Dati relativi agli ettari utilizzati dal 2003 al 2020 per l'uso agricolo di fanghi di depurazione nella provincia di Pavia

% terreno utilizzato sulla disponibilità della Provincia di Pavia  
( 148.857 Ha al netto dei vincoli)



Tonnellate recuperate in Provincia di Pavia



# I fanghi di depurazione: risultati e commenti

Gli **11 impianti R10** partecipanti al Progetto provvedono, attraverso i Laboratori da loro incaricati, ad effettuare periodicamente all'esecuzione delle analisi previste dalla normativa sulle seguenti matrici:

- **fanghi R10 in uscita dall' impianti (cadenza trimestrale);**
- **terreni utilizzati per lo spandimento (cadenza biennale);**
- **fanghi/rifiuti in ingresso (frequenza variabile in relazione alle quantità ritirate), questo autocontrollo non è stato considerato nel nostro Progetto**

**Il Dipartimento di Chimica dell'Università di Torino (UNITO)**, affidatario dell'incarico assegnato dalla Provincia attraverso la selezione effettuata dalla Commissione , con la collaborazione (associazione temporanea di impresa) del laboratorio **N.S.A.-Nuovi Servizi Ambientali SRL di Robassomero (TO)** ha eseguito i campionamenti e le analisi chimiche sia sui fanghi sia sui terreni utilizzati in un periodo diverso da quello effettuato dalle ditte sempre uniformandosi alla Delibera N° X/2031, utilizzando gli stessi metodi analitici.

**INDAGINE SVOLTA IN TERMINI NON PREDETERMINATI QUINDI LAVORANDO SU UN PANNEL ESTREMAMENTE VARIO IN CUI SI SAREBBERO POTUTE TROVARE OGNI GENERE DI SITUAZIONE**

**La Provincia ha fornito n. 11 Rapporti di prova** "completi di analisi chimica, microbiologica e test di fitotossicità" in alcuni casi i parametri sono stati verificati anche con ulteriori Rapporti di prova, relativi al medesimo lotto del campionamento di UNITO, derivati dalla documentazione presentata in occasione delle Notifiche delle attività R10. UNITO si è fatto carico di campionare, in collaborazione con funzionari di riferimento della Provincia, i rispettivi campioni di fango destinato all'utilizzo agricolo presso gli 11 impianti aderenti al progetto. **Il campionamento è consistito in un prelievo di 3 aliquote di fango, di cui uno lasciato all'impianto, uno sottoposto ad analisi ed il terzo tenuto come contro-campione per eventuali ulteriori verifiche.** UNITO ha effettuato le analisi per tutti i parametri ed utilizzando i metodi previsti dalla più recente legislazione Regionale (Dduo. n. 6665 del 14/5/2019 Regione Lombardia).

**LAVORO IMPORTANTE CON QUANTITA' DI DATI E ATTIVITA' DI MONITORAGGIO CONSIDEREVOLI**



  
**Regione Lombardia**  
LA GIUNTA

---

DELIBERAZIONE N° X / 2031      Seduta del 01/07/2014

---

Presidente **ROBERTO MARONI**

Assessori regionali: **MARIO MANTOVANI** Vice Presidente      **ALBERTO CAVALLI**  
**VALENTINA APREA**      **GIOVANNI FAVA**  
**VIVIANA BECCALOSSÌ**      **MASSIMO GARAVAGLIA**  
**SIMONA BORDONALI**      **MARIO MELAZZINI**  
**PAOLA BULBARELLI**      **MAURO PAROLINI**  
**MARIA CRISTINA CANTU'**      **ANTONIO ROSSI**  
**CRISTINA CAPPELLINI**      **CLAUDIA TERZI**

Con l'assistenza del Segretario **Marco Pilloni**  
Su proposta dell'Assessore **Claudia Terzi** di concerto con l'Assessore **Giovanni Fava**

Oggetto  
DISPOSIZIONI REGIONALI PER IL TRATTAMENTO E L'UTILIZZO, A BENEFICIO DELL'AGRICOLTURA, DEI FANGHI DI DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE DI IMPIANTI CIVILI ED INDUSTRIALI IN ATTUAZIONE DELL'ART. 8, COMMA 8, DELLA LEGGE REGIONALE 12 LUGLIO 2007, N. 12, CONSEQUENTE INTEGRAZIONE DEL PUNTO 7.4.2, COMMA 6, N. 2) DELLA D.G.R. 18 APRILE 2012, N. IX 3298, RIGUARDANTE LE LINEE GUIDA REGIONALI PER L'AUTORIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (A SEGUITO DI PARERE DELLA COMMISSIONE CONSILIARE) - (DI CONCERTO CON L'ASSESSORE FAVA)

  
**Regione Lombardia**

---

DECRETO N. 6665      Del 14/05/2019

---

Identificativo Atto n. 263  
DIREZIONE GENERALE AMBIENTE E CLIMA

Oggetto  
RICOGNIZIONE DEI LIMITI DI CONCENTRAZIONE CARATTERIZZANTI I FANGHI DI DEPURAZIONE IDONEI PER L'UTILIZZO IN AGRICOLTURA, A SEGUITO DELLE NUOVE DISPOSIZIONI NORMATIVE NAZIONALI DI CUI ALLA LEGGE 16 NOVEMBRE 2018, N. 130 "CONVERSIONE IN LEGGE, CON MODIFICAZIONI, DEL DECRETO-LEGGE 28 SETTEMBRE 2018, N. 109, RECANTE DISPOSIZIONI URGENTI PER LA CITTÀ DI GENOVA, LA SICUREZZA DELLA RETE NAZIONALE DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI, GLI EVENTI SISMICI DEL 2016 E 2017, IL LAVORO E LE ALTRE EMERGENZE"

Bollettino Ufficiale      - 19 -       **Regione Lombardia**

Serie Ordinaria n. 25 - Giovedì 20 giugno 2019

D.g.r. 17 giugno 2019 - n. XI/1777      Visto in particolare l'art. 2, comma 1, lettera a) del d.lgs 99/92 che definisce:  
Revisione della d.g.r. 1 luglio 2014, n. X/2031 relativamente ai fanghi ammissibili all'utilizzo in Agricoltura      «a) Fanghi: i residui derivanti dai processi di depurazione;



## Parametri analizzati

I parametri analizzati sui fanghi di depurazione

I parametri analizzati sono quelli richiesti dalla normativa Regionale e sono mostrati in Tabella; le metodiche utilizzate sono state quelle indicate in Legge (D.G.R. Lombardia n. 10/2031 del 1 luglio 2015; D.d.u.o. Lombardia n. 6665 del 14 maggio 2019; D.G.R. Lombardia n. 1777 del 17 giugno 2019).

pH	
Residuo Secco a T= 105°C	TOC
Residuo Secco a T= 600 °C	T.E.C
SSV/SST	Umificazione
Cd	Ac. Umici e Fulvici
Cr	Sommatoria IPA
Cr VI	PCB
Hg	Diossine e Furani
Ni	PCDD/F + PCB DL
Pb	Toluene
Cu	AOX
Zn	DHEP
Se	Nonilfenoli
As	Idrocarburi C10-C40
Be	
P totale	Salmonelle
N totale	Coli fecali
K	Fitotossicità

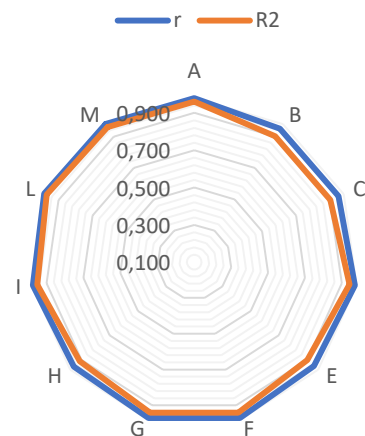
## Trattamento statistico dei dati

Il **trattamento statistico dei dati** ha previsto la verifica o meno della normalità della distribuzione, la valutazione di eventuali outliers, che sono stati eliminati (pochi in entrambe le serie), l'applicazione di metodi di centratura e normalizzazione. Nel caso di minore di ( $<$ ) l'elaborazione ha preso in considerazione un valore pari alla metà del Limite di Rivelabilità strumentale (es.  $< 1,0 \text{ ppm} = 0,5 \text{ ppm}$ ).

La **correlazione dati sui terreni** per i due laboratori (labR10 e UNITO) è stata soddisfacente ed entrambi i laboratori hanno sempre fornito i valori al 100%. Un'ottima correlazione si riscontra anche per i fanghi per i quali sono stati anche calcolati gli indici di correlazione (difficile per i terreni per le diverse Unità di misura) che appaiono a lato in tabella e nella rappresentazione grafica. Si nota che la maggior parte di essi si avvicina d una situazione ideale ( $R^2 = 1$ ) confermando la qualità dei dati analitici ottenuti.

	r	R <sup>2</sup>
A	0,980	0,96
B	0,950	0,90
C	0,950	0,90
D	0,970	0,94
E	0,950	0,90
F	0,970	0,94
G	0,970	0,94
H	0,955	0,91
I	0,975	0,95
L	0,985	0,97
M	0,980	0,96

Correlazione r ed R<sup>2</sup> dati fanghi LabR10-UNITO



# I parametri agronomici nei fanghi di depurazione

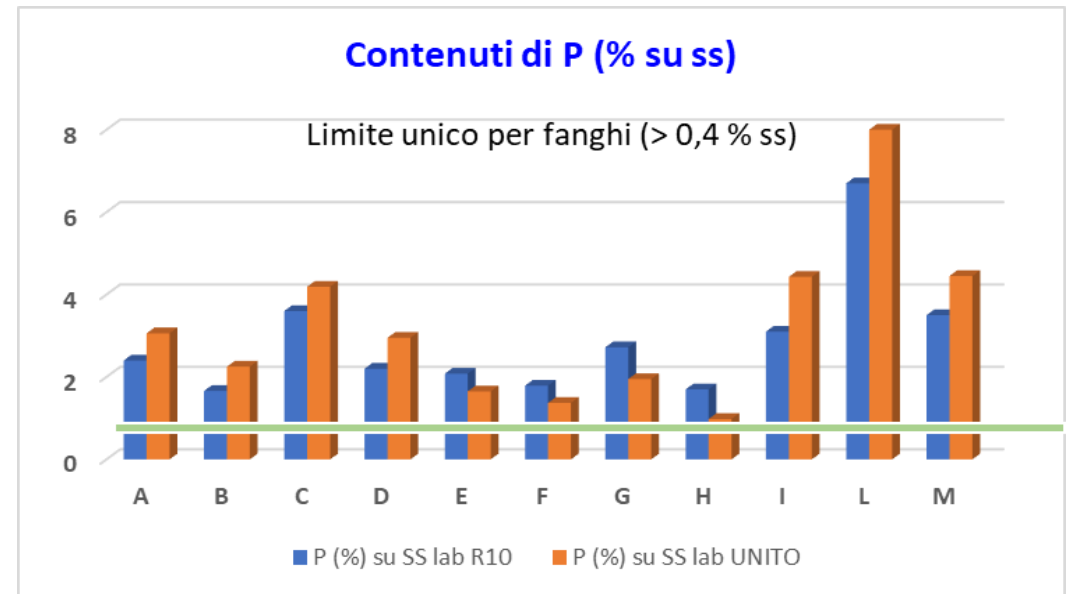
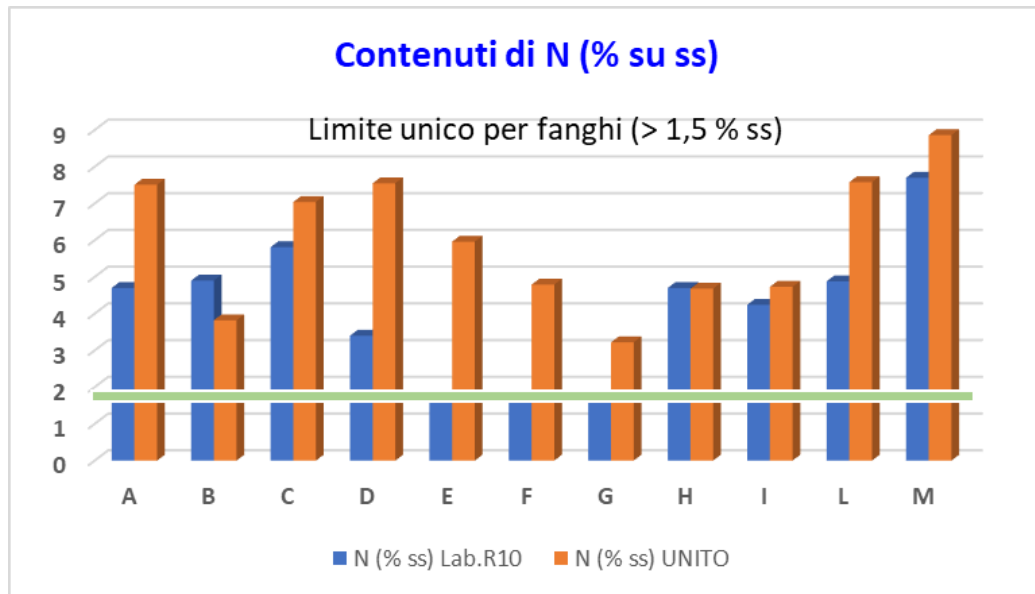
**pH.** Tutte le misure del pH dei Lab.R10 e di UNITO sono inferiori a 11 e maggiori di 5.

**Residuo secco a 105°C e a 600°C.** I valori sono in sostanziale accordo tra i Lab.R10 e UNITO, il residuo secco varia a seconda del trattamento a cui il fango è sottoposto e in relazione alle modalità previste per il suo spandimento. Per entrambi questi parametri non sono previsti limiti normativi.

**SSV/SST (Sostanza solida volatile/Sostanza solida totale).** Questo indicatore di “stabilità”, è stato normato con la DGR N° X/2031. allo scopo di contenere le possibili molestie “olfattive”. I limiti sono < 65% per i *fanghi idonei*; < 60% per i fanghi di *alta qualità*. Tutti i fanghi risultano idonei per questo parametro da parte di tutti i Laboratori. Per UNITO tutti i valori determinati risultano inferiori al 60% rientrando in tal modo nella classificazione dei fanghi di *alta qualità*, per i Lab.R10 solo 8 rientrano in questa classificazione (72%) mentre 3 sono, seppur di poco, superiori al valore del 60% nel valore SSV/SST %.

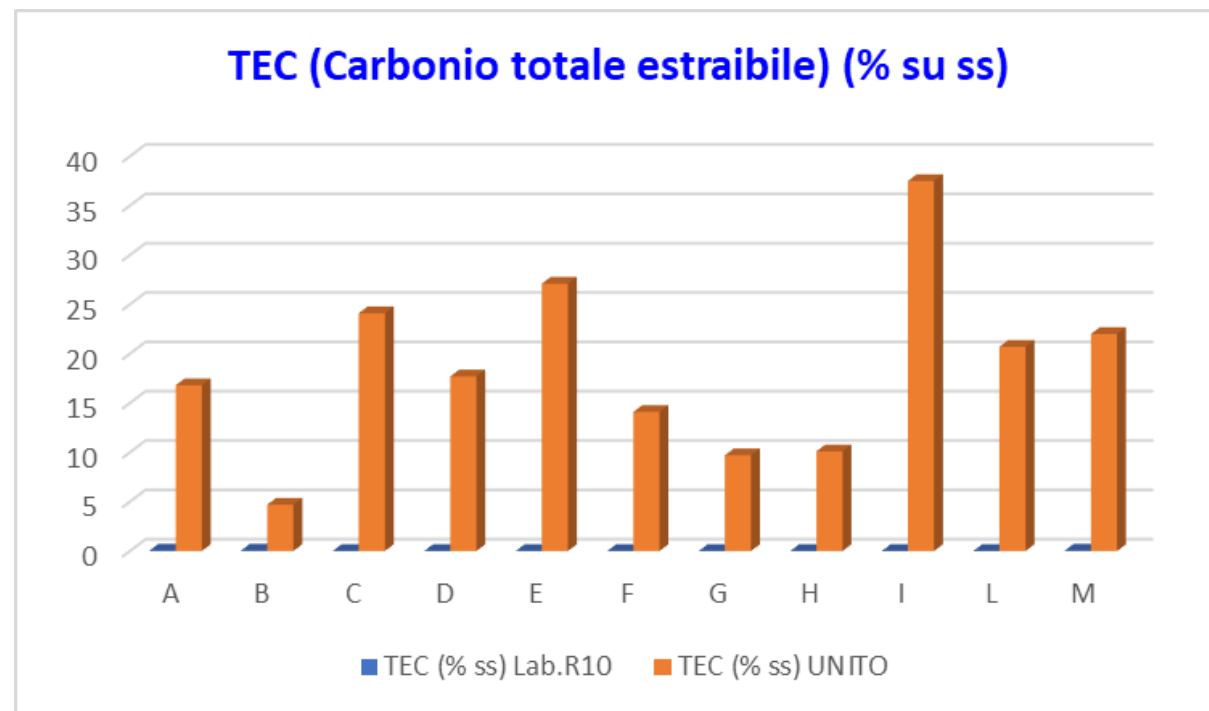
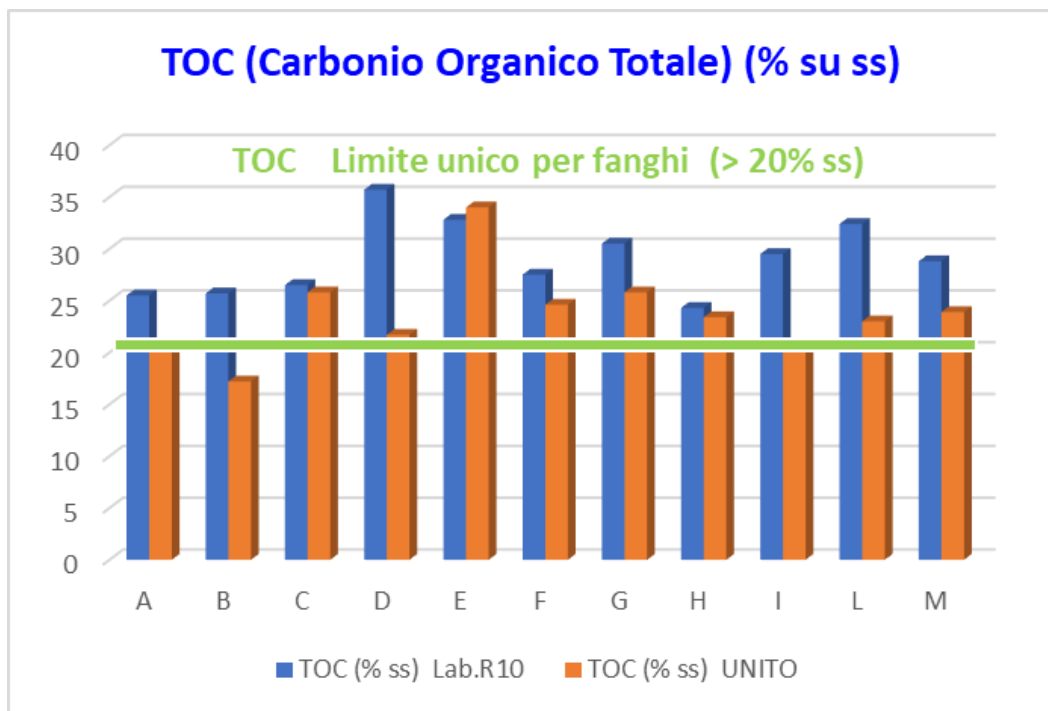
# I parametri agronomici nei fanghi di depurazione

**Azoto e fosforo.** Qui si osserva una sostanziale convergenza di valori tra UNITO e i Lab.R10 per i due parametri. I limiti di legge indicati per N e P sono ampiamente rispettati da tutti gli 11 impianti come confermato dai valori riscontrati sia in autocontrollo, sia da parte di UNITO. **Questi valori di Azoto e Fosforo confermano il significativo contributo che i fanghi apportano al terreno agricolo. In particolare, per l’Azoto, che costituisce il principale elemento fertilizzante ed è oggetto di vincoli determinati dalla «Direttiva Nitrati, andrebbe ulteriormente migliorato il grado della precisione analitica, con un possibile utilizzo di un campione certificato.** Anche i tenori di potassio nei fanghi sono stati misurati. Il fatto che le concentrazioni di Potassio nei fanghi siano più basse dei tenori di N e P risiede nel fatto che il Potassio è presente in maggior quantità in sali estremamente solubili che pertanto rimangono per lo più nelle acque in uscita dagli impianti di depurazione.



# I parametri agronomici nei fanghi di depurazione

**Carbonio organico (TOC) e carbonio estraibile (TEC).** Per il TOC, tutti i valori prodotti in autocertificazione si mantengono superiori al limite del 20%, UNITO conferma complessivamente lo stesso andamento. Anche per questo parametro appare utile suggerire un ring test con un campione certificato di fango e di standardizzare al meglio la metodica analitica e ridurre il valore di incertezza del dato tra i diversi laboratori coinvolti. La misura del TEC appare essere un parametro importante per valutare il grado di umificazione di un fango. I Lab.R10 non hanno fornito questo dato in quanto non richiesto dalla normativa vigente, mentre su richiesta della Commissione UNITO ha eseguito la determinazione del TEC che potrebbe risultare utile per caratterizzare meglio un fango, sia circa la presenza di Carbonio Organico, sia nella qualità con cui è presente.



# I metalli pesanti nei fanghi di depurazione

La legislazione nazionale e comunitaria ha sempre avuto un'attenzione particolare per la componente 'inorganica' dei fanghi, rappresentata principalmente da **elementi in traccia e metalli pesanti**, quale possibile fonte di inquinamento antropico, con possibile loro accumulo nei suoli agricoli. Accumulo, disponibilità e mobilità dei metalli nel suolo non sono unicamente influenzati dalla concentrazione del metallo stesso, presente prima nei fanghi e poi nei suoli, ma questi comportamenti da parte del metallo sono anche influenzati da alcuni parametri del suolo, come ad esempio il valore di pH, la capacità di scambio cationico (CSC), la tessitura, il contenuto e la tipologia della sostanza organica già presenti o apportata al terreno con il fango.

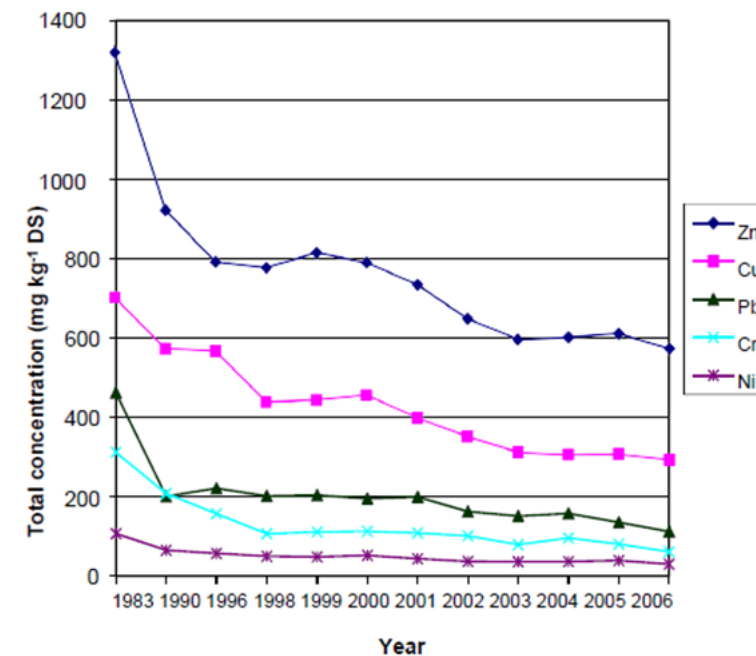
Ciò premesso, la concentrazione dei metalli nel fango è importante e, citando uno studio dell'Imperial College (Smith S, Liu J, Liu S, 2021, [A contemporary and historical analysis of the trace element composition of sewage sludge in the United Kingdom](#), *Water and Environment Journal*, Vol: 35, Pages: 892-901, ISSN: 1747-6585), è possibile osservare una progressiva diminuzione della concentrazione di alcuni metalli, particolarmente rilevanti, nel fango ad uso agricolo.

Questa tendenza generale, grazie ai cambiamenti in atto (riduzione e miglioramento degli scarichi produttivi, miglioramento del processo depurativo con maggiore produzione di biomassa e infine con l'introduzione di nuovi atti normativi) potrebbe essere migliorata ulteriormente.

Confrontando il dato medio inglese dell'anno 2006 con i valori medi da noi rilevati nel 2019 si può affermare che per alcuni metalli la riduzione potrebbe essere enorme (Pb) per altri significativo (Zn, Cu e Cr), mentre per il Nichel la tendenza a decrescere come si vede già dal grafico appare più difficoltosa. Ciò potrebbe spiegarsi anche con la diversa natura dei metalli (Pb, Zn e Cu = antropica; Cr e Ni = geologica).

## A contemporary and historical analysis of the trace element composition of sewage sludge in the United Kingdom

Jin Liu | Shan Liu | Stephen R. Smith



	mg/Kg ss									
	Zn	rid. %	Cu	rid. %	Pb	rid. %	Cr	rid. %	Ni	rid. %
Valori medi Inghilterra anno 2006 Imperial College	564,7		292,7		115,0		70,0		40,0	
Valori medi Prov. di Pavia (Lombardia) anno 2019	493,0	12,7	246,0	16,0	40,0	65,2	56,0	20,0	38,8	3,0

# I metalli pesanti nei fanghi di depurazione

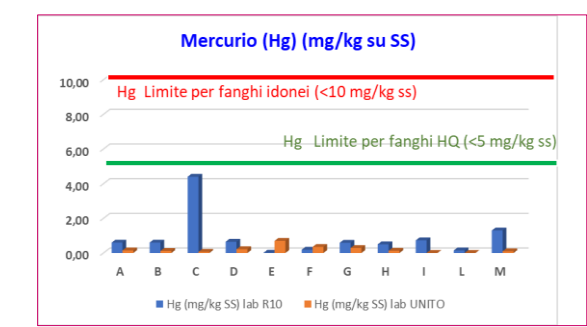
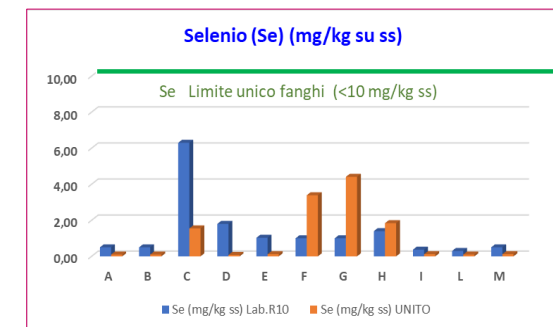
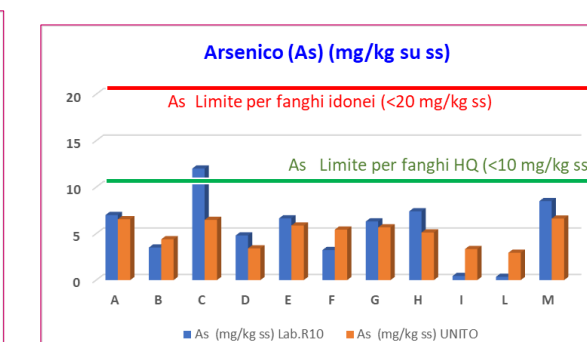
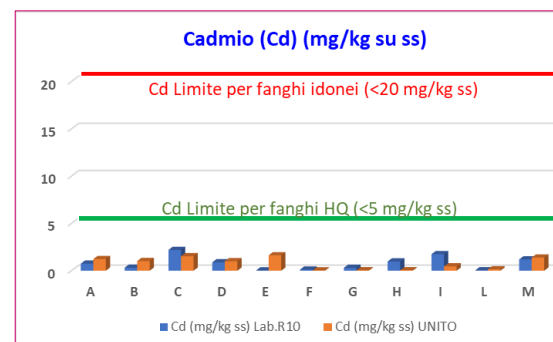
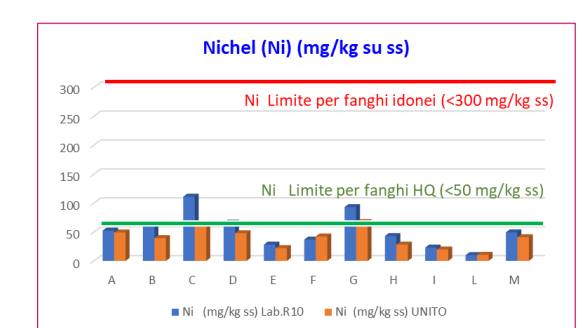
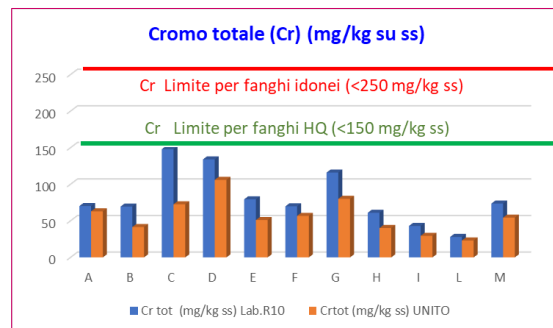
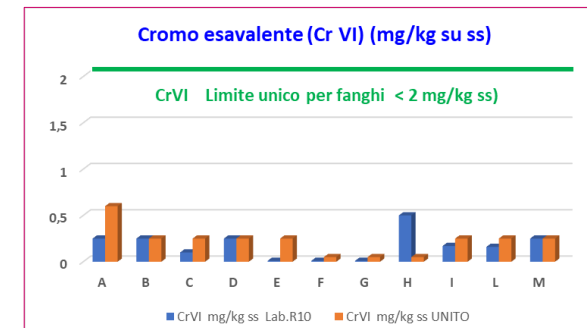
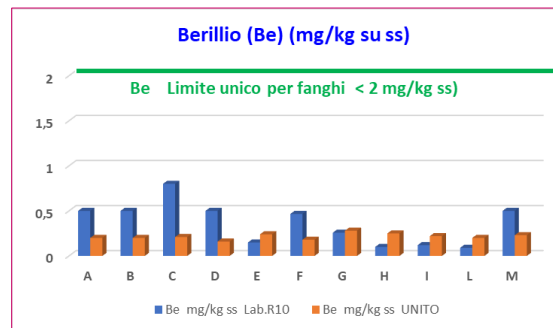
**I metalli pesanti** qui determinati sono quelli previsti dalla legislazione Regionale (D.G.R. Lombardia n. 10/2031 del 1 luglio 2015; D.d.u.o. Lombardia n. 6665 del 14 maggio 2019; D.G.R. Lombardia n. 1777 del 17 giugno 2019). con l'utilizzo delle relative metodiche.

**Berillio e Cromo(VI):** non si evidenziano particolari problematiche. La maggior parte dei Lab.R10, così come UNITO, hanno misure al di sotto del limite di rivelabilità strumentale e ben al di sotto dei limiti normativi sia per i *fanghi idonei* che per quelli di *Alta Qualità* (i limiti sono coincidenti a <2,0 mg/kg ss).

**Cromo e Nichel:** i valori sono risultati per tutti i laboratori entro i limiti di legge per i *fanghi idonei*. Per quanto riguarda il Cromo, tutti i fanghi rientrano anche nei limiti definiti per l'*Alta Qualità*. Per il Nichel, per il Lab.R10, 4 fanghi rientrano nei limiti dell'*Alta Qualità*, mentre per UNITO sono 9 i fanghi che rientrano tra i requisiti più restrittivi.

**Cadmio e Arsenico:** tutti i laboratori misurano valori che fanno rientrare tutti i fanghi tra gli idonei per entrambi i parametri. Per l'As visto il limite più alto, solo 1 fango non rientra in quelli di *Alta Qualità* (valore non confermato da UNITO). Per il Cd tutti i valori misurati sono inferiori a 5 mg/kg ss (limite per l'*Alta Qualità*).

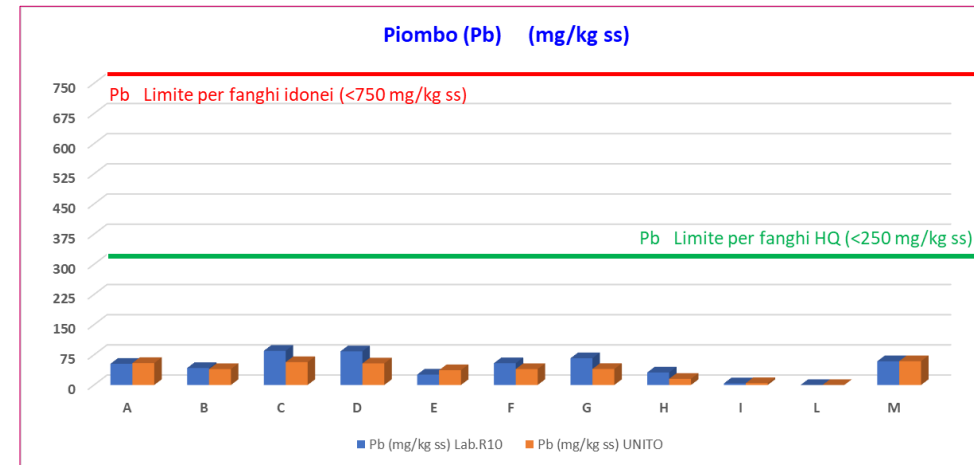
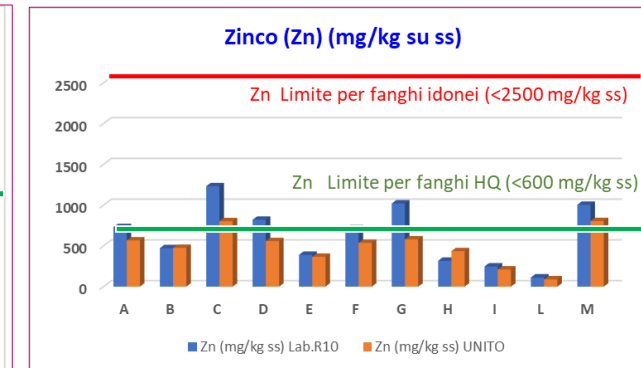
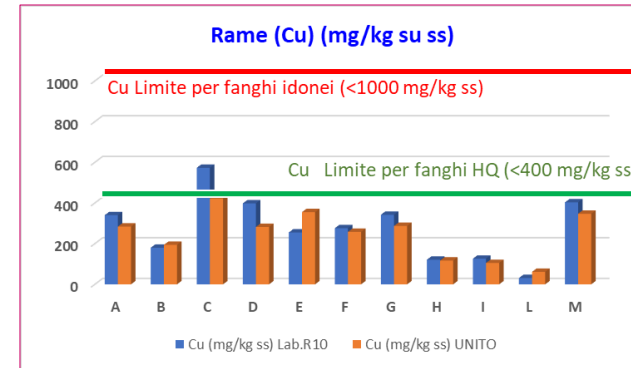
**Selenio e Mercurio:** qui si nota come per tutti i fanghi e da parte di tutti i laboratori i due elementi, Se e Hg, rientrano nei limiti di legge per i *fanghi di alta qualità*. Dai dati si evince che le concentrazioni nei fanghi di entrambi gli elementi sono molto basse, spesso inferiori ai limiti di rivelabilità strumentale.



# I metalli pesanti nei fanghi di depurazione

**Rame e Zinco:** I valori dei contenuti di Rame e Zinco mostrati evidenziano che tutti i fanghi rientrano nel range dei *fanghi idonei* per uso agricolo. In generale, in media i valori misurati da UNITO sono sempre inferiori a quelli rilevati da Lab.R10, soprattutto per lo Zn, dove la differenza è più marcata. Infatti, per quanto riguarda il rispetto dei limiti della categoria fanghi di *Alta Qualità*, per il parametro Zn UNITO ha trovato rispondenti al limite 9 fanghi (Lab.R10 5 fanghi), e tutti i fanghi per il parametro Cu.

**Piombo:** I valori dei contenuti di Piombo sono mostrati in figura. Tutti i laboratori hanno misurato valori di Pb ben al di sotto del limite previsto per i fanghi di *alta qualità*. I valori in media misurati da UNITO sono inferiori a quelli di Lab.R10, come già osservato per altri parametri analitici.



**A commento conclusivo sui tenori di metalli pesanti** occorre dire che la legislazione, e anche le misure qui riportate, mostrano i valori totali, anche se per gli scopi agricoli andrebbero considerati i valori assimilabili (determinati con estrazioni con DTPA, EDTA, etc) che meglio fittano il comportamento delle piante in campo. A ciò si aggiunga che la maggior parte dei metalli per le colture agrarie si concentra nelle radici, che raramente sono oggetto di edibilità e solo una piccola e trascurabile quota raggiunge le granelle oggetto di nutrizione umana e animale.



# La fitotossicità nei fanghi di depurazione

La Regione Lombardia ha previsto due tipologie alternative di test, in funzione delle differenti caratteristiche che possono avere le matrici da sottoporre ai controlli. Scopo dei test è saggiare gli effetti di matrici complesse (ammendanti, fanghi, compost, reflui) solide o liquide sui vegetali e di verificare che non esistano effetti sinergici dovuti alla combinazione di più inquinanti presenti contemporaneamente. I test ammessi sono 2:

- **germinazione**: di norma l'organismo indicatore è il *Lepidium Sativum* (crescione) i cui semi vengono posti in piastra a contatto con la matrice acquosa estratta dal fango in esame (diluizione al 30%). Viene successivamente conteggiato il numero di piantine germinate ed il fango viene valutato idoneo quando l'indice di germinazione è  $>$  del 60% dei semi utilizzati.
- **accrescimento** per il quale si applica la metodologia di cui all' Allegato D del d.g.r.16/04/2003 n. 7/12764. In genere il vegetale testato è la *Lactuca Sativa* (lattuga) per la sua particolare sensibilità ai composti inquinanti. Il test viene condotto in vaso, con terreno standardizzato, dosi di fango crescenti, testimoni concimati.

Per una descrizione dettagliata sull'allestimento dei test, sulla sua conduzione e sull'elaborazione statistica dei dati derivanti dalle rilevazioni dei pesi (freschi e secchi) delle piante coltivate si rimanda all'All. B della DGR 16 aprile 2003 n. 12764.

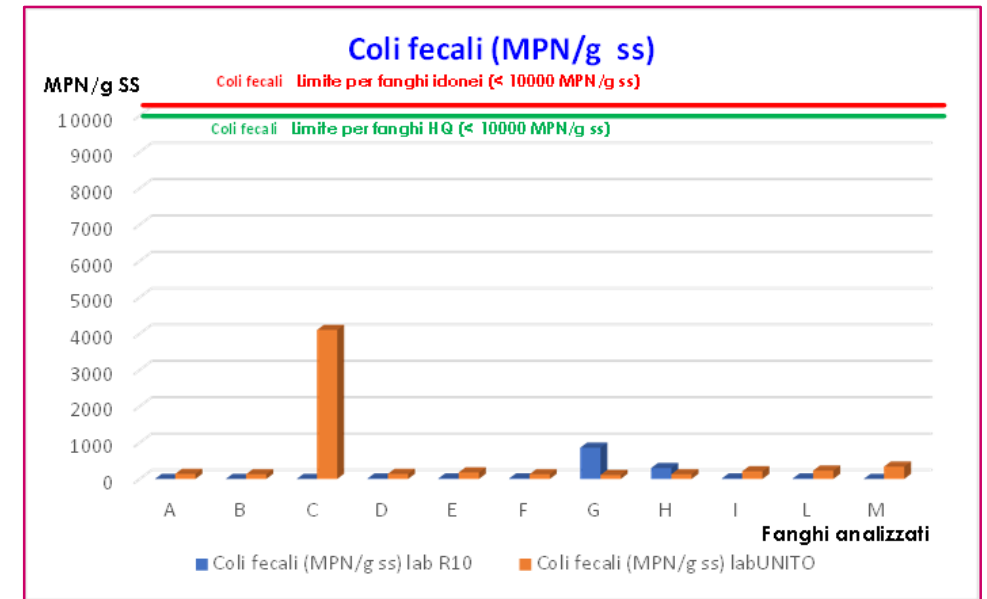
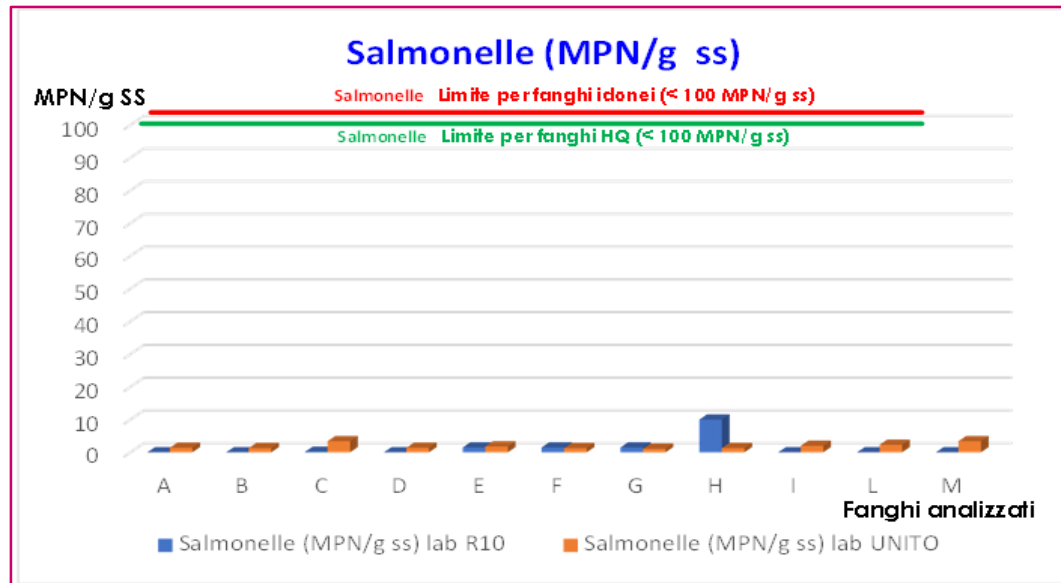
Il fango viene valutato idoneo all'utilizzo agricolo con un giudizio espresso con P1, P2, P3, P4, mentre non idoneo con un giudizio espresso con N1, N2.

Tutti i fanghi a controllo sono risultati idonei all'utilizzo agricolo. I Lab.R10 hanno usato in alcuni casi il test di germinazione, in altri quello di crescita: pertanto non risulta possibile comparare i valori espressi, ma solo i giudizi. UNITO ha utilizzato solamente il test di crescita sugli 11 campioni di fango esaminati: per tutti ha espresso il giudizio di idoneità P2, che indica che le produzioni medie secche ottenute sul substrato trattato con il fango in esame sono tutte "significativamente uguali a quelle del testimone".



# La microbiologia dei fanghi di depurazione

**Determinazione di Salmonelle e Coliformi fecali:** I parametri **microbiologici**, previsti dalle normative per la prevenzione del rischio igienico-sanitario, quindi a dimostrazione dell'avvenuta igienizzazione (i fanghi civili sono batteri ambientali che si nutrono della sostanza organica presente nelle acque reflue costituita in buona parte da materiale di origine fecale), sono stati individuati in due indicatori, un batterio resistente e potenzialmente patogeno (gen. Salmonella) e un raggruppamento di batteri che vive esclusivamente nell'intestino degli animali a sangue caldo, tra cui l'uomo, definiti Coliformi fecali, la cui presenza fornisce un indice della residua contaminazione fecale appunto.



Anche per le **Salmonelle** i fanghi si mantengono nel range *Alta Qualità*. Tutti i dati, UNITO e Lab.R10, sono tra loro in linea, con un solo valore in evidenza per il fango H, in quanto il Laboratorio ha fornito il dato come <20 MPN/g ss.

Per i **Coliformi fecali** i dati dei laboratori confermano che si è inferiori a valore di limite fissato dalla normativa vigente pari a 10.000 MPN/g ss. In questo panorama un solo dato si staglia come anomalo ed è riferito alla determinazione del Fango C da parte di UNITO. Le analisi in autodichiarazione dei due trimestri a cavallo del campionamento di UNITO forniti dall'impianto C sono risultati viceversa con valori molto contenuti

# I composti organici nei fanghi di depurazione

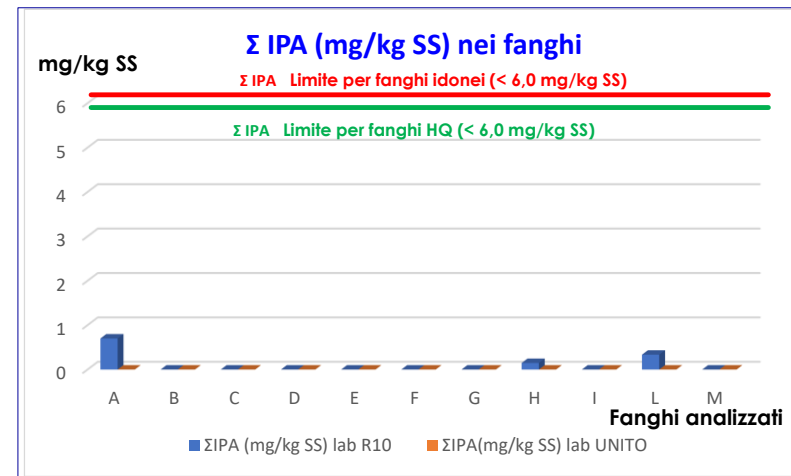
**Storicamente l'interesse** è stato focalizzato sui parametri agronomici e sui metalli come possibili inquinanti persistenti nei terreni e potenzialmente bioaccumulabili. Progressivamente sono stati introdotti sempre più potenziali inquinanti organici per individuare traccianti che potessero escludere l'utilizzo agronomico.

Parametro	Unità di misura	DGR 2031/2014	DGR 7076/2017	L 130 /2018	DdUO RL N665/2019
IPA	mg/kg ss	<6	<6	<6	<6
PCB	mg/kg ss	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Diossine TCDD Like	ng/kg ss	<50	<50	<25	<25
AOX	mg/kg ss		<500	<500	<500
DEHP	mg/kg ss		<100	<100	<100
NONILFENOLI	mg/kg ss		<50	<50	<50
C10-C40	mg/kg ss		10.000	1000 mg/kg tq *	1000 mg/kg tq * 10.000 mg/kg ss
Toluene	mg/kg ss			<100	<100

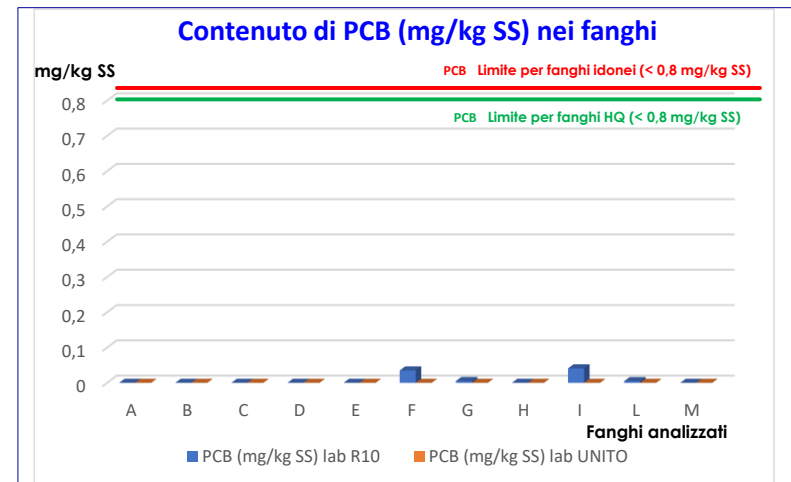
Parametri chimici Inquinanti organici	u.d.m.	Metodi Lab UNITO	Metodi Lab R10	Metodi suggeriti Decr. N. 6665 del 14/05/2019 Reg. Lombardia	Limiti per fanghi idonei	Limiti per fanghi di alta qualità (HQ)
IPA	mg/kg ss	EPA 3550C + EPA 8270E	UNI EN 15527; EPA 3550C+EPA 3630C + EPA 8270E; EPA 3550C + EPA 8270E	ISO 18287; ISO 13859; EPA 3550C + EPA 8270D; UNI EN 15527		Σ < 6
PCB**	mg/kg ss	EPA 3550C + EPA 8270E	UNI EN 16167; EPA 1668C	EPA 1668 C; UNI EN 16167***		< 0,8
PCDD/F + PCB Dioxine	WHO-TEQ/kg	EPA 3550C + EPA 8270E	EPA 1668C;	EPA 1613B + EPA 1668 C; UNI 11199 + UNI EN 16167***		≤ 25
TOLUENE	mg/kg ss	EPA 3550C + EPA 8270E	EPA 5021A + EPA 8015C; EPA 3580A + EPA 8260D	EPA 5021 A + EPA 8015D; EPA 5021 A + EPA 8260D; UNI EN ISO 22155		≤ 100
AOX	mg/kg ss	EPA 3550C + EPA 8270E	EPA 3550C + EPA 8270E; EPA 3580A + EPA 8260D	EPA 354A + EPA 8270D; EPA 3550C + EPA 8270D/E; UNI EN ISO 22155; EPA 5021A + EPA 8260D; EPA serie 3500 + EPA 8270D;		Σ < 500
DEHP	mg/kg ss	EPA 3550C + EPA 8270E	EPA 3550C + EPA 8270E	EPA 3550C + EPA 8270D		< 100
NONILFENOLI	mg/kg ss	EPA 3550C + EPA 8270E	UNI CEN/TS 16182;	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D (nonilfenolo)/EPA 8321 (Nonilfenoli etossilati); NOTIZIARIO IRSA 2004_05 (ISSN: 1125 - 2464), ISO/TS 13907: 2012; ASTM D7485-2016		Σ < 50
IDROCARBURI (C10 - C40)	mg/kg ss	EPA 3550C + EPA 8270E	UNI EN 14039;	EN 14039; UNI EN ISO 167		< 10000
	mg/kg t.q.	EPA 3550C + EPA 8270E	UNI EN 14039;	EN 14039; UNI EN ISO 167		≤ 1000

Parametri composti organici analizzati e limiti di Legge.

**Gli IPA** sono introdotti nell'ambiente attraverso tre processi: si possono formare durante la combustione incompleta o la pirolisi di materiali organici (origine pirogenica, antropica o naturale), durante la lenta maturazione della materia organica (origine petrogenica), e attraverso biosintesi *de novo* da parte di alcuni batteri (biogenesi). **I dati sugli IPA nei fanghi esaminati sono molto bassi, spesso, per lab UNITO, minori del DL (limite di rivelabilità strumentale; per lab R10, si osserva un dato massimo di 3,40 mg/kg SS, al di sotto sia del limite per i fanghi idonei che per quelli di alta qualità.**



**PCB:** Le miscele di PCB erano usate in un'ampia gamma di applicazioni. Il loro uso commerciale nasceva principalmente dalla elevata stabilità chimica, da cui la sostanziale non infiammabilità, e da utili proprietà fisiche quali l'essere un ottimo isolante elettrico e un buon conduttore termico. Nel 1972 ne è stata bandita la produzione, ma la stabilità di questi composti è tale che i livelli ambientali non diminuiranno per molti decenni. **Il contenuto in PCB dei suoli** varia da 1 a 10 ppb (dovuto in parte alla deposizioni atmosferiche) e può aumentare nelle regioni a carattere industriale o in vicinanza di siti di smaltimento di rifiuti. **Nei fanghi i valori dei PCB** si attestano intorno ai 0,1-10 ppm (da acque reflue contenenti 1-30 ppb). La caratteristica negativa di questi composti è la grande resistenza alla degradazione. La loro stabilità è tuttavia anche responsabile della loro persistenza nell'ambiente. **I dati relativi al contenuto di PCB** mostrano che il controllo effettuato dal lab UNITO non ha rilevato alcun valore degno di nota in tutti i fanghi esaminati, al contrario delle analisi effettuate dalle ditte R10, probabilmente per una diversa manualità nell'esecuzione della metodica. Tutti i valori forniti dal lab UNITO sono sotto le soglie sia per identificare fanghi idonei sia per quelli di alta qualità. L'eventuale dubbio analitico potrebbe essere dissipato con un piccolo ring test con un campione di fango di depurazione certificato per i composti organici.



**Le diossine** possono avere le seguenti origini: industrie chimiche, siderurgiche, metallurgiche, industrie del vetro e della ceramica, nel fumo di sigaretta, nelle combustioni di legno e carbone (potature e barbecue, camini e stufe), nella combustione (accidentale o meno) di rifiuti solidi urbani avviati in discarica o domestici, nella combustione di rifiuti speciali obbligatoriamente inceneribili (esempio rifiuti a rischio biologico, ospedalieri) in impianti inadatti, nei fumi delle cremazioni, delle centrali termoelettriche e degli inceneritori. **Per il parametro PCDD+PCB (dioxin like)** i dati dei campioni mostrano tutti essere per entrambi i laboratori inferiori ai limiti di Legge rientrando non solo nel range dei fanghi idonei, ma anche in quelli di alta qualità (HQ). La serie di lab UNITO sembra avere caratteristiche più omogenee, evidenziando un valore elevato per un solo fango; i dati del lab R10 sono più eterogenei, talvolta mancanti e anche in questo caso si ribadisce l'importanza di un controllo fatto un laboratorio esterno certificato su dati ambientali del territorio.

**AOX:** L'abbreviazione AOX sta per 'Adsorbable Organic Halides'/'Alogeni Organici Assorbibili'. Questo valore indica la concentrazione di alogeni organici, composti contenenti cloro bromo o iodio. Elevati livelli di AOX sono spesso legati all'inquinamento. **Per il parametro AOX** i dati ottenuti dai 2 laboratori mostrano valori molto bassi e sensibilmente inferiore ai limiti di legge, stabiliti per entrambi i parametri, fanghi idonei e fanghi di alta qualità a 500 mg/kg su SS. Si nota la maggior omogeneità dei dati prodotti dal lab UNITO che rivelano concentrazioni tutte sotto il limite di rivelabilità strumentale; per i vari lab facenti parte di R10 c'è difformità nelle misura con limiti di rivelabilità diversi a seconda del laboratorio e manca un po' l'omogeneità del dato.

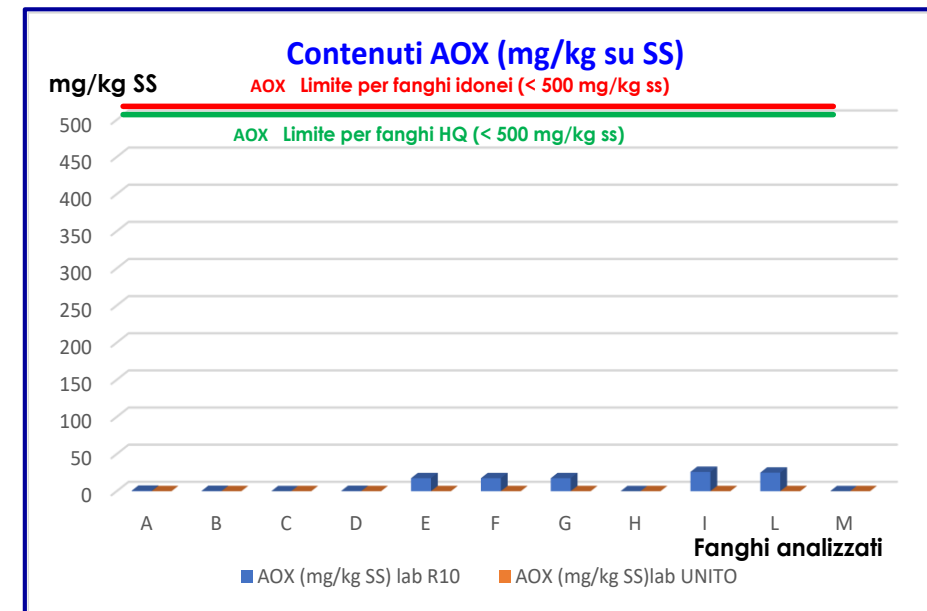
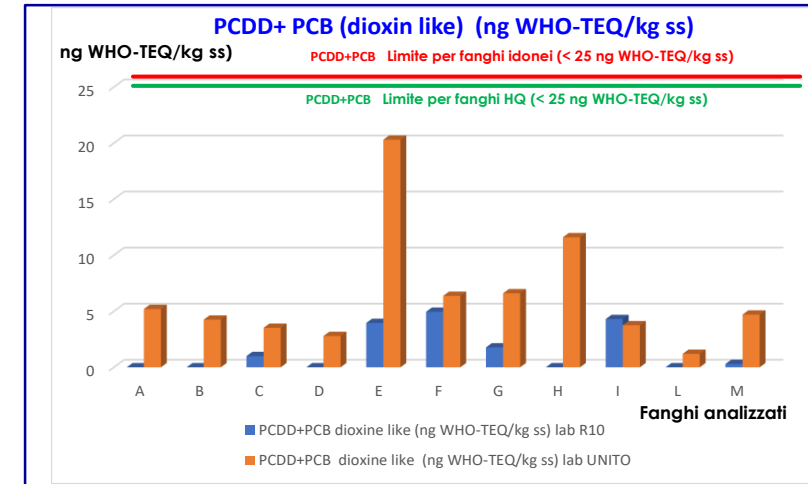
AOX Adsorbable Organ Halides	Lindano	mg/kg ss	$\Sigma < 500$
	Endosulfan		
	Tricloroetilene		
	Tetracloroetilene		
	Clorobenzeni		

**DELIBERAZIONE N° X/7076 Seduta del 11/09/2017**

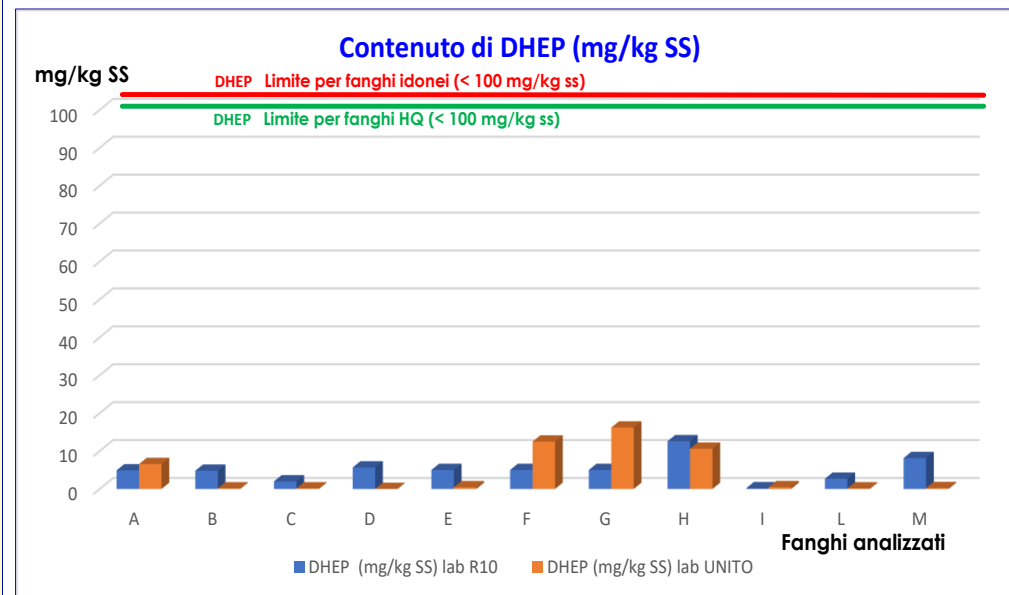
**PCCD/F ng TEQ/kg ss < 50**

**LEGGE n. 130/2018**

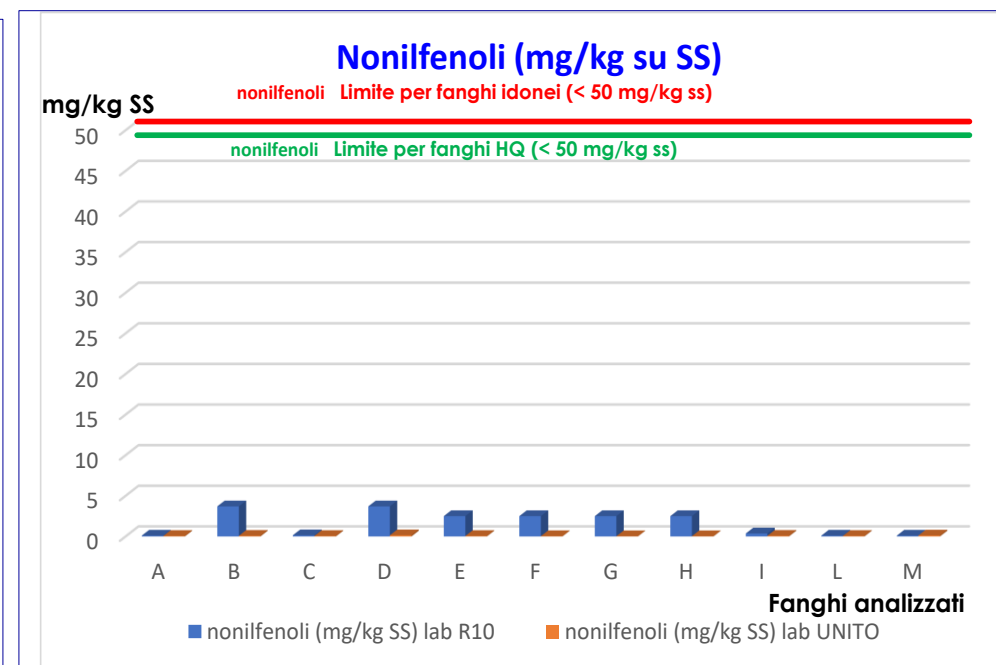
**PCDD/PCDF + PCB DL ng WHO-TEQ/kg SS < 25**



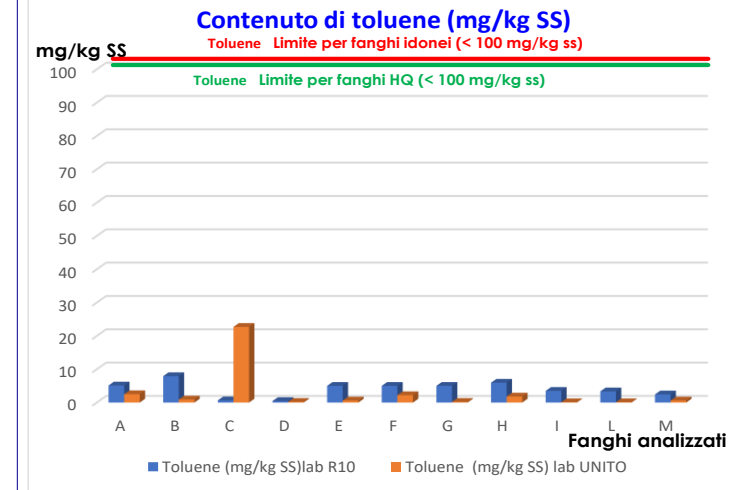
**Il di-2-etilesilftalato (DEHP), o diottilftalato, o diisoottilftalato**, è l' estere dell'acido ftalico e del 2-etilesanolo. A temperatura ambiente è un liquido incolore, inodore, viscoso e poco volatile. Trova principalmente impiego, come altri ftalati, come plastificante per le materie plastiche e per rendere idrorepellente i contenitori di carta per alimenti. **Gli esteri ftalici** sono presenti nei fanghi mediamente da 30 fino a 100 ppm. La forte lipofilia e l'assenza di volatilità permettono a questi composti di legarsi alla sostanza organica del terreno, in genere però, non mostrano problemi di degradazione, per cui l'eccessiva mobilità nel suolo ed il *leaching* conseguente sono da escludersi. Data la bassa persistenza dei residui, anche l'*uptake* da parte delle piante coltivate è di importanza trascurabile. **Per il parametro DEHP** i valori misurati da entrambi i laboratori sono bassi. Per le leggere discrepanze osservate servirebbe avere un confronto con un campione certificato di controllo e fare un piccolo test interlaboratorio.



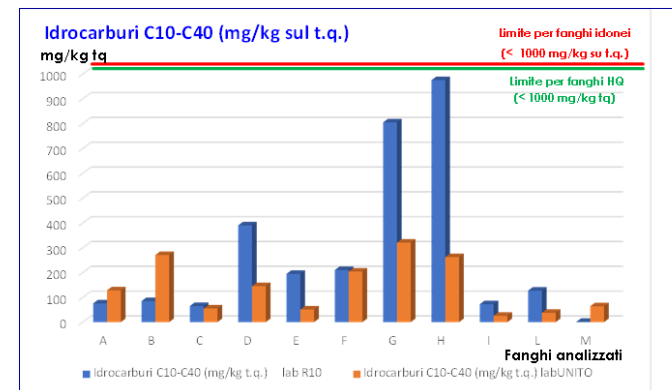
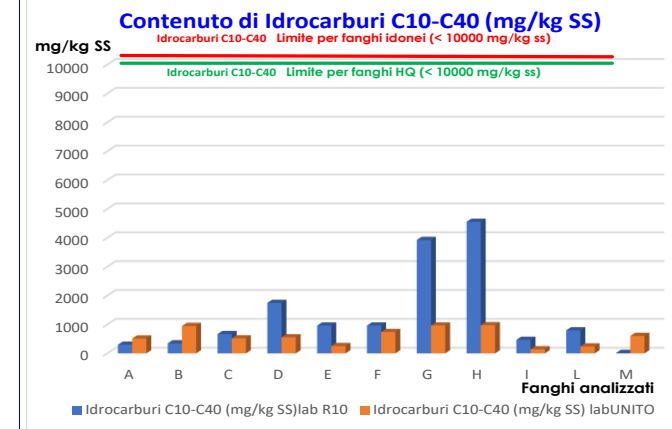
**Nonilfenoli:** Il nonilfenolo ed i nonilfenoli etossilati sono sostanze che trovano impiego nella lavorazione industriale tessile in quanto tensioattivi non ionici aventi ottime prestazioni come detergenti, emulsionanti e disperdenti. Sono utilizzati anche negli oleanti per filatura e nelle formulazioni di molti ausiliari per la tintura ed il finissaggio. **Per il parametro Nonilfenoli** i dati sperimentali sono sempre sotto i limiti di Legge, fissati per entrambi i fanghi (idonei e alta qualità) in 50 mg/kg su SS. Occorre dire che la serie prodotta da lab UNITO è più omogenea di quella prodotta dai laboratori di lab R10, dove spiccano alcuni valori elevati che solo con un campione certificato si potrebbero dirimere meglio scientificamente. Questo parametro non preoccupa affatto da un punto di vista ambientale visti i dati molto bassi; inoltre l'elevata degradazione di questi composti diminuisce il rischio di tossicità ad essi legata, escludendo la necessità di particolari restrizioni all'utilizzo dei fanghi in agricoltura.



**Toluene:** BTEX è l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xilene. Queste sostanze fanno parte dei composti organici volatili (COV) che si trovano nei prodotti derivati dal petrolio quali la benzina, ma anche come solventi nell'utilizzo industriale. Il legislatore ha assunto il toluene come indicatore (in genere è il più abbondante dei quattro) della presenza di solventi organici volatili. **Per il parametro toluene** tutti i valori nei fanghi non raggiungono mai, per i 2 laboratori, i limiti di legge stabiliti in forma univoca a 100 mg/kg su ss, sia per i fanghi idonei che per quelli di alta qualità. I dati evidenziano una serie più omogenea fatta dal lab UNITO rispetto al lab R10; questo si evidenzia bene nel caso di un valore elevato misurato da lab R10 ma la conferma dal lab UNITO è molto più bassa. Questo fatto sottolinea l'importanza di aver condotto questo tipo di controllo sui dati almeno inserendo un secondo laboratorio.



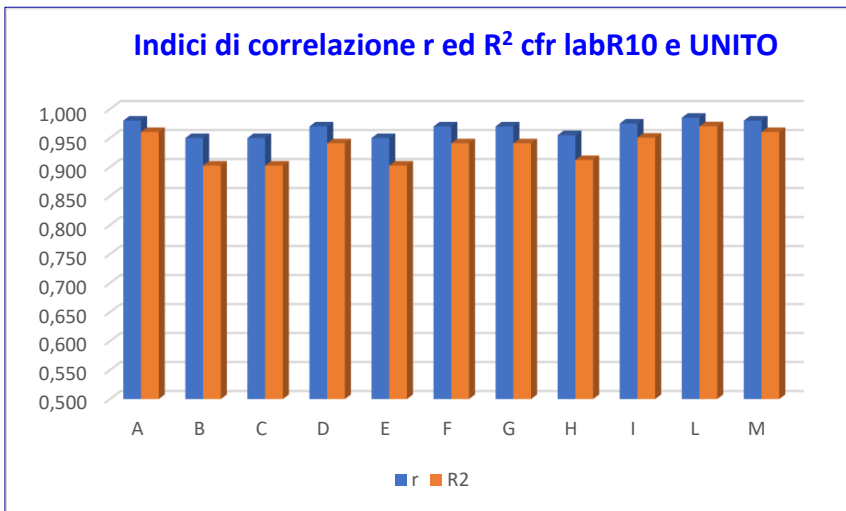
**Idrocarburi:** Il parametro idrocarburi C10-C40: è uno dei più dibattuti con una certa diatriba sui limiti di legge; infatti La Deliberazione N°.X/7076 Reg Lomb del 11/09/2017 fissa un limite sul secco di < 10.000 mg/kg SS mentre la Legge n.130/2018 fissa un limite di idrocarburi (C10-C40) < 1.000 mg/kg sul tal quale e contemporaneamente un limite < 6 mg/kg SS sulla Σ sommativa degli IPA elencati in Tab 1 dell' All 5 al Titolo V della Parte 4° del D.Lgvo 3 aprile 2006 n. 152. A ciò si aggiunga anche il fatto che non essendo disponibile un metodo ufficiale per separare le origini degli IPA, si rischia di quantificare come idrocarburi minerali anche quelli di origine vegetale, come messo ben in evidenza da un importante articolo **di Vecchiato M. et al (2017)**. I dati ottenuti sugli idrocarburi C10-C40 evidenziano una maggiore omogeneità per lab UNITO, che quantificano sempre il dato sul secco, mentre alcuni lab di lab R10 lo quantificano ancora sul totale. Proprio per la variabilità connessa al metodo ufficiale i risultati sono abbastanza diversi ma hanno una caratteristica in comune: sono, per tutti i fanghi e per tutti i laboratori, inferiori sia al limite per i fanghi idonei che per quelli di alta qualità, che coincidono col valore di 10000 mg/kg su SS. Quindi per tutti gli 11 impianti i fanghi in uscita sono, per questo parametro, da considerarsi tutti di HQ (alta qualità).



# Le analisi sui terreni

L'analisi sui terreni ha preso in considerazione 47 campioni forniti dalle 11 ditte; i campionamenti, tutti georeferenziati, sono stati eseguiti secondo i Metodi Ufficiali, ma in epoche leggermente diverse dal prelievo campioni di autocertificazione delle ditte.

La correlazione dati sui terreni per i due laboratori (labR10 e UNITO) è stata soddisfacente ed entrambi i laboratori hanno sempre fornito i valori al 100%.



PARAMETRI TERRENI	u.d.m.	Metodi Lab UNITO	Metodi Lab R10	Metodi suggeriti Delib. N° X/2031 del	Limiti per i terreni
pH	Unità di pH	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. III.1	DM 13/09/1999 SO n. 185 GU n. 248 21/10/1999 Met. III.1; IRSA- CNR 1 Q 64 Vol 3	Metodo III.1 - D.M. 13/09/99	≥ 5
C.S.C. (Capacità di scambio cationico)	meq/100 g	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XIII.2	DM 13/09/1999 SO n. 185 GU n. 248 21/10/1999 Met. XIII.2	Metodo XIII.2 - D.M. 13/09/99	≥ 8
<b>Metalli pesanti</b>					
CADMIO (Cd)	mg/kg SS	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1	DM 13/09/1999 SO n. 185 GU n. 248 21/10/1999 Met. XI.1; EPA 200.7 1994; EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018; DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1+ EPA 6010D 2014; DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 + DIN 38414 Met. XI.1	Metodo XI.1 - D.M. 13/09/99	≤ 1,5
MERCURIO (Hg)	mg/kg SS	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1	DM 13/09/1999 SO n. 185 GU n. 248 21/10/1999 Met. XI.1; EPA 200.7 1994; EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018; DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1+ EPA 6010D 2014; DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 + DIN 38414 Met. XI.1	Metodo XI.1 - D.M. 13/09/99	≤ 1,0
NICHEL (Ni)	mg/kg SS	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1	DM 13/09/1999 SO n. 185 GU n. 248 21/10/1999 Met. XI.1; EPA 200.7 1994; EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018; DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1+ EPA 6010D 2014; DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 + DIN 38414 Met. XI.1	Metodo XI.1 - D.M. 13/09/99	≤ 75
PIOMBO (Pb)	mg/kg SS	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1	DM 13/09/1999 SO n. 185 GU n. 248 21/10/1999 Met. XI.1; EPA 200.7 1994; EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018; DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1+ EPA 6010D 2014; DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 + DIN 38414 Met. XI.1	Metodo XI.1 - D.M. 13/09/99	≤ 100
RAME (Cu)	mg/kg SS	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1	DM 13/09/1999 SO n. 185 GU n. 248 21/10/1999 Met. XI.1; EPA 200.7 1994; EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018; DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1+ EPA 6010D 2014; DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 + DIN 38414 Met. XI.1	Metodo XI.1 - D.M. 13/09/99	≤ 100
ZINCO (Zn)	mg/kg SS	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1	DM 13/09/1999 SO n. 185 GU n. 248 21/10/1999 Met. XI.1; EPA 200.7 1994; EPA 3051 A 2007 + EPA 6010D 2018; DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XI.1+ EPA 6010D 2014; DM 13/09/99 GU N° 248 21/10/99 + DIN 38414 Met. XI.1	Metodo XI.1 - D.M. 13/09/99	≤ 300
Capacità di ossidazione del Cromo	µmoli di Cr(VI)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XII.6	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. XII.6	Test rapido di Bartlett & James	< 1

Parametri indagati nei suoli; metodi utilizzati e valori soglia previsti dalla legislazione Regionale Delib. N° X/2031 del 1 luglio 2015



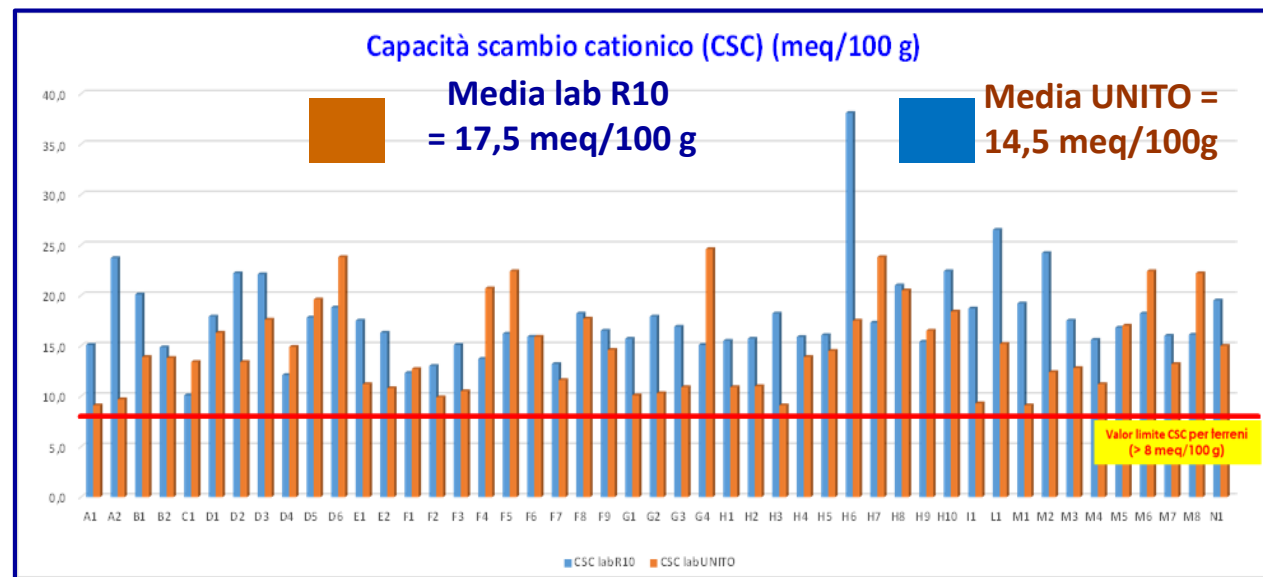
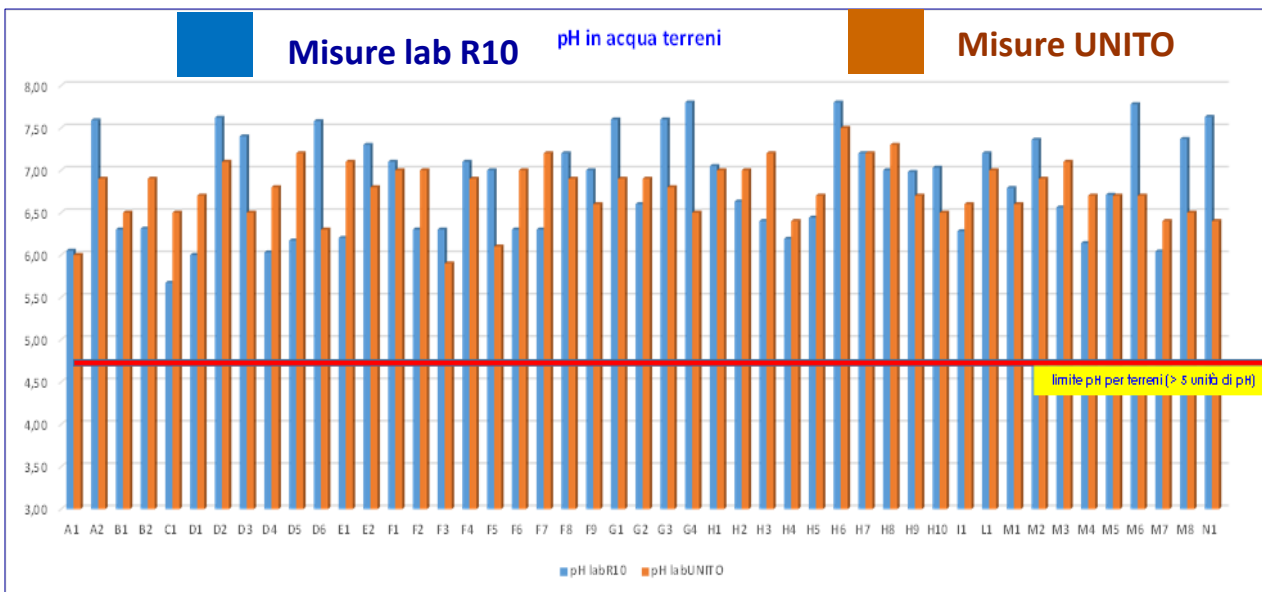
# I parametri agronomici dei TERRENI: i RISULTATI

**pH.** I laboratori hanno misurato valori sempre accettabili di pH, tutti > 5, soglia minima per lo spandimento in agricoltura. La media di UNITO è leggermente più bassa della media di Lab.R10. I dati Lab.R10 mostrano una maggiore variabilità (maggior dispersione del dato analitico), ciò è anche giustificato dal fatto che si tratta di laboratori differenti.

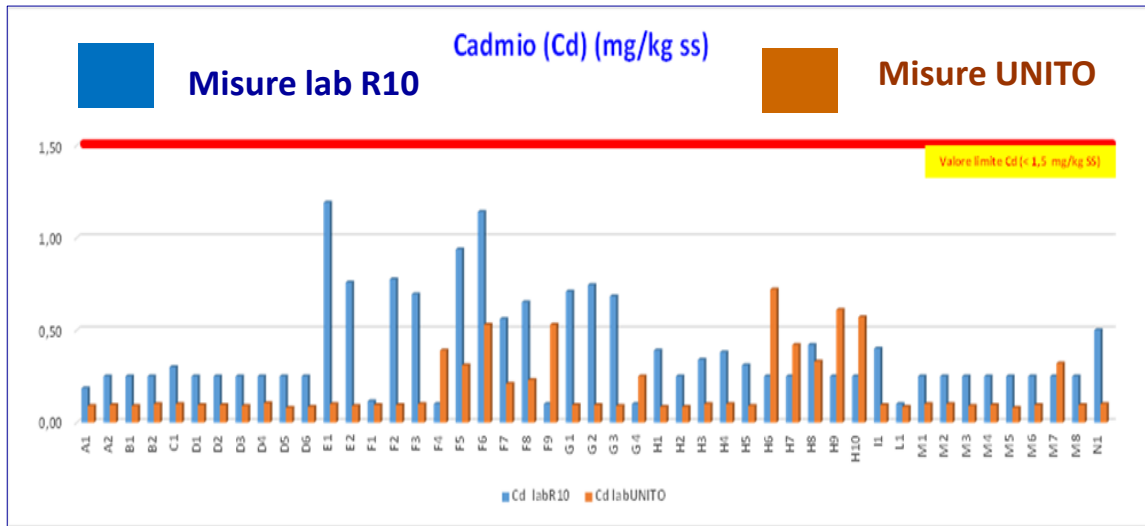
Alcuni laboratori hanno anche misurato il pH in KCl, misura non richiesta dalla legge, che talvolta viene utilizzata quando si deve correggere il pH del suolo.

**C.S.C.** I valori osservati dai laboratori sono abbastanza diversi: in media i valori misurati da Lab.R10 sono maggiori di quelli misurati da UNITO. La CSC si presenta come il parametro chimico-fisico più critico. Il metodo per la sua determinazione prevede, sia per la preparativa, sia per la titolazione, una soggettività dell'operatore e ciò può incidere significativamente sulle differenze riscontrate tra i due dati riferiti allo stesso terreno (valori medi C.S.C. : Lab.R10 17,5 meq/100 g, UNITO 14,5 meq/100 g). La CSC, dal cui valore dipende la quantità utilizzabile (t ss/ha/anno) di fango, non sembra un parametro affidabile, quindi riproducibile.

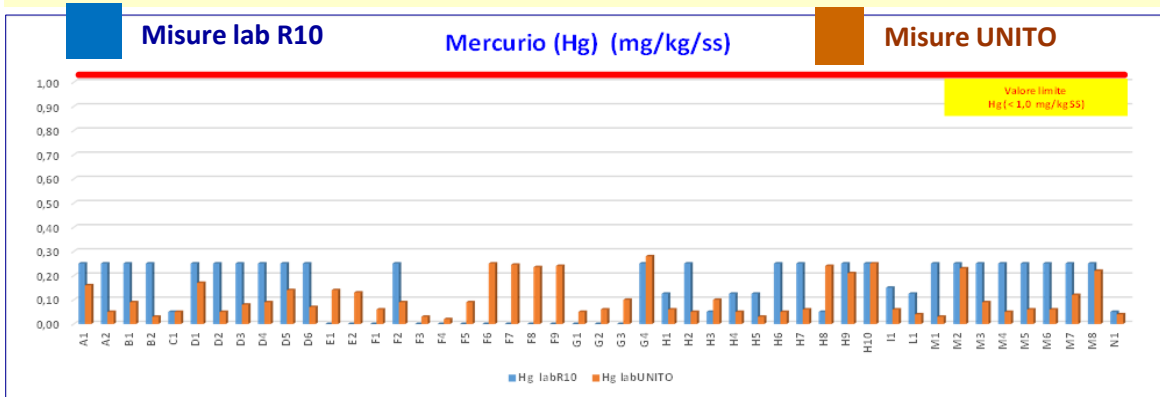
Tale incertezza potrebbe creare difficoltà nel definire il quantitativo di fango spandibile e potrebbe non esserci la certezza del dato in caso di un controllo da parte dell'Ente preposto a verificare il rispetto della norma. Sarebbe utile l'adozione di un campione di suolo certificato (NIST, BCR o SILPA), con caratteristiche simili alla tipologia dei suoli indagati, in particolare sulla base della loro tessitura. In alternativa un suolo certificato si potrebbe anche «fare in casa» contattando SILPA (Società Italiana Laboratori Pedologici e Agrochimici), prelevando 50 kg di terreno rappresentativo di aree omogenee di territorio.



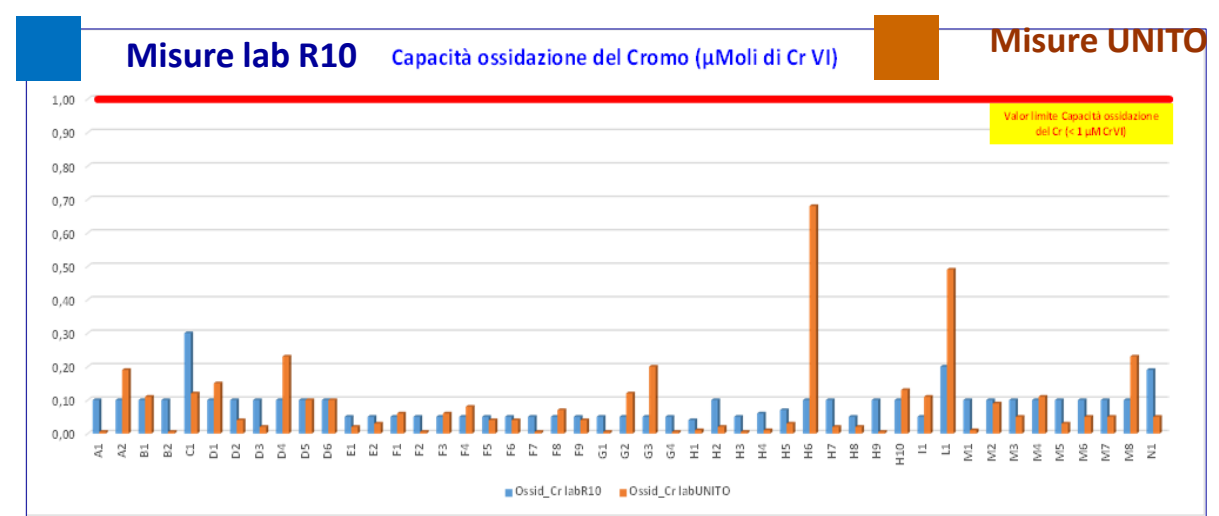
## I parametri chimici dei TERRENI: i RISULTATI dei Metalli



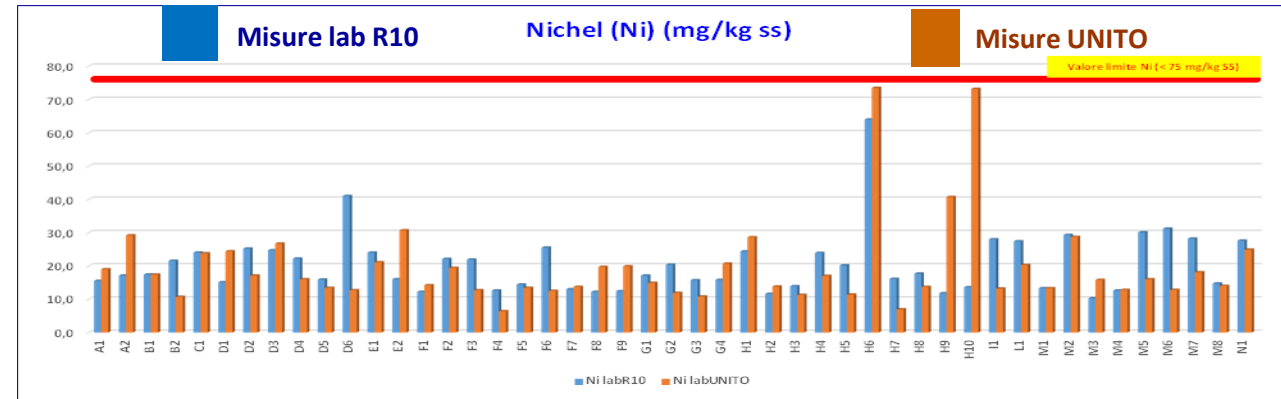
Per il **Cadmio**, si è sempre entro il limite di Legge (1,5 mg/kg ss). Le misure di UNITO offrono un limite di rilevabilità più basso rispetto ai Lab.R10.



I valori misurati dai due laboratori per il **Mercurio** sono sotto il limite di legge, fissato a 1,0 mg/kg di SS. I Lab.R10 quantificano spesso il dato come minore del limite di rilevabilità strumentale, 'attestandosi' a < 0,25 mg/kg, mentre UNITO quantifica anche valori di 0,03 mg/kg SS. e fornisce più del 90% di valori determinabili, con solo l'8,5% minori del LOD.

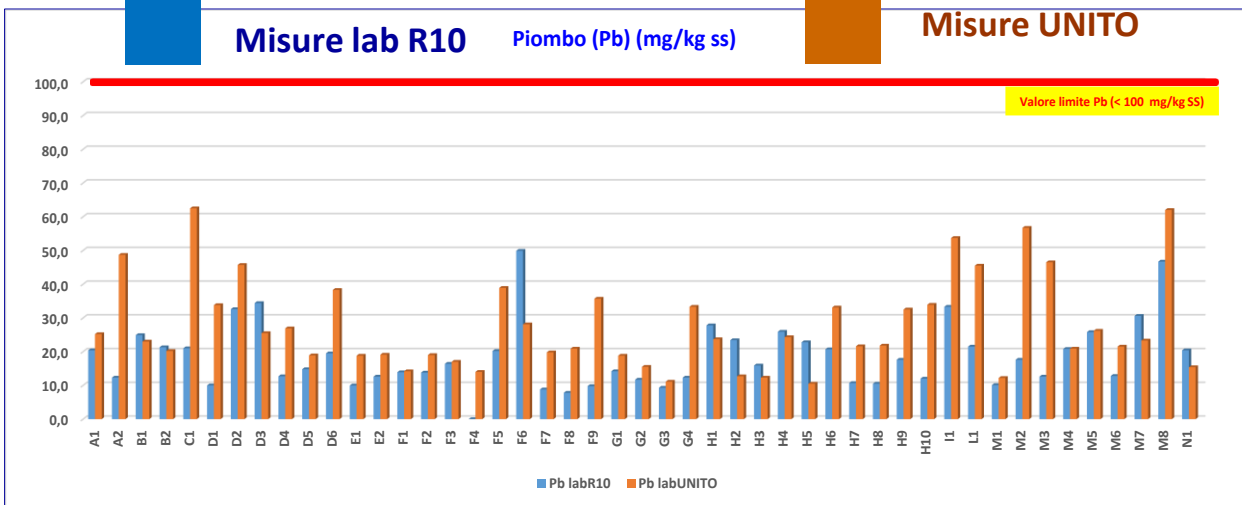


Per la **capacità di ossidazione del Cr a Cr(VI)**, tutti i laboratori hanno fornito dati inferiori al previsto limite di 1 μM Cr VI. I Lab.R10 hanno fornito tutti dati inferiori al limite di rilevabilità del Cr(VI) 0,1 μM, mentre UNITO ha anche quantificato quasi tutti i valori con un limite di rilevabilità molto inferiore.

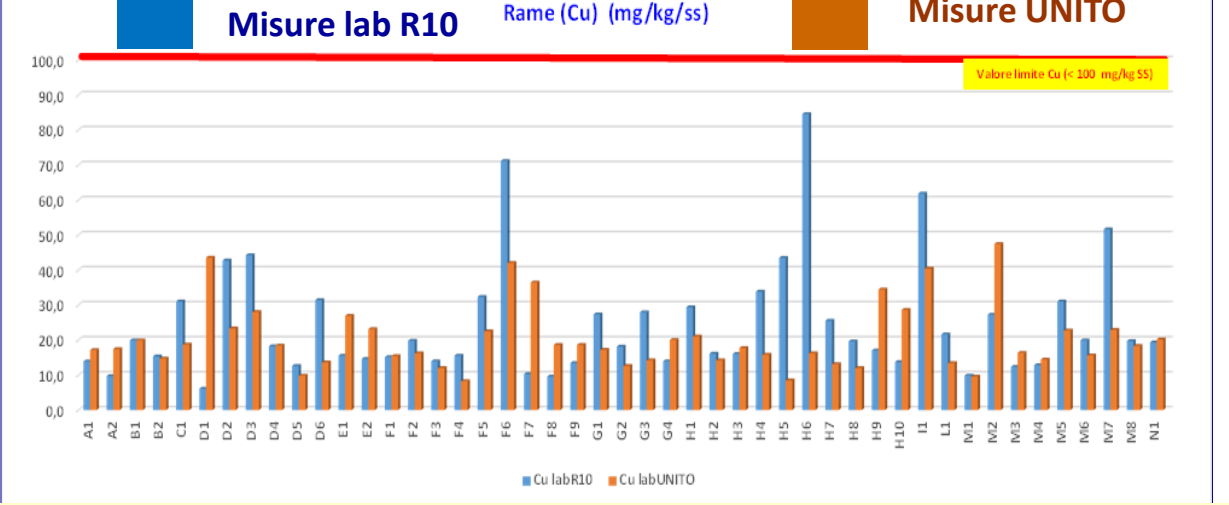


Per i valori del **Nichel** nessun campione eccede il limite di Legge, di 75 mg/kg SS. Dati ben correlati (99%) tra i laboratori, che esprimono anche valori medi vicini e buona accuratezza del dato. Per i due terreni che si avvicinano al limite occorre valutare però l'ubicazione, perché questo dato elevato potrebbe essere giustificato dalla geografia (se siti vicino a fiumi o corsi d'acqua che possano veicolare materiali di alterazione di rocce ofiolitiche a monte).

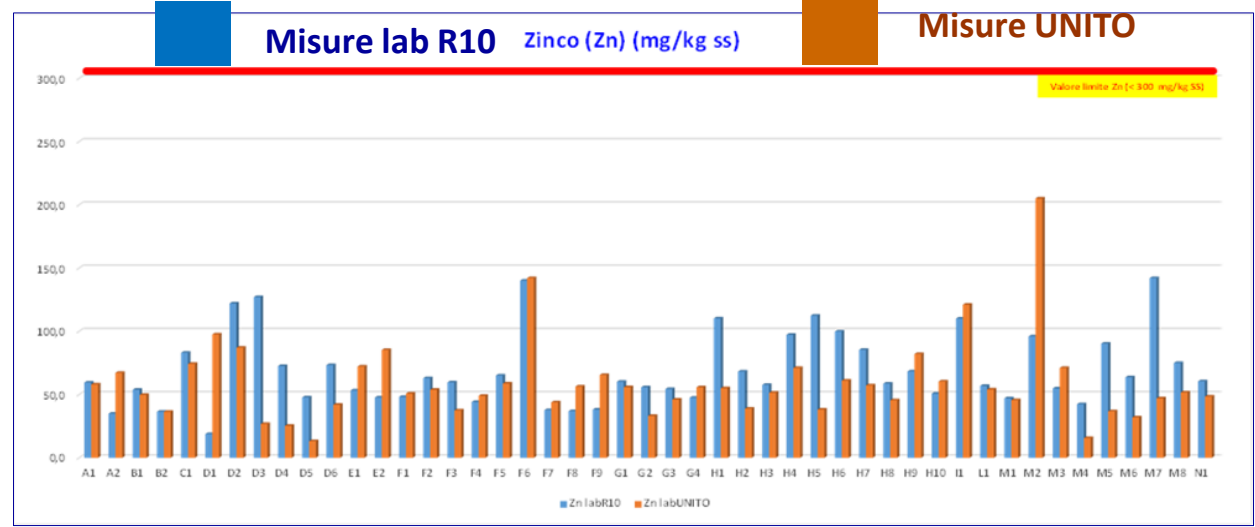
# I parametri chimici dei TERRENI: i RISULTATI dei Metalli



I dati sul **Piombo** sono sempre inferiori al limite di legge fissato a 100 mg/kg di ss. E completi per tutti i laboratori, La dispersione dei dati è minore per Lab.R10 e l'accuratezza, misurata dal coefficiente di variazione, è praticamente uguale sia per Lab.R10 sia per UNITO.



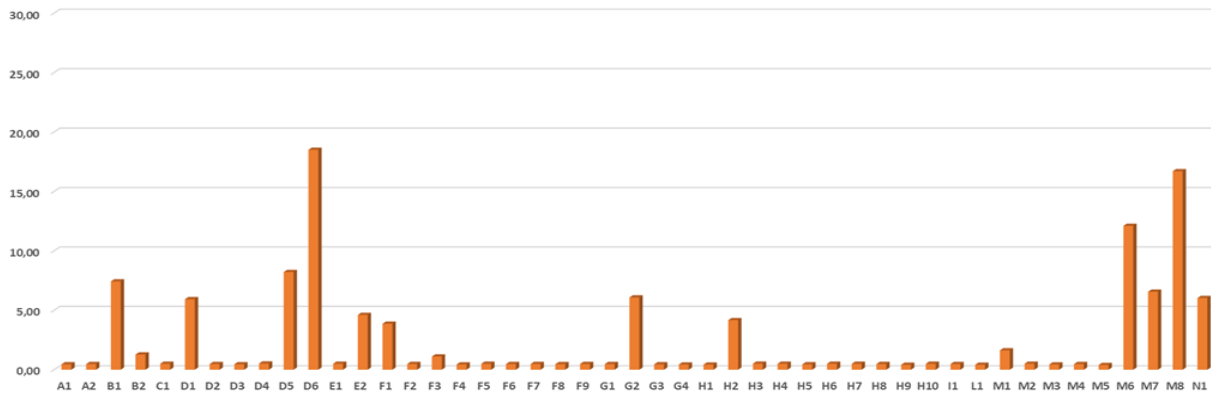
Per il **Rame** i valori misurati dai laboratori per tutti i terreni sono sempre al di sotto del limite di legge di 100 mg/kg SS. I dati prodotti da Lab.R10 sono spesso sistematicamente maggiori rispetto a quelli misurati da UNITO.



Per i dati dello **Zinco** tutte le misure sono sotto il limite di legge di 300 mg/kg di ss. In media i valori prodotti da Lab.R10 sono più alti sistematicamente di quelli di UNITO.

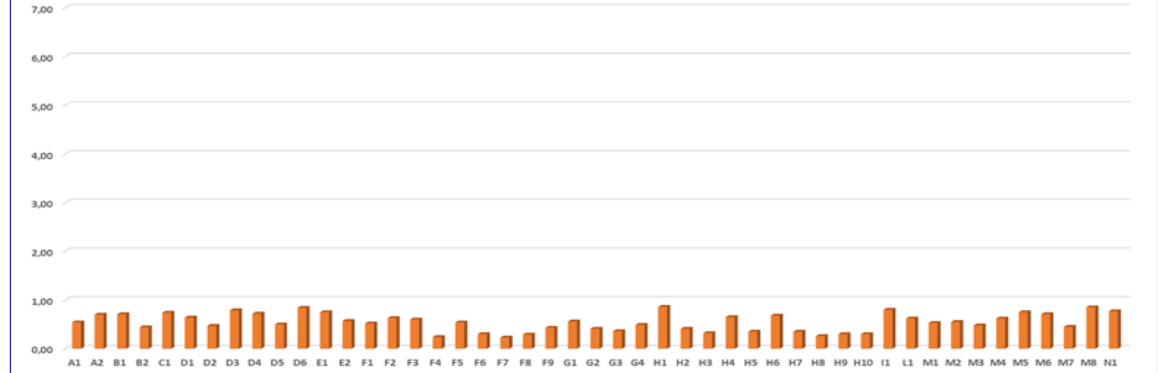
## Parametri addizionali sui terreni (misure solo di UNITO)

Arsenico (As) (mg/kg/SS)



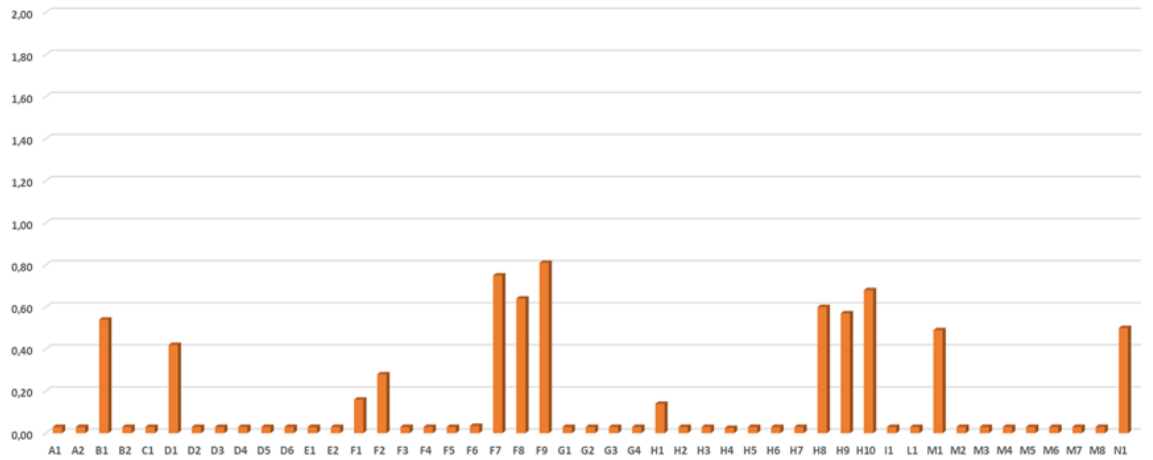
Per l' **Arsenico** il fatto che 34 dati (il 72% del totale) siano inferiori al limite di rilevabilità e solo 13 (il 27% siano risultati misurabili) evidenzia la scarsa presenza di As nei suoli indagati.

Berillio (Be) (mg/kg/SS)



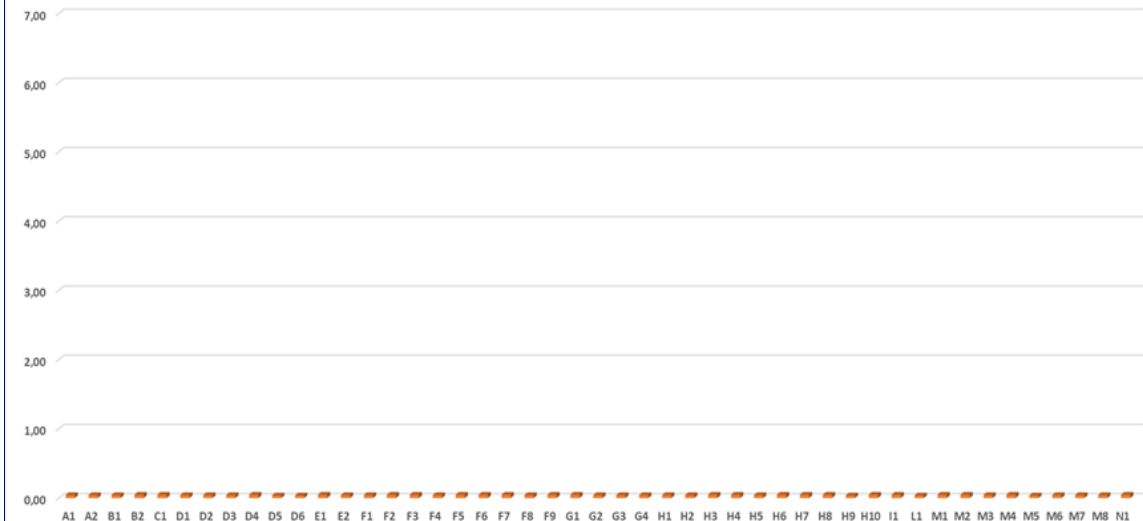
Tutti i dati del **Berillio** sono molto bassi, ma misurabili, cioè superiori al limite di rilevabilità strumentale.

Cromo esavalente (Cr VI) (mg/kg/SS)

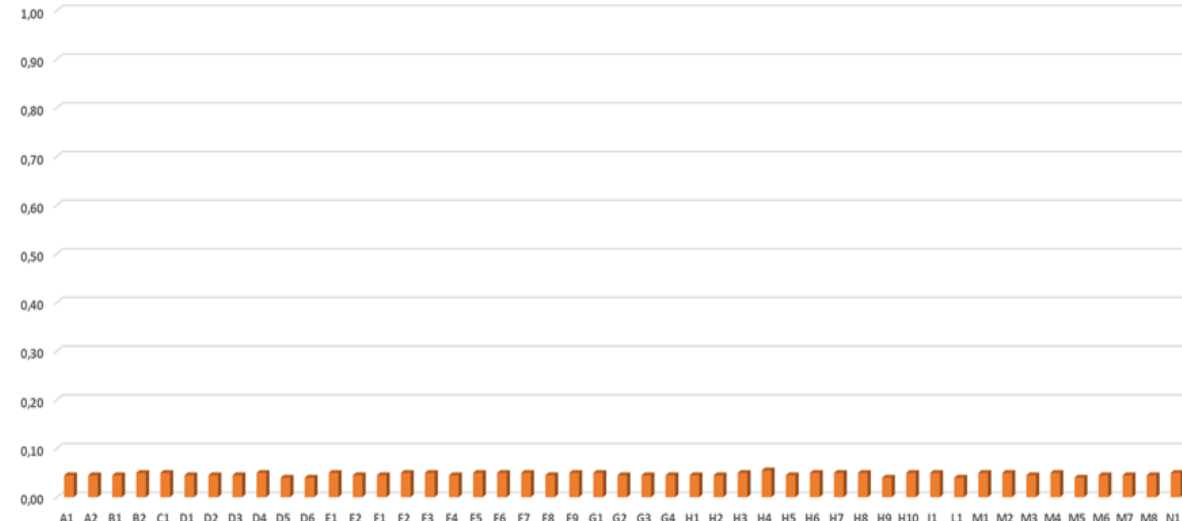


La figura mostra la distribuzione dei dati del **Cr<sup>VI</sup>**. Solo 15 (il 28% del totale) sono misurabili; gli altri 32 (il 68% del tot) sono inferiori al limite di rilevabilità strumentale. I valori di Cr<sup>VI</sup> risultano molto bassi rispetto ai pochi valori che si possono reperire in bibliografia ed ai limiti posti per le bonifiche in colonna A della tab. 1 (2 mg/kg ss per verde pubblico, privato, residenziale) all. 5, titolo V del DLgs 152/2006. Come evidenzia JRC nel documento "Progetto di Monitoraggio Ambientale su tutto il territorio della Regione Lombardia – Progetto Soil" del 2015, le tecniche attualmente utilizzate per la quantificazione del Cromo esavalente non ne consentono una stima precisa e ripetibile, a causa delle reazioni di ossido riduzione che avvengono in fase analitica.

Selenio (Se) (mg/kg/SS)



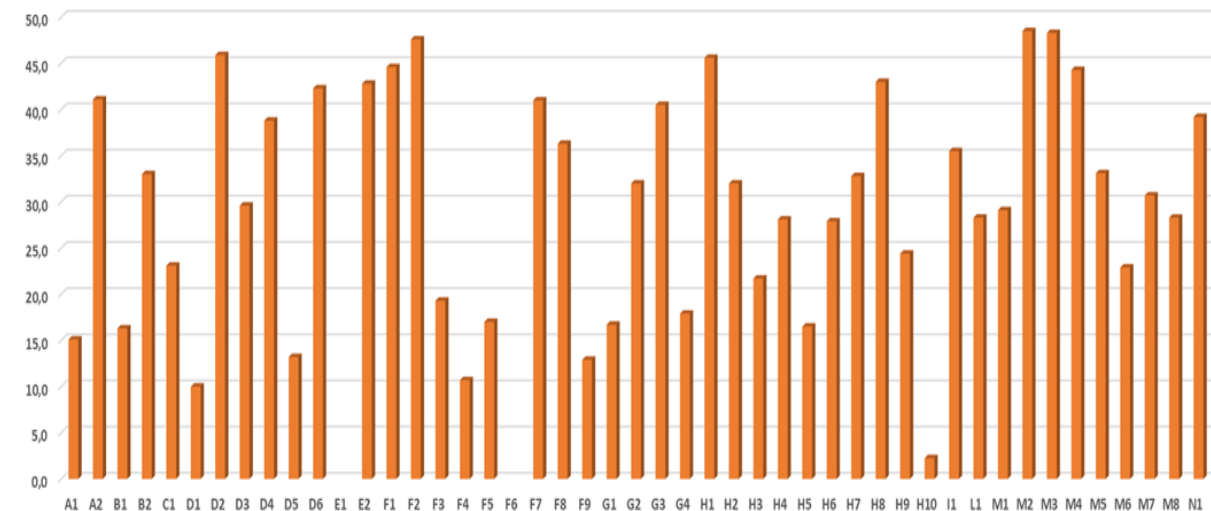
Tallio (Tl) (mg/kg/SS)



La figura mostra la distribuzione dei dati del **Selenio**. Tutti i dati sono sotto il limite al limite di rilevabilità strumentale

La figura mostra la distribuzione dei dati del **Tallio**. Tutti i dati sono sotto il limite al limite di rilevabilità strumentale.

Idrocarburi C10-C40 (mg/kg SS)



Il dato di **idrocarburi C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>** è un dato difficile da determinare e da interpretare, viste la difficoltà insite nella metodica (**UNI EN ISO 167 03**). È però necessario considerare il metodo di prova utilizzato, infatti metodi che utilizzano procedure operative diverse possono fornire risultati non confrontabili.

Inoltre, la determinazione in oggetto prevede fasi estremamente complesse, quali ad esempio l'estrazione, la purificazione, la taratura della strumentazione.

2017

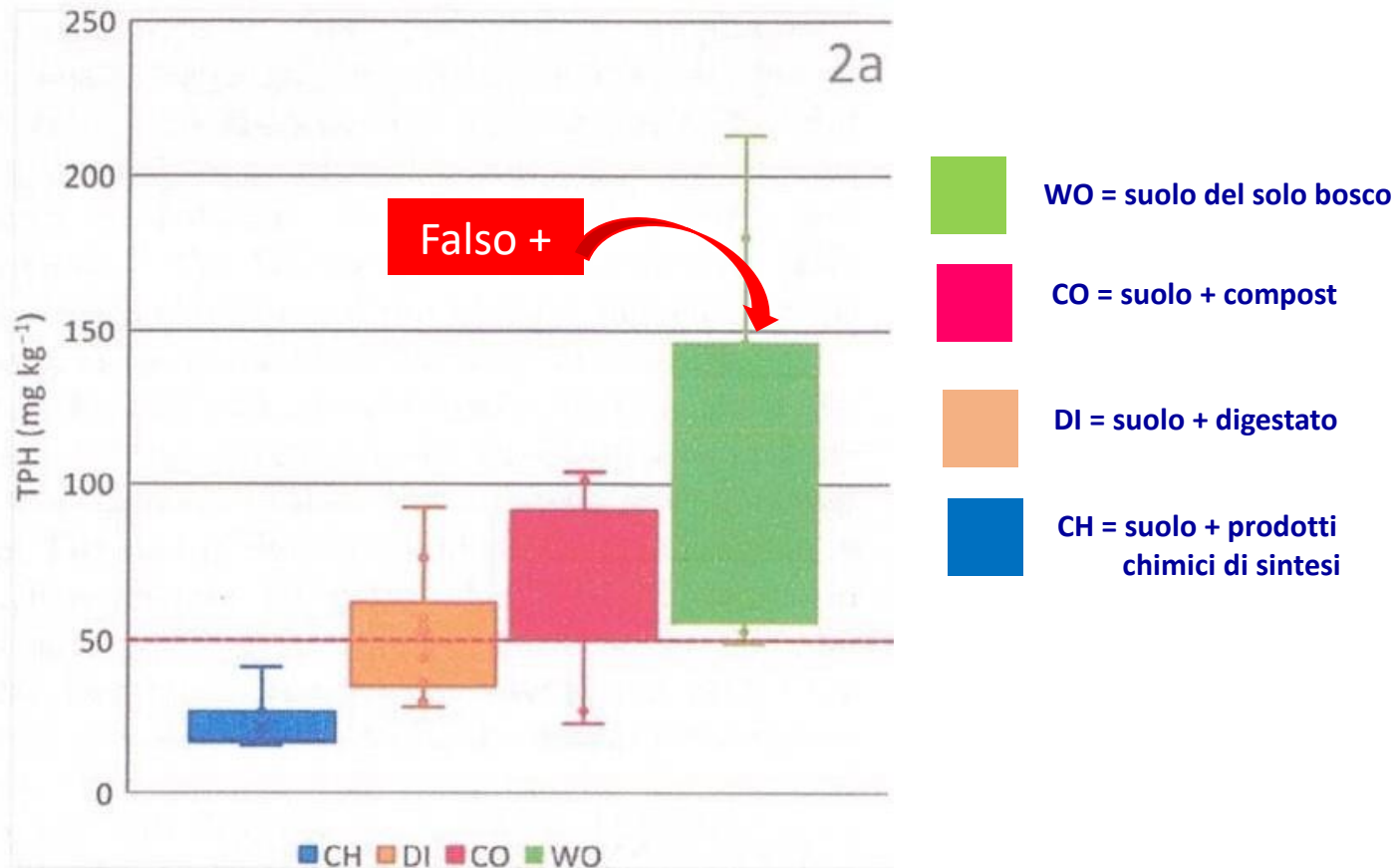
Plant Residues as Direct and Indirect Sources of Hydrocarbons in Soils: Current Issues and Legal Implications

Marco Vecchiato,<sup>\*,†,‡</sup> Tiziano Bonato,<sup>†,‡</sup> Andrea Bertin,<sup>‡</sup> Elena Argiriadis,<sup>†</sup> Carlo Barbante,<sup>†,§</sup> and Rossano Piazza<sup>†,§</sup>

<sup>†</sup>Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics (DAIS), Ca' Foscari University of Venice, Via Torino 155, Venezia-Mestre, 30172 Venice, Italy

<sup>‡</sup>Società Estense Servizi Ambientali (S.E.S.A. S.p.A.), Via Comuna 5/B, 35042 Este, PD, Italy

<sup>§</sup>Institute for the Dynamics of Environmental Processes (IDPA-CNR), Via Torino 155, Venezia-Mestre, 30172 Venice, Italy



Gli Autori in una prova su terreni a Sud di Padova (comprensorio dei Colli Euganei) hanno misurato il valore più alto di idrocarburi (TPH= total petroleum hydrocarbon) in terreni solo con copertura vegetale (WO) rispetto a terreni addizionati di compost (CO), terreni addizionati di digestato animale (DI) e terreni addizionati di fertilizzanti chimici di sintesi (CH); si potrebbe così arrivare al paradosso di bonificare/remediation un suolo solo perché contiene un alto valore di *n*-alcani dovuti alle cere delle cuticole delle foglie.

Fonte: M. Vecchiato; T. Bonato; A. Bertin; E. Argiriadis; C. Barbante; R. Piazza (2017) Environ. Sci. Techn. Lett. 4: 512-517.

TPH = Total Petrol Hydrocarbons

## COMMENTI CONCLUSIVI SUI TERRENI

Premesso che questo lavoro di “autocontrollo” ha dimostrato che l’attività R10 si svolge in “qualità” e nel rispetto delle regole, in generale occorre precisare che:

- **i terreni agricoli sono in buona salute.** Infatti i valori di tutti i parametri determinati sui terreni (n. 47) li fanno risultare *idonei* a ricevere i fanghi, nelle modalità stabilite dal legislatore;
- **le epoche dei campionamenti e delle analisi effettuate da UNITO non coincidono con quelle effettuate dai labR.10;**
- **le metodiche utilizzate sono conformi** a quelle suggerite dalla Legislazione Regionale vigente (DGR n. X/2031 del 01/07/2014);
- **per i parametri normati dalla legge tutti i laboratori hanno fornito il 100% dei dati.**

**In generale si osserva una discreta correlazione dei dati UNITO – Lab.R10.** In media questi ultimi hanno fornito valori del 10-30% superiori a quelli di UNITO. Ciò è abbastanza evidente nella determinazione di alcuni Metalli Pesanti e della C.S.C., parametro insieme al pH necessario a stabilire le quantità ammissibili di fanghi che si possono addizionare ai suoli agrari. Come citato in precedenza per dirimere la questione è suggerito l’uso di un campione certificato di terreno con caratteristiche simili a quelle medie dei suoli indagati.

**Sicuramente è da rimarcare il ruolo più che positivo del coinvolgimento di un laboratorio qualificato** di terza parte perché ha evidenziato la possibilità di un ulteriore miglioramento della qualità analitica dei laboratori coinvolti nelle analisi, attraverso l’aggiornamento di alcune metodiche analitiche, la necessità di confronti e scambi interlaboratoriali.

**L’effettuazione di questo controllo su 47 punti è stata utile per la conferma dei dati pregressi** e può aiutare ad istituire confronti e scambi interlaboratoriali, anche con incontri periodici tra i responsabili dei laboratori per armonizzare al meglio i metodi analitici recependo in tempo utile gli aggiornamenti legislativi.

**Merita attenzione la determinazione del contenuto di idrocarburi:** la metodica in adozione non discrimina tra la quota fossile e quella vegetale e pur operando con lo stesso metodo sugli stessi campioni si sono ottenuti risultati anche diversi. Sarebbe opportuno trovare una metodica più idonea che discrimini bene le nature dei composti organici interessati.

**Infatti, solo con la collaborazione dei soggetti interessati si riesce a produrre il miglioramento, attraverso l’individuazione dei problemi e delle soluzioni che tengano conto delle differenti esigenze, che in questo settore sono molteplici in continua evoluzione.**

## Considerazioni conclusive

**La collaborazione tra pubblico e privato, tra controllore e controllato, ciascuno nella piena autonomia del proprio ruolo, è stata a nostro avviso pienamente soddisfacente.**

Tra le priorità emerse dallo studio e che potrebbero essere perseguite anche nel futuro sono:

- 1. Intercalibrazione dei laboratori operanti su fanghi e terreni per il miglioramento ulteriore della qualità dei dati analitici;**
2. Raccolta sistematica dei dati prodotti in autocertificazione con la costruzione di un data base di facile accesso utile per l'elaborazione dei dati trasmessi all'Amministrazione Provinciale;
3. Sviluppo di test di tossicità o meglio test di ecotossità in campo per la verifica degli effetti prodotti dall'uso continuativo dei fanghi R10;
4. Raccolta delle segnalazioni da parte dei Comuni in relazione a episodi di molestie olfattive o relative ad altri effetti indesiderati attribuibili a fanghi;
5. Organizzazione di eventi utili a diffondere le conoscenze acquisite, fornendo alle Associazioni e ai cittadini le informazioni raccolte, per lo sviluppo di prese di posizione da parte dell'opinione pubblica sempre più consapevoli e documentate.





*Grazie  
per  
l'attenzione!*

