



Valutazione della qualità dei fanghi biologici stabilizzati in letti di fitostabilizzazione

Relazione Short Term Mobility 2014



Eleonora Peruzzi

Valutazione della qualità dei fanghi biologici stabilizzati in letti di fitostabilizzazione

Relazione Short Term Mobility 2014

Programma Short Term Mobility 2014

Fruitore: Eleonora Peruzzi

Istituto di appartenenza: Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (CNR-ISE) – Sede di Pisa

Dipartimento di afferenza: Scienze del sistema terra e tecnologie per l'ambiente

Istituto ospitante: Orbicon- Reed bed System Department- Roskilde, Danimarca

Durata: 21 giorni – 12/05/2014 – 02/06/2014

Sommario

Sommario	3
Introduzione	4
Campionamento e metodi	5
Impianto di Stenlille	6
Impianto di Sorø	9
Impianto di Kallerup	12
Impianto di Skovby	15
Impianto di Fårevejle	17
Impianto di Karlebo	18
Conclusioni e attività future.....	21
Bibliografia.....	22

Introduzione

Con il termine FITOSTABILIZZAZIONE si intende una tecnologia per il trattamento di fanghi biologici, che consiste nell'applicare la tecnica della fitodepurazione alle vasche di essiccamento dei fanghi: questa tecnologia permette di ottenere una notevole riduzione dei volumi di fango biologico e di ottenere un materiale stabilizzato (Nielsen and Willoughby 2005; Nielsen et al., 2014), igienico e ricco in materia umica (Peruzzi et al., 2011; 2013).

Tale tecnologia, ampiamente diffusa nei paesi nord-europei, è stata adottata con successo per il trattamento di fanghi biologici civili da almeno 30 anni. In Italia, tale tecnologia è stata applicata solo recentemente in alcuni impianti.

Il processo di trattamento permette la stabilizzazione dei fanghi biologici, attraverso l'azione sinergica di microrganismi – piante, che porta alla mineralizzazione e all'umificazione della sostanza organica presente nei fanghi. La *Phragmites australis*, infatti, oltre a partecipare attivamente alla disidratazione dei fanghi, stabilisce le condizioni favorevoli allo svolgimento di un complesso di processi che hanno come risultato la progressiva mineralizzazione ed umificazione della frazione organica ad opera dei batteri adesi alla rizosfera.

Il processo di stabilizzazione della sostanza organica può essere valutato in modo efficace, tramite il monitoraggio di parametri chimici e biochimici legati al ciclo dei nutrienti (C, N, P e S).

Il programma di ricerca ha previsto il sopralluogo di alcuni impianti presenti sul territorio danese, gestiti da ORBICON, società leader nella progettazione e nel monitoraggio di tali impianti. Su tali impianti sono stati eseguiti controlli di tipo ispettivo sullo stato della vegetazione e sulla qualità dei fanghi stabilizzati. Inoltre, sono stati prelevati dei campioni da analizzare successivamente in Italia, al fine di valutare in dettaglio i processi di stabilizzazione che avvengono all'interno delle vasche.

Campionamento e metodi

In ogni impianto è stata scelta una vasca, da cui sono stati prelevati i campioni. Per ogni vasca sono stati scelti 10 punti di prelievo. In ogni punto sono stati prelevati due tipologie di carote: una complessiva dell'intero profilo, ed un'altra, che è stata suddivisa in strati pari a 10 cm, fino all'esaurimento del profilo. I punti separati della vasca sono stati poi miscelati per ottenere un campione rappresentativo dell'intera vasca. I campioni, successivamente al prelievo, sono stati congelati e successivamente trasportati in Italia in contenitori appositi.

Il contenuto di umidità e i solidi volatili sono stati determinati seguendo le metodiche ufficiali per i compost (APAT, 2001).

Le attività enzimatiche sono state determinate utilizzando substrati specifici fluorescenti contenenti derivati della cumarina, 4-methylumbelliferone (MUB) or 7-amino-4-methylcoumarin (AMC), seguendo i metodi di Marx et al. (2001), Vepsäläinen et al. (2001) Niemi and Vepsäläinen (2005), e Lagomarsino et al. (2011).

Attività enzimatica	Substrato	Prodotto	Buffer	Ruolo
β-glucosidasi (EC 3.2.1.21)	4 Methylumbelliferyl - β -D-glucoside	MUB	Na tampone acetato 0.5 M pH 5.5	Mineralizzazione C organico
Fosfatasi acida (EC 3.1.3.2)	4 Methylumbelliferyl -phosphate	MUB	Na tampone acetato 0.5 M pH 5.5	Mineralizzazione P organico
Butirrato esterasi (EC 3.1.1.1)	4-Methylumbelliferyl -butyrate	MUB	Na tampone acetato 0.5 M pH 5.5	Attività intracellulare
Aryl-sulfatasi (EC 3.1.6.1)	4- Methylumbelliferyl -sulphate	MUB	Na tampone acetato 0.5 M pH 5.5	Mineralizzazione S organico
Leucina aminopeptidasi (EC 3.4.11.1)	L-leucine-7-amino-4- methylcoumarin	AMC	TRIS 0.5M pH 7.8	Mineralizzazione N organico

Impianto di Stenlille

Stenlille è una piccola località situata nel comune di Sorø nella regione della Selandia.

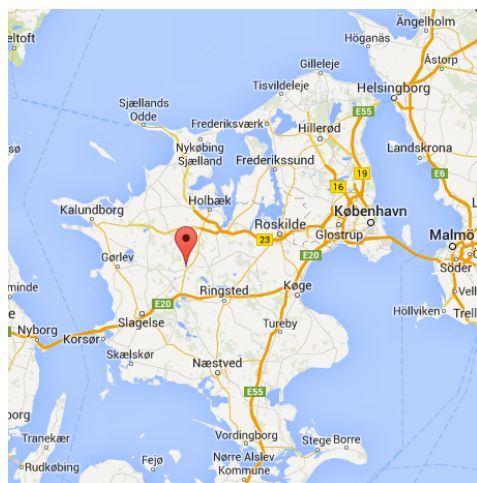


Figura 1 Stenlille



Figura 2 Stenlille

Stenlille	
Numero vasche	8
Area singola vasca (m²)	350
Loading rate (kg dw m⁻² y⁻¹)	60
Tipo di fango	Fanghi attivi
Inizio attività	2004
Altezza fango (cm)	40

Durante il sopralluogo non sono state riscontrate anomalie nella vegetazione (copertura >90%) e nel fango presente nelle vasche. In tutti letti, i campioni prelevati presentavano un notevole grado di disidratazione e una buona struttura fisica, con elevata densità radicale. Non erano inoltre visibili differenze di colore lungo il profilo, indicando un ottimale grado di stabilizzazione fino alla profondità della vasca



Figura 3 Impianto di Stenlille



Figura 4 Impianto di Stenlille

Il livello di umidità e di solidi volatili nel campione prelevato lungo tutto il profilo indica che il processo di stabilizzazione è attivo lungo tutto il profilo della vasca, raggiungendo valori relativamente bassi per un impianto in attività (Figura 7). Inoltre, il livello di umidità e di sostanza organica (correlata al contenuto di solidi volatili diminuisce all'aumentare della profondità.



Figura 5 Impianto di Stenlille



Figura 6 Fango prelevato nella vasca

L'andamento delle attività enzimatiche (Figura 8) riflette l'andamento dell'umidità e del contenuto in solidi volatili: diminuisce all'aumentare della profondità, anche se le differenze fra i vari orizzonti sono ridotte, indicando quindi un buon livello di stabilizzazione della sostanza organica lungo il profilo.

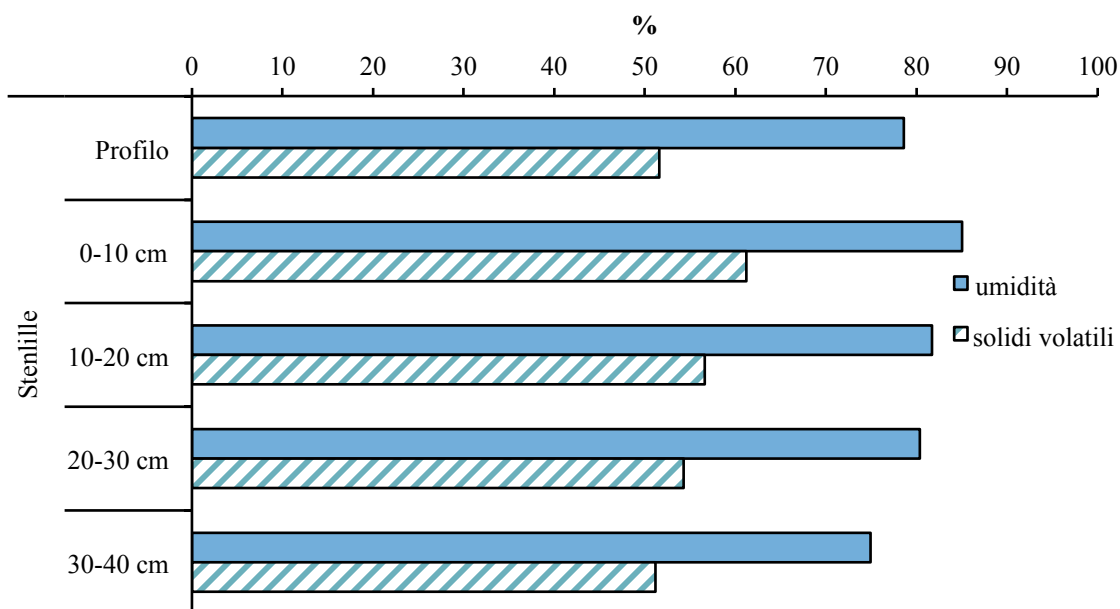


Figura 7 Umidità (%) e Solidi volatili (%) nell'impianto di Stenlille.

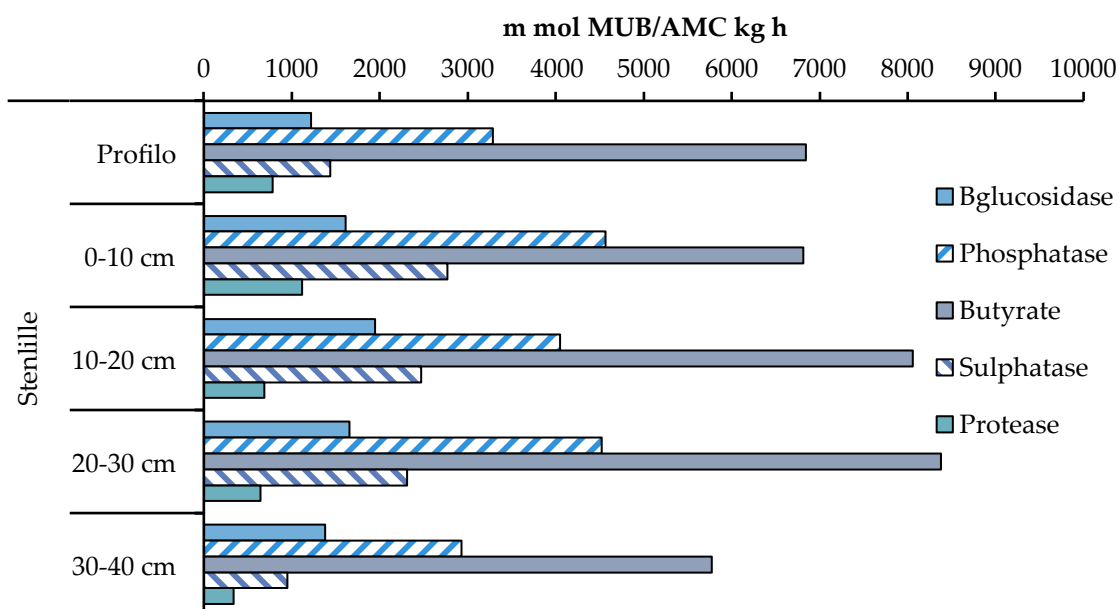


Figura 8 Attività enzimatiche nell'impianto di Stenlille

Impianto di Sorø

Sorø è un comune danese situato nella regione della Selandia.



Figura 9 Sorø

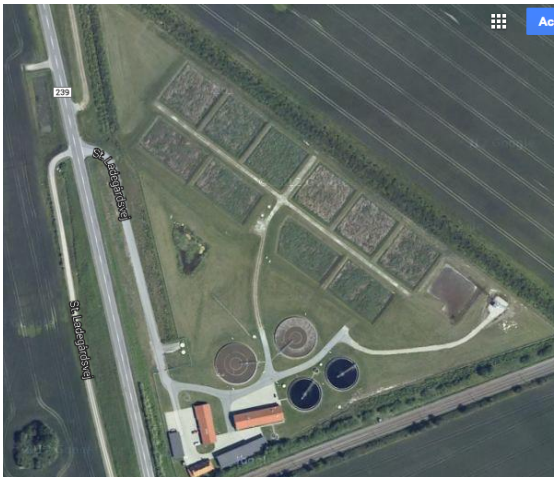


Figura 10 Impianto di Sorø

Sorø	
Numero vasche	10
Area singola vasca (m ²)	900
Loading rate (kg dw m ⁻² y ⁻¹)	60
Tipo di fango	Fanghi attivi con alto tenore di grassi
Inizio attività	2003
Altezza fango (cm)	100



Figura 11 Impianto di Sorø



Figura 12 Impianto di Sorø

Nell'impianto di Sorø, durante il corso degli anni, sono cambiate le condizioni operative: negli ultimi tre anni, nell'impianto di depurazione, giungono degli scarichi agro-alimentari, che hanno modificato il contenuto di grassi nel fango, diminuendo così l'efficacia dell'impianto di fitostabilizzazione dei fanghi. A causa dell'aumentato contenuto di grassi, il fango tende ad essere meno disidratabile, e quindi, anche meno stabilizzabile. La copertura della vegetazione nelle vasche presenta notevoli lacune (copertura = 50%), diminuendo ulteriormente l'efficacia dell'impianto. Tali differenze sono visibili anche nei campioni dei profili dei fanghi, che presentano delle stratificazioni con colore più scuro, maggiore contenuto di acqua e minore struttura negli strati superficiali delle vasche.

A differenza dell'impianto di Stenlille, nell'impianto di Sorø si nota una notevole differenza tra gli strati più profondi (80-100 cm) e gli strati sovrastanti: il livello di umidità e di solidi volatili è notevolmente più alto negli orizzonti superficiali, senza presentare soluzioni di continuità nei primi 80 cm. (Figura 15)



Figura 13 Impianto di Sorø



Figura 14 Impianto di Sorø

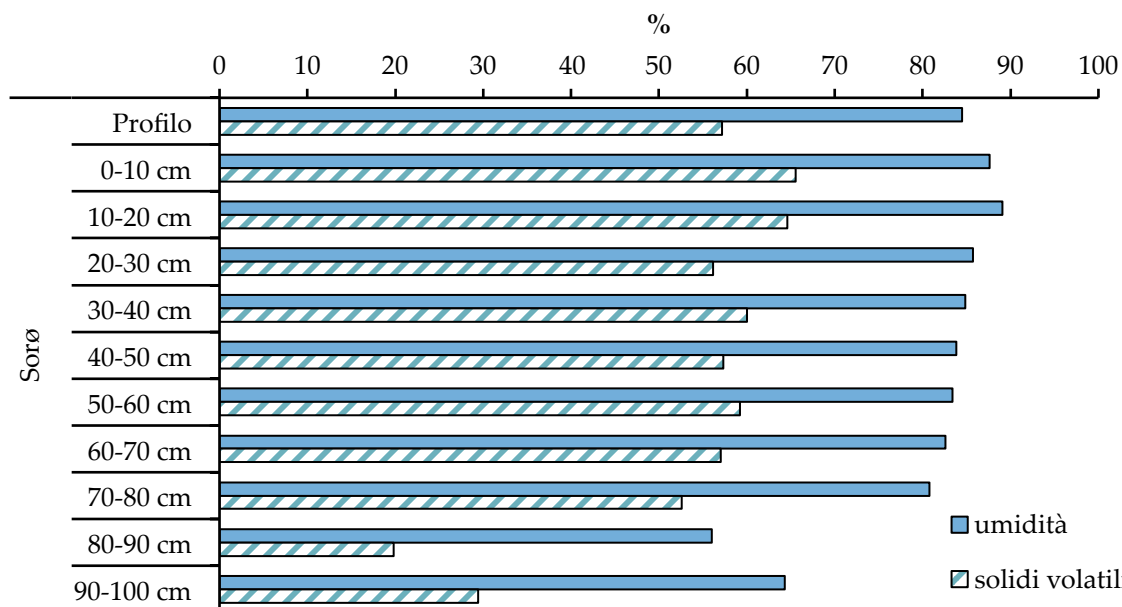


Figura 15 Umidità (%) e Solidi volatili (%) nell'impianto di Sorø, profilo (0-100 cm) e campioni prelevati a diverse profondità.

Le attività enzimatiche presentano valori estremamente alti nei primi 20 cm, per poi rimanere su valori stabili fino alla profondità di 80 cm; negli strati più profondi si raggiungono invece valori più bassi, che indicano un buon livello di stabilizzazione della sostanza organica (Figura 16).

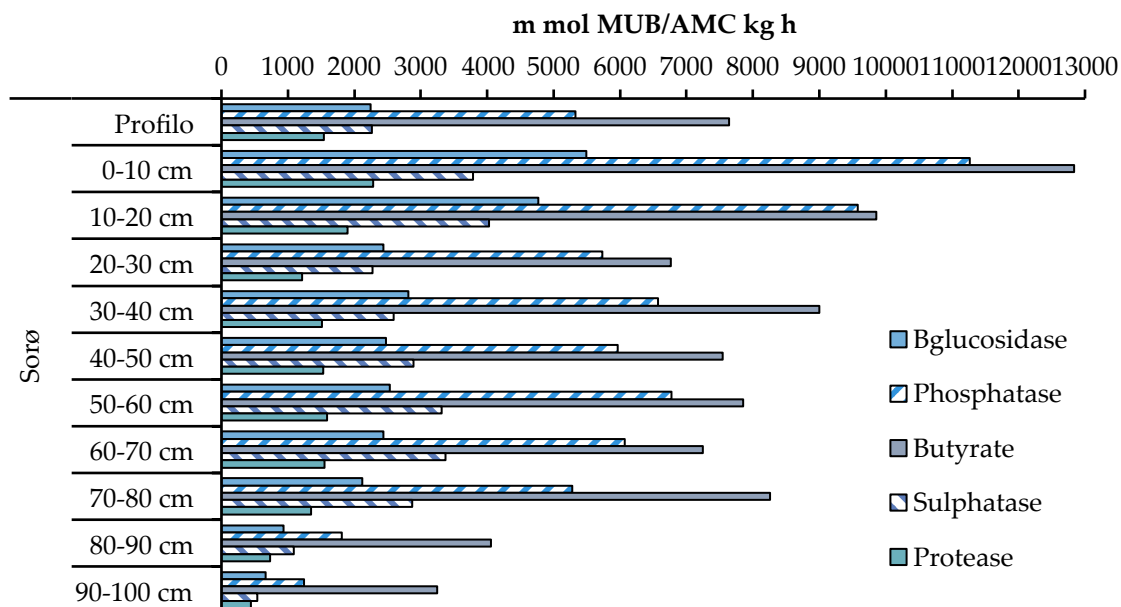


Figura 16 Attività enzimatiche nell'impianto di Sorø

Impianto di Kallerup

Kallerup è una piccola località situata nel comune di Høje-Taastrup, nella regione di Hovedstaden.

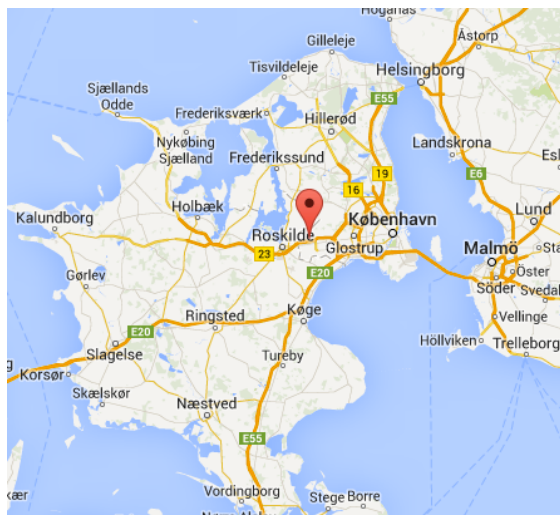


Figura 17 Kallerup



Figura 18 Impianto di Kallerup

Kallerup	
Numero vasche	8+2
Area singola vasca (m²)	400
Loading rate (kg dw m⁻² y⁻¹)	60
Tipo di fango	Fanghi attivi
Inizio attività	1996 - 2006
Altezza fango (cm)	80

L'impianto di Kallerup, oltre ad otto vasche per la fitostabilizzazione dei fanghi, prevede anche altre due vasche utilizzate per lo stoccaggio e lo smaltimento delle acque di pioggia in caso di eventi eccezionali. Nel caso di forti piogge, infatti, l'acqua in eccesso che arriva al depuratore, viene prima stoccata in queste due vasche, e poi recapitata nei giorni successivi al depuratore, passando prima dalle vasche di fitostabilizzazione. In pratica, oltre al trattamento dei fanghi, le vasche di stabilizzazione, funzionano anche come bacino di stoccaggio di emergenza.

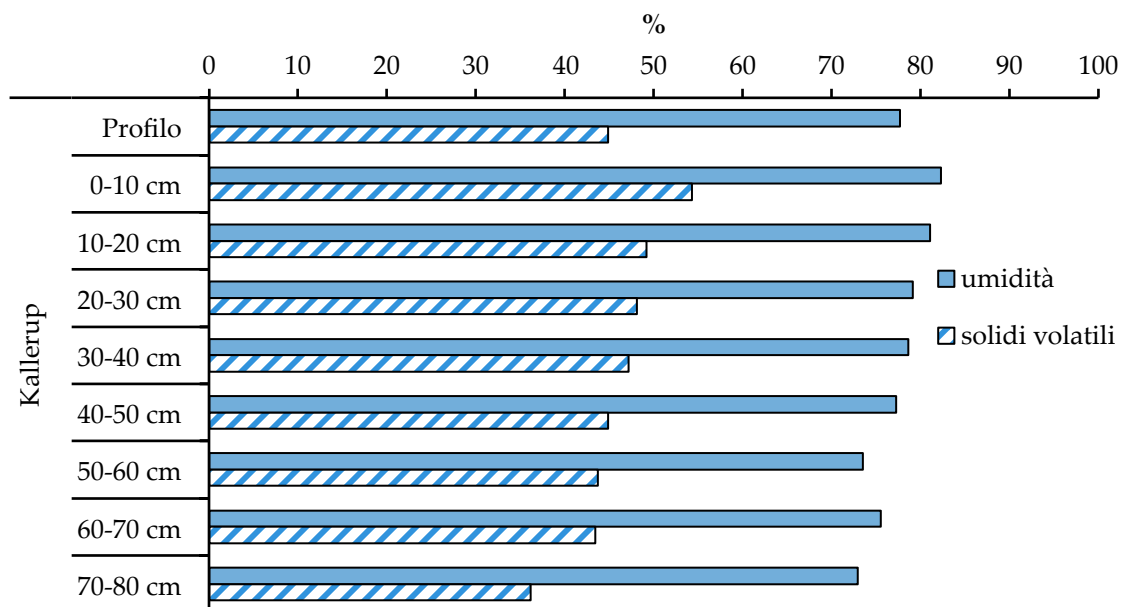


Figura 19 Umidità (%) e Solidi volatili (%) nell'impianto di Kallerup, profilo (0-80 cm) e campioni prelevati a diverse profondità.

Il contenuto di acqua all'interno della vasca non presenta variazioni, ma, il contenuto di solidi volatili e quindi di sostanza organica, tende a diminuire significativamente, indicando che il processo di stabilizzazione avviene con successo (Figura 19).

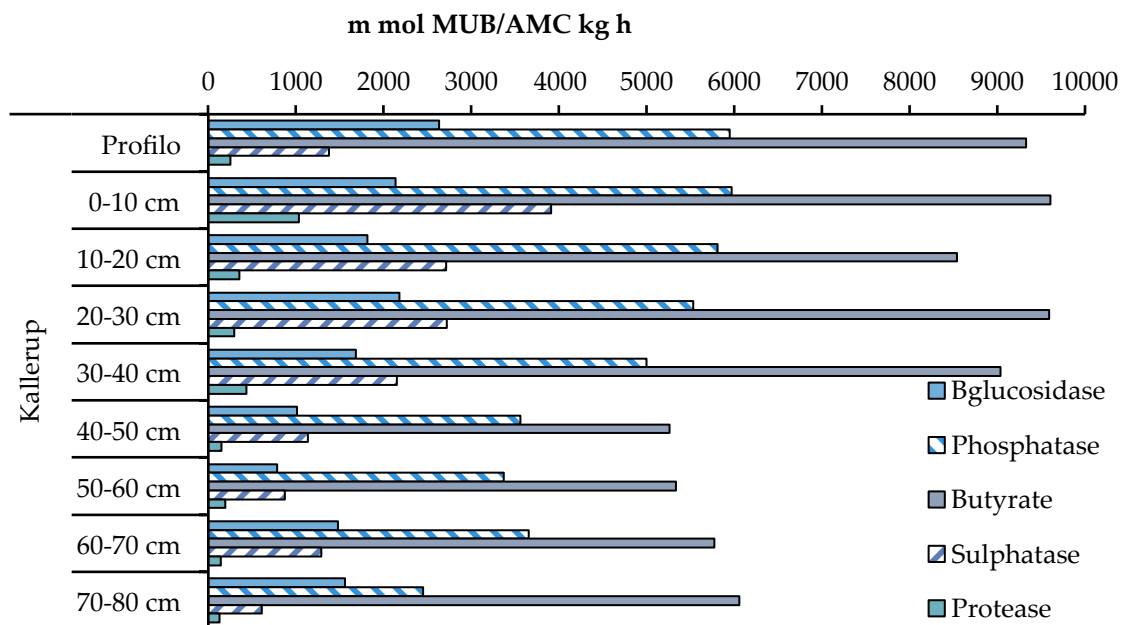


Figura 20 Attività enzimatiche nell'impianto di Kallerup

Le attività enzimatiche presentano un profilo confrontabile con il contenuto di solidi volatili: gli strati superficiali, fino a 40 cm di profondità, presentano valori più alti, mentre gli strati

sottostanti mostrano valori più bassi, indicativi di un buon livello di stabilizzazione della sostanza organica (Figura 20).



Figura 21 Impianto di Kallerup



Figura 22 Impianto di Kallerup

Impianto di Skovby

Skovby è una località situata nel comune di Skanderborg nella Regione di Midtjylland..

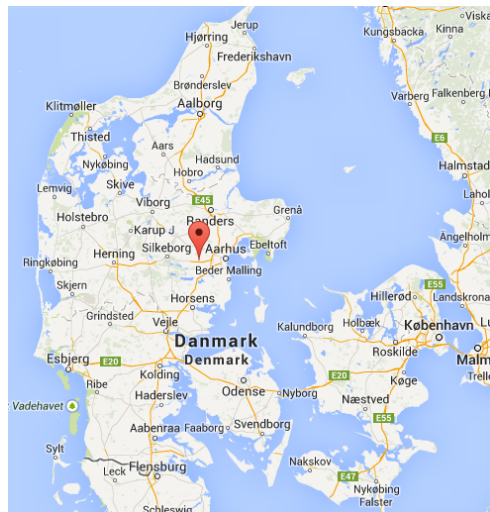


Figura 23 Skovby

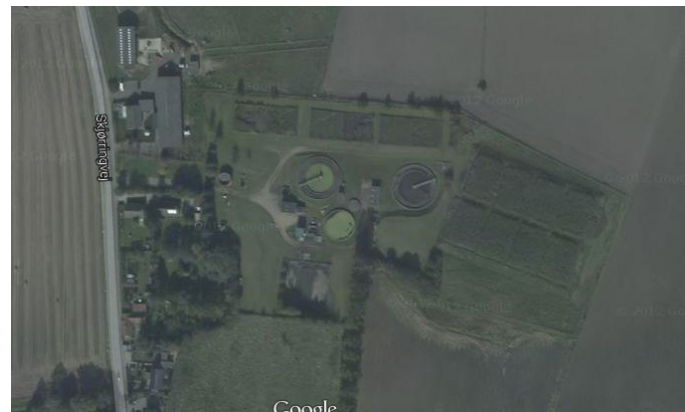


Figura 24 Impianto di Skovby

Skovby	
Numero vasche	8
Area singola vasca (m²)	400
Loading rate (kg dw m⁻² y⁻¹)	60
Tipo di fango	Fanghi attivi
Inizio attività	1995 - 2007
Altezza fango (cm)	50

Il contenuto di acqua ed il tenore in solidi volatili non cambiano lungo il profilo, con l'eccezione dello strato più profondo, indicando che il processo di stabilizzazione ha avuto successo (Figura 25).

I valori delle attività enzimatiche, ed in particolare della butirrato-esterasi, indicano la presenza di un nucleo di sostanza organica non ancora ben stabilizzata negli strati centrali (10-30 cm) (Figura 26).

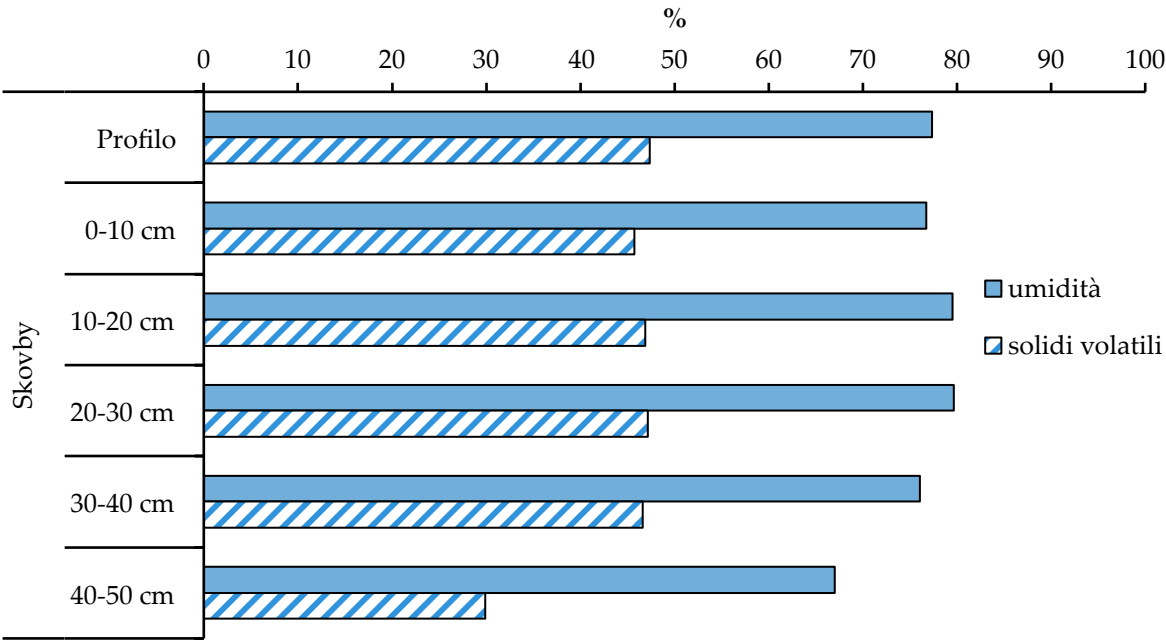


Figura 25 Umidità (%) e Solidi volatili (%) nell'impianto di Skovby, profilo (0-80 cm) e campioni prelevati a diverse profondità.

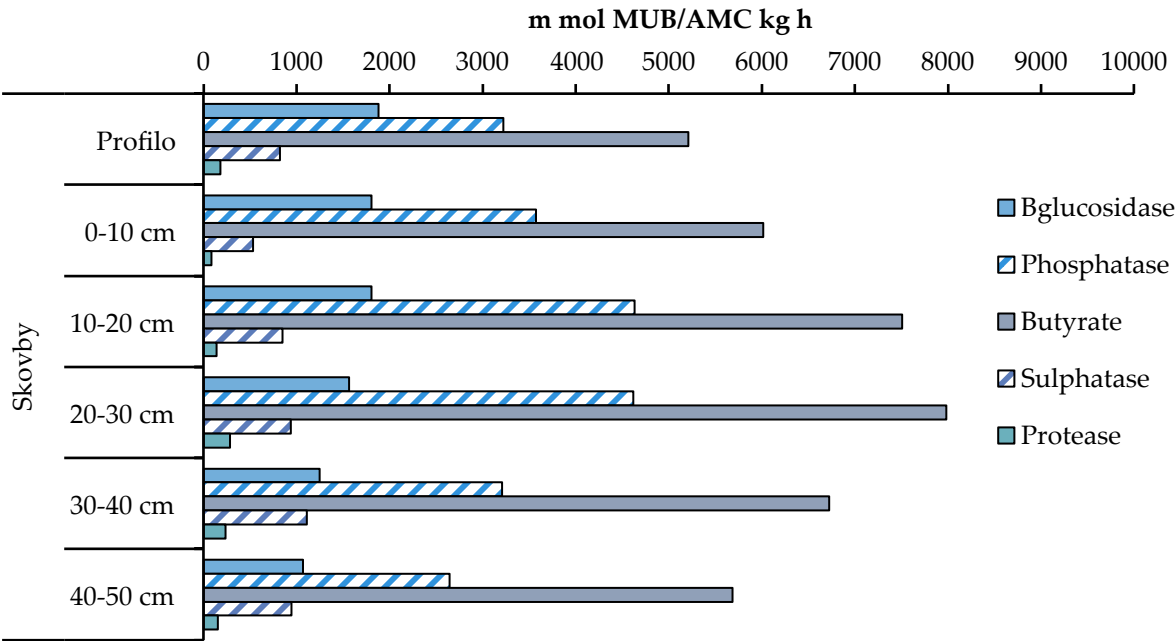


Figura 26 Attività enzimatiche nell'impianto di Skovby

Impianto di Fårevejle

Fårevejle è una piccola località situata nel comune di Odsherred e appartiene alla Regione Selandia.



Figura 27 Fårevejle



Figura 28 Impianto di Fårevejle

L'impianto di fitostabilizzazione fanghi di Fårevejle è stato costruito recentemente, e nel 2014 sono iniziate le prime operazioni di carico. Durante il sopralluogo non sono stati prelevati dei campioni. L'attività riguardante questo impianto riguardava particolarmente le modalità di gestione dei letti, le operazioni di caricamento delle vasche ed il monitoraggio da eseguire sullo stato della vegetazione. Inoltre, è stata data particolare enfasi alle pratiche gestionali eseguite dagli operatori durante il normale funzionamento dell'impianto, come ad esempio il controllo dei volumi di drenaggio dalle vasche, il numero di campioni da prelevare per le prove di autocontrollo, il controllo delle infestanti sui bordi e all'interno delle vasche.



Figura 29 Impianto di Fårevejle



Figura 30 Impianto di Fårevejle

Impianto di Karlebo

Karlebo è una località situata nel comune di Fredensborg, compreso nella regione di Hovedstaden.

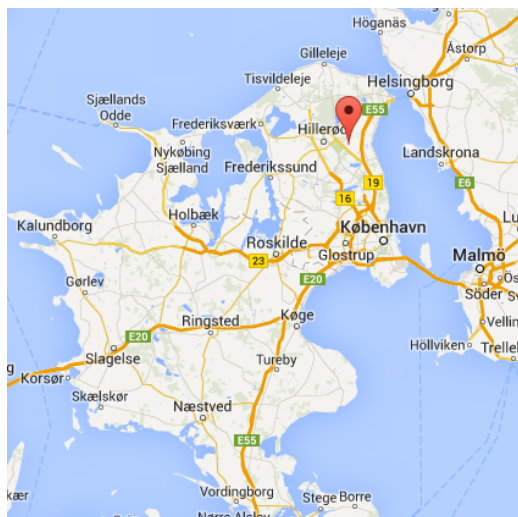


Figura 31 Karlebo



Figura 32 Impianto di Karlebo

L'impianto di Karlebo presentava notevoli problemi di funzionamento. Durante il sopralluogo non sono stati prelevati campioni di fango dalle vasche ma è stata posta attenzione ai regimi di carico delle vasche e nella risoluzione dei problemi relativi alla mancata crescita della *P. australis*. Con una ispezione visiva del profilo delle vasche tramite escavatore, è stato possibile notare come la scorretta regimazione del carico del fango nella vasca avesse causato un sovraccarico di fango nei letti ed una mancata crescita della vegetazione su tutta la superficie.



Figura 33 Impianto di Karlebo



Figura 34 Impianto di Karlebo



Figura 35 Impianto di Karlebo



Figura 36 Impianto di Karlebo

Conclusioni e attività future

Dai risultati preliminari ottenuti in questa prima fase, è possibile affermare che il processo di stabilizzazione della sostanza organica è ben avviato in tutti gli impianti. Dopo aver eseguito altre analisi chimiche e chimico-strutturali, sarà possibile valutare la qualità della sostanza organica dei fanghi, confrontandola inoltre con risultati derivanti da altri impianti.

Bibliografia

APAT (2001). Metodi di Analisi del Compost, ANPA dicembre. 2001 ISDN 88-448-0258-9

Lagomarsino, A., Benedetti, A., Marinari, S., Pompili, L., Moscatelli, M. C., Roggero, P. P., et al. (2011). Soil organic C variability and microbial functions in a Mediterranean agro-forest ecosystem. *Biology and Fertility of Soils*, 47(3), 283–291.

Marx, M. C., Wood, M., & Jarvis, S. C. (2001). A microplate fluorimetric assay for the study of enzyme diversity in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 1633–1640.

Nielsen, S., & Willoughby, N. (2005). Sludge treatment and drying reed bed systems in Denmark. *Water and Environment Journal*, 19(4), 296–305.

Nielsen, S., Peruzzi, E., Macci, C., Doni, S., & Masciandaro, G. (2014). Stabilisation and mineralisation of sludge in reed bed systems after 10–20 years of operation. *Water Science & Technology*, 69(3), 539–545. doi:10.2166/wst.2013.723

Niemi, R. M., & Vepsäläinen, M. (2005). Stability of the fluorogenic enzyme substrates and pH optima of enzyme activities in different Finnish soils. *Journal of Microbiological Methods*, 60(2), 195–205.

Peruzzi, E., Masciandaro, G., Macci, C., Doni, S., Ravelo, S. G. M., Peruzzi, P., & Ceccanti, B. (2011). Heavy metal fractionation and organic matter stabilization in sewage sludge treatment wetlands. *Ecological Engineering*, 37(5), 771–778. doi:10.1016/j.ecoleng.2010.05.009

Peruzzi, E., Nielsen, S., Macci, C., Doni, S., Iannelli, R., Chiarugi, M., & Masciandaro, G. (2013). Organic matter stabilization in reed bed systems: Danish and Italian examples. *Water Science & Technology*, 68(8), 1888–1894. doi:10.2166/wst.2013.448

Vepsäläinen, M., Kukkonen, S., Vestberg, M., Sirvio, H., & Niemi, R. M. (2001). Application of soil enzyme activity test kit in a field experiment. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 1665–1672.