

**Utilizzo del biochar
per la riduzione delle
emissioni
climalteranti ed
ammoniacali in
suinicoltura**

Le modalità di impiego del biochar sugli stoccaggi dei liquami suini

Filippo Ottani

Università di Modena e Reggio Emilia

CONVEGNO
FINALE

**Tecnopolo di Reggio Emilia
venerdì 29 settembre 2023
ore 10:00**



Divulgazione a cura di Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p. A.
Autorità di Gestione: Direzione Agricoltura, caccia e pesca della Regione Emilia-Romagna.
Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 — Tipo di operazione 16.1.01 —
Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura — Focus Area 5D - Ridurre
le emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte dall'agricoltura — Progetto "Utilizzo del bioCHAR per la
Riduzione delle eMissioni climaltEranti eD ammoniacali in sulnicOltura".



OBIETTIVI SPECIFICI DEL PROGETTO

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni gassose inquinanti

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini

CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023

Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni, fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno

GOi Char Rimedio





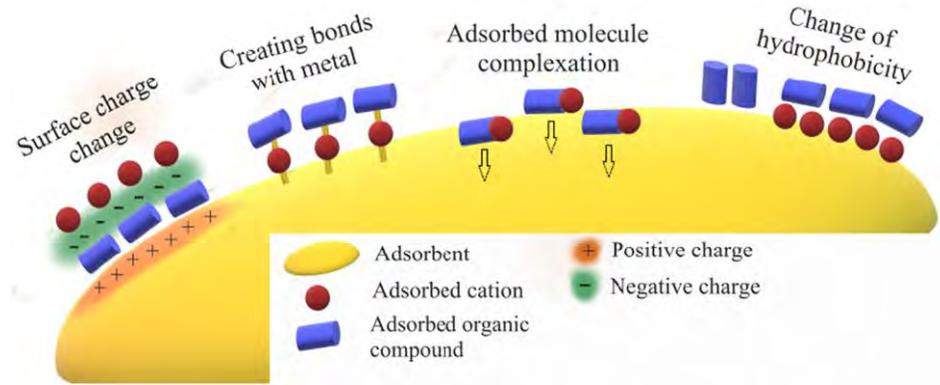
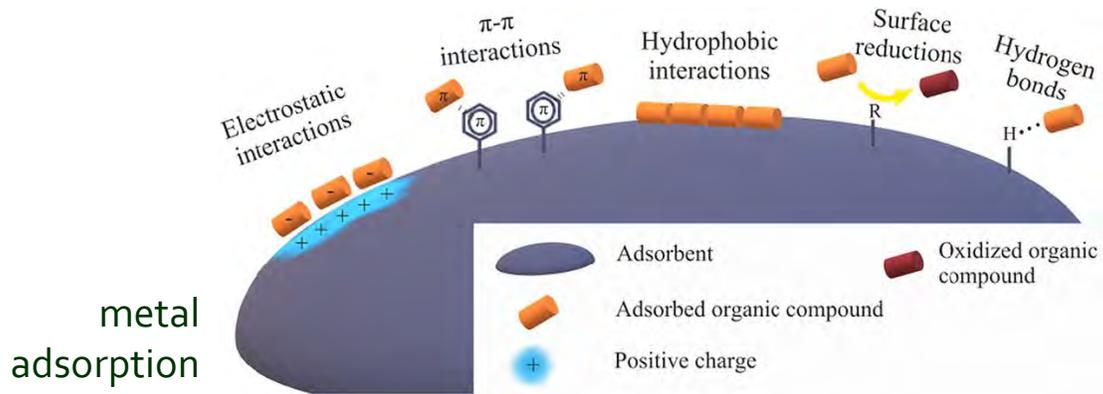
Marlena Geça, Małgorzata Wiśniewska, Piotr Nowicki, Biochars and activated carbons as adsorbents of inorganic and organic compounds from multicomponent systems – A review, *Advances in Colloid and Interface Science*, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.cis.2022.102687>.



Historical Perspective

Biochars and activated carbons as adsorbents of inorganic and organic compounds from multicomponent systems – A review

Marlena Geça^a, Małgorzata Wiśniewska^{a,*}, Piotr Nowicki^b



METANO - CH₄

Grazie alla bassa densità,
il biochar facilita l'aerazione del substrato a cui è applicato
e di conseguenza facilita la proliferazione di batteri
metanotrofi invece che di batteri **metanogeni**
(*Sonoki et al., 2012*).

+

il biochar si lega e trattiene allo ione ammonio - NH₄⁺,
rendendo questi ioni meno disponibili
come elementi per la produzione di CH₄.
(*Liu et al., 2017*)



PROTOSSIDO DI AZOTO - N₂O

effetto di ritenzione degli ioni
ammonio NH₄⁺ e nitrato NO₃⁻
da parte del biochar,
con conseguente rallentamento dell'attività dei
batteri denitrificanti

+

legame alla superficie del biochar di
gruppi funzionali stabili (carbossilici, carbonilici, ..)
che non reagiscono nelle reazioni di formazione di N₂O

(He et al., 2019; Zhang et al., 2018)



AMMONIACA - NH₃

il biochar **assorbe** ioni ammonio (NH₄⁺)
sulla sua superficie, **impedendo il passaggio** di questi ioni
dalla fase liquida a quella gassosa,
bloccando di fatto la produzione di NH₃
(Agyarko Mintah et al., 2017)

+

ridotto effetto di **stripping ed evaporazione** dei liquidi
grazie al potere di adsorbimento del biochar
(Bagdonienė e Bleizgys, 2014; Y. Liang et al., 2004);



ANIDRIDE CARBONICA - CO₂

*... il fenomeno dell'adsorbimento è principalmente imputabile
all'assorbimento fisico,
ovvero alle interazioni deboli generate dalle forze intermolecolari
(es: forze di van der Waals) ...*

Il biochar ha un alto potere di adsorbimento.
In particolare i biochar con un'ampia area superficiale
mostrano una migliore capacità di adsorbimento rispetto
a quelli con una bassa area superficiale.

(Sethupathi et al., 2017)



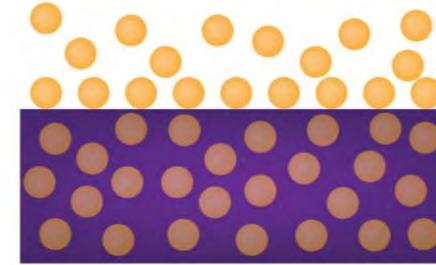
ASSORBIMENTO E ADSORBIMENTO

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni



ADSORBIMENTO:

il trattenere o concentrare sulla propria superficie uno o più componenti ([atomi](#), [molecole](#), o [ioni](#)) di altre sostanze solide e fluide a contatto con la superficie stessa. avviene all'interfaccia di separazione delle due sostanze



ASSORBIMENTO:

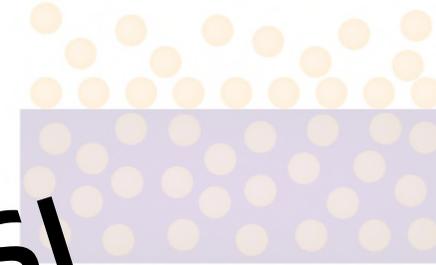
(detto talvolta assorbimento)

comporta invece la penetrazione di sostanze fluide nella massa di un solido o di un liquido.

NEL BIOCHAR SI HANNO ENTRAMBI

ASSORBIMENTO E ADSORBIMENTO

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni



NEL BIOCHAR SI HANNO ENTRAMBI

ASSORBIMENTO:
ADSORBIMENTO:

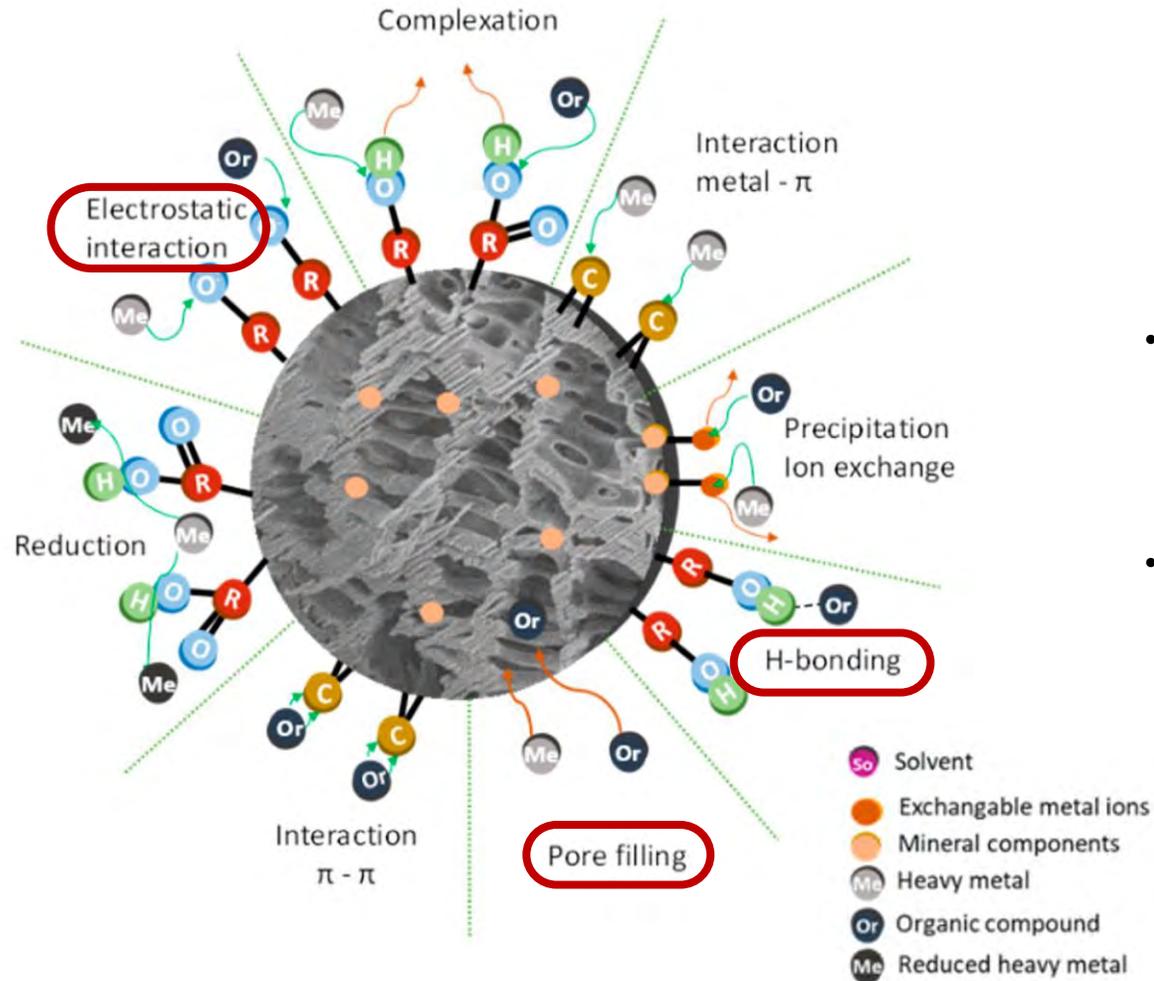
il trattenere o concentrare sulla propria superficie uno o più componenti ([atomi](#), [molecole](#), o [ioni](#)) di altre sostanze solide e fluide a contatto con la superficie stessa. avviene all'interfaccia di separazione delle due sostanze

ASSORBIMENTO:
(detto anche assorbimento)

comporta invece la penetrazione di sostanze fluide nella massa di un solido o di un liquido.

ALCUNI MECCANISMI DI ADSORBIMENTO

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni



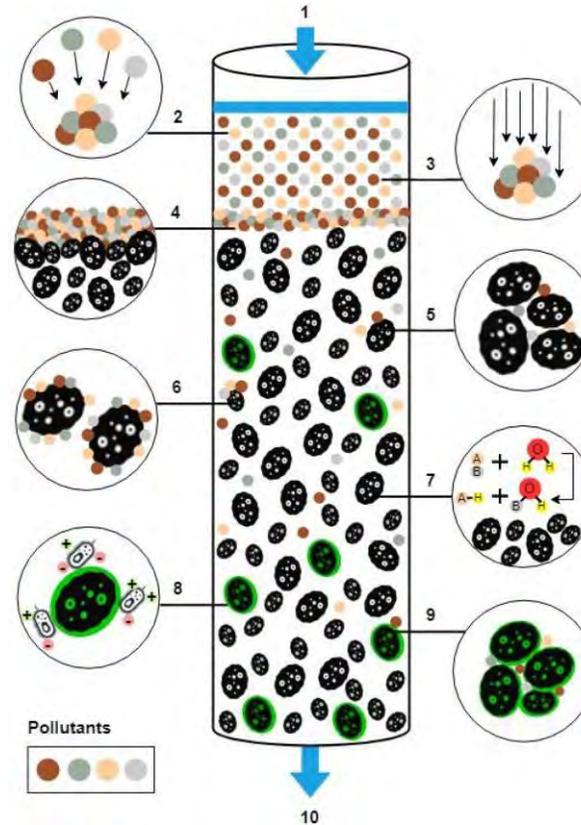
- interazione $\pi - \pi$ - legame di tipo non covalente che si instaura tra composti organici contenenti gruppi aromatici, a causa della sovrapposizione intermolecolare degli orbitali p.
- precipitation ion exchange - reazione a doppio scambio tra due sali che danno luogo a un sale poco solubile, che precipita.

ASSORBIMENTO E ADSORBIMENTO - FILTRAZIONE CON BIOCHAR -

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni

MECCANISMI

- attrazione elettrostatica
- scambio ionico
- co-precipitazione sulla superficie del biochar (ad esempio di metalli)
- meccanismi fisici di adsorbimento
- assorbimento (o adsorbimento)
- gruppi funzionali carbossilici e idrossilici liberi, disponibili a legami, sulla superficie del biochar.
- formazione di biofilm sulla superficie del biochar



PARAMETRI

- proprietà fisico-chimiche del biochar
- configurazione del sistema
- condizioni operative (tempo di contatto, velocità di flusso, ...)
- granulometria del biochar
- area superficiale disponibile

J.I. Bautista Quispe, L.C. Campos, O. Mašek, A. Bogush, Use of biochar-based column filtration systems for greywater treatment: A systematic literature review, Journal of Water Process Engineering, Volume 48, 2022, 102908, ISSN 2214-7144, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102908>.

CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023

**Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni,
fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno**

GOi Char Rimedio



ASSORBIMENTO E ADSORBIMENTO + INTERAZIONI - SISTEMA NITRO/DENITRO -

Validazione dell'efficacia del biochar nel ridurre le emissioni

Review

Application of biochar as an innovative substrate in constructed wetlands/biofilters for wastewater treatment: Performance and ecological benefits

Shengjiong Deng^{a,c}, Jinqun Chen^{a,b}, Junjun Chang^{a,b}  

Open Access Article

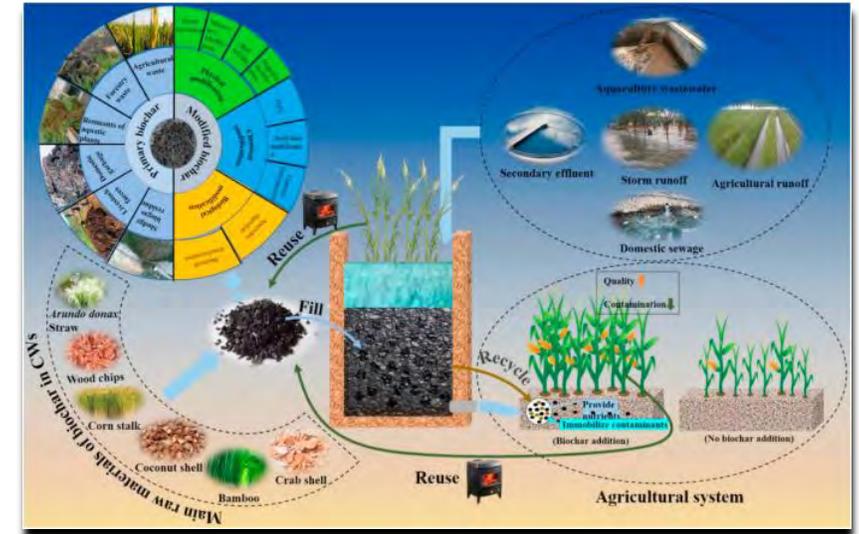
Biochar and Zeolite as Alternative Biofilter Media for Denitrification of Aquaculture Effluents

by  Diplina Paul   and  Steven G. Hall * 

Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695, USA

* Author to whom correspondence should be addressed.

Water 2021, 13(19), 2703; <https://doi.org/10.3390/w13192703>



CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023

**Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni,
fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno**

GOi Char Rimedio

 **Programma di
Sviluppo Rurale
dell'Emilia-Romagna
2014-2020**

 **UNIONE EUROPEA**
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale
 **Regione Emilia-Romagna**
L'Europa investe nelle zone rurali

Validazione dell'efficacia del
biochar nel ridurre le emissioni

DA QUESTA ANALISI DI LETTERATURA SONO STATE INDIVIDUATE TRE SOLUZIONI APPLICATIVE

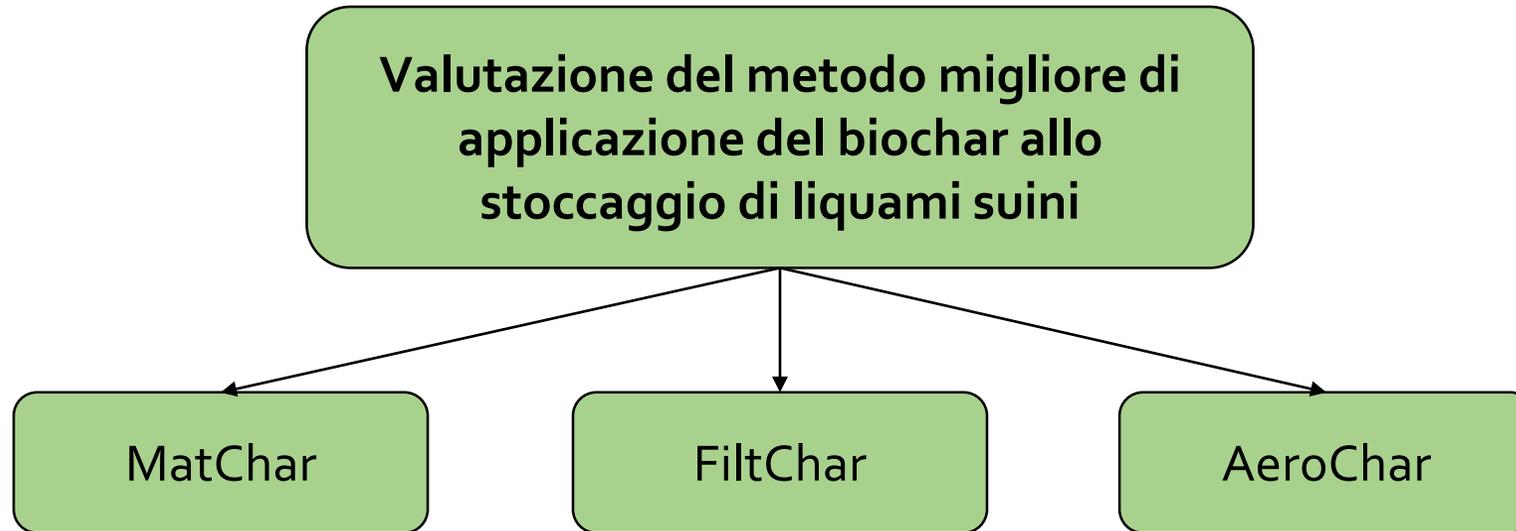
CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023

**Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni,
fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno**

GOi Char Rimedio



OBIETTIVI SPECIFICI DEL PROGETTO



Valutazione della modalità più indicata per lo scaling up industriale

CONTENITORI E VOLUME DI LIQUAME

Serbatoio da 1000 L

Serbatoio con pelo libero completamente esposto all'aria

Serbatoio completamente sigillato durante le misure

Volume di testa pari a 1/5 del volume occupato dal liquame durante le misure

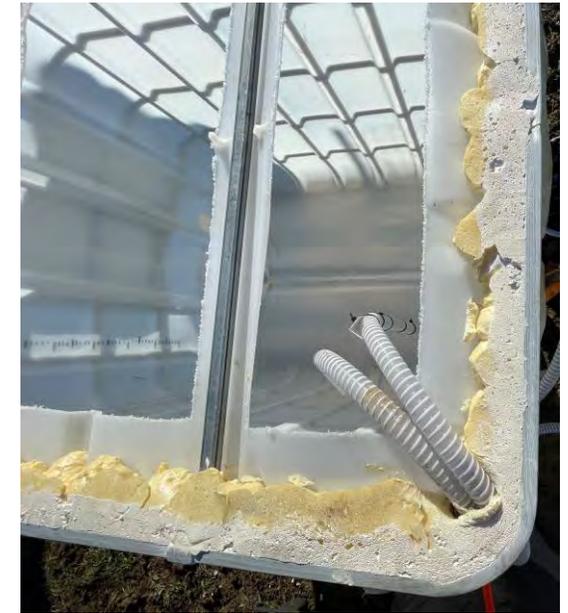
GENERALITA' DEI PROTOTIPI

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini

CONTENITORI E VOLUME DI LIQUAME



<https://www.packservices.it/>



CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023

Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni, fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno

GOi Char Rimedio



L'Europa investe nelle zone rurali

GENERALITA' DEI PROTOTIPI

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini

BIOCHAR

Parameter	Value
Total Nitrogen (N)	< 0.5%
Carbon from carbonates (C)	< 0.1 %
Maximum water retention	115 %
Total Carbon of biological origin - dry basis	70 %
Salinity	110 mS/m
pH	9.85
Ash content	4.6 % s.s.
H/C - mole fraction	0.2
Fraction of grain size < 0.5 mm	1 %
Fraction of grain size < 2.0 mm	1 %
Fraction of grain size < 5.0 mm	60 %



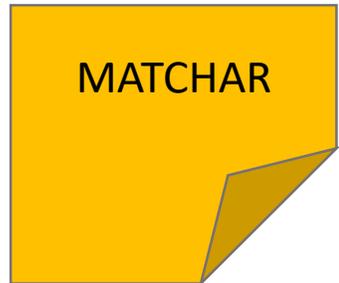
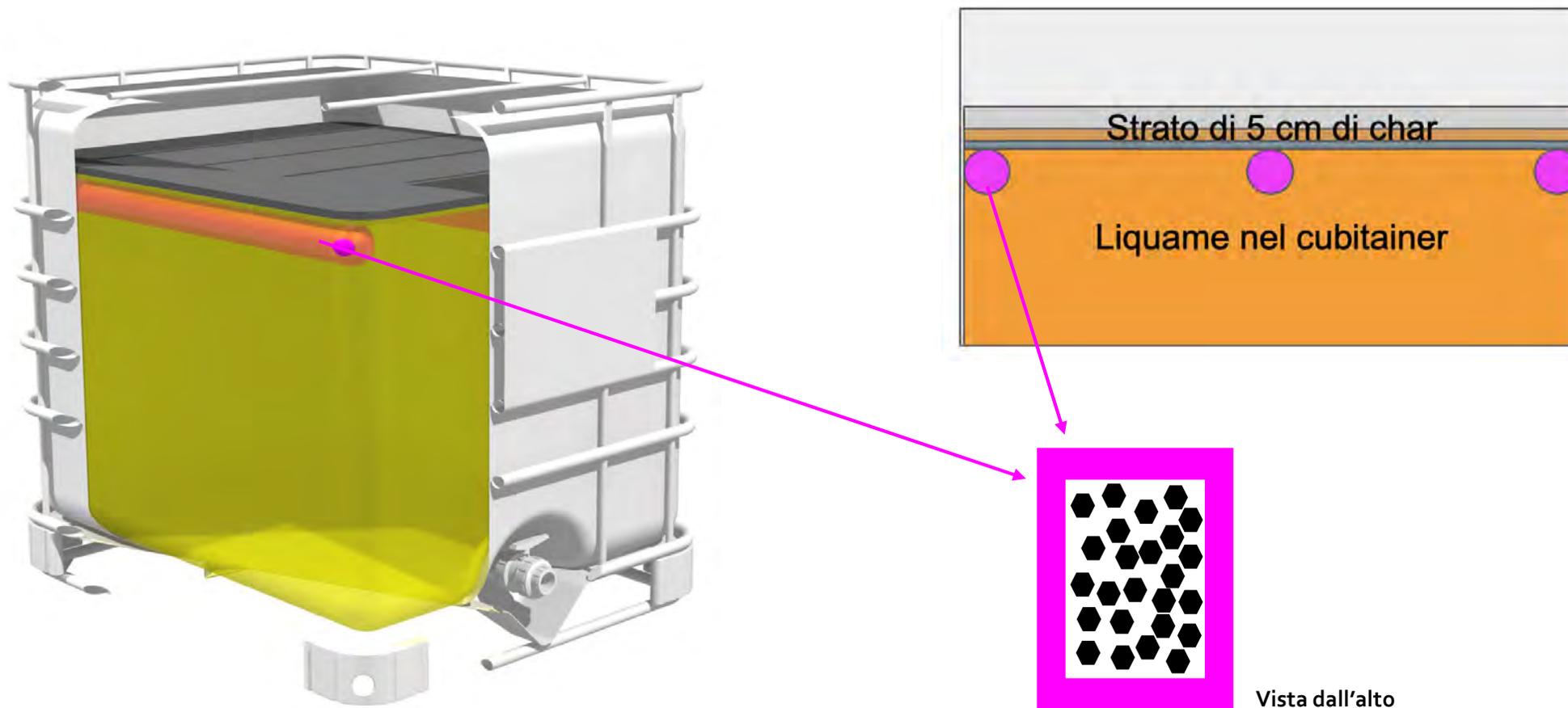
CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023

Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni, fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno

GOi Char Rimedio



COPERTURA CON MATERASSINE - progetto



COPERTURA CON MATERASSINE - progetto

Distribuire 5 kg/m³ di biochar, contenuto in materassine

Spessore del biochar di 5 cm

Materassina viene essere immersa per metà (circa 2.5 cm).

Struttura portante e galleggiante separata da materassina.

MATCHAR

COPERTURA CON MATERASSINE - realizzazione



Maglia della rete: 5x5 mm
~ 10 litri di biochar

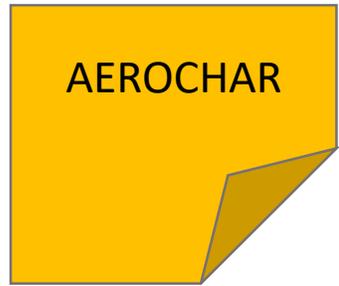
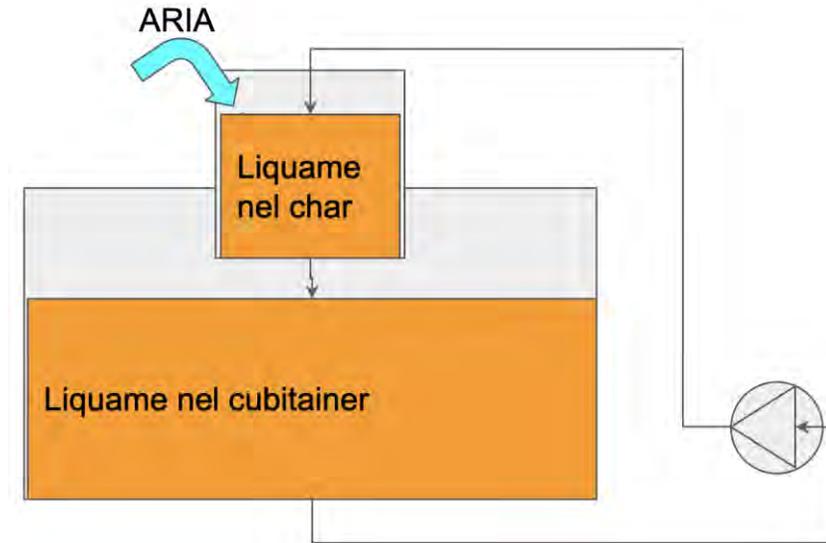
MATCHAR

COPERTURA CON MATERASSINE - realizzazione



MATCHAR

SISTEMA NITRO / DENITRO - progetto



SISTEMA NITRO / DENITRO - progetto

Utilizzo del biochar come substrato (da inoculare)

Creare cicli aerobici e anaerobici (nitro e denitro)

Liquame fermo a contatto con il biochar durante il ciclo anaerobico

AEROCHAR

SISTEMA NITRO / DENITRO - realizzazione



Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini

SISTEMA NITRO / DENITRO - realizzazione



Cartuccia di biochar ~ 25 litri



SISTEMA NITRO / DENITRO - realizzazione

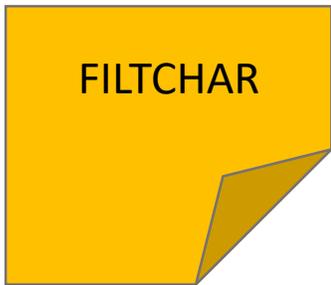
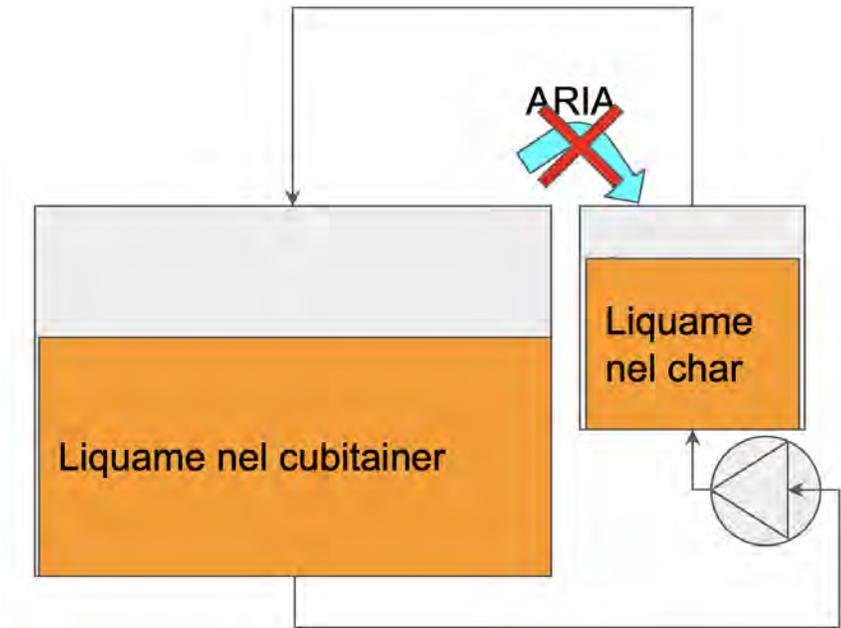
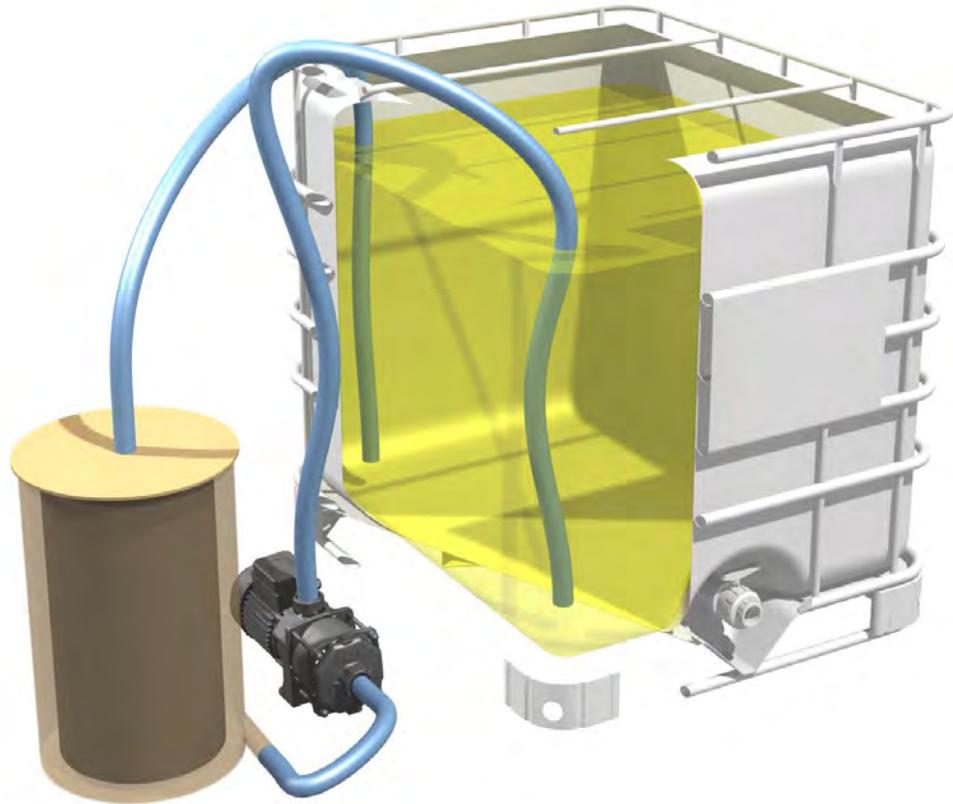


SISTEMA NITRO / DENITRO - realizzazione



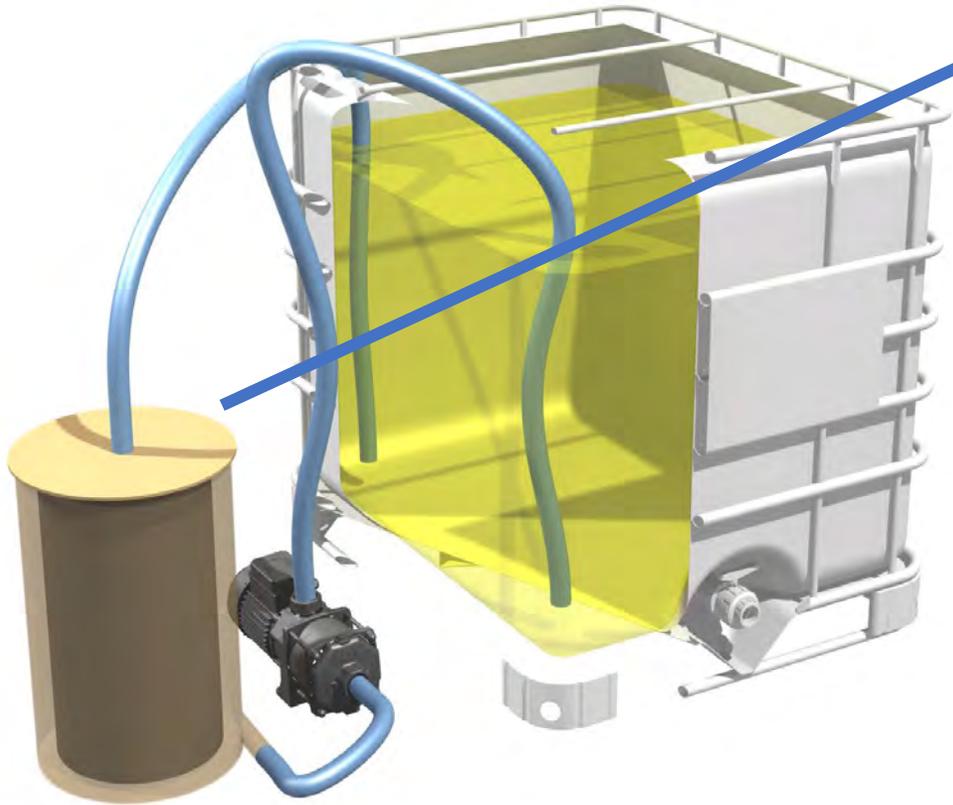
AEROCHAR

SISTEMA FILTRANTE - progetto



Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini

SISTEMA FILTRANTE - progetto



Diam: 150 mm
Altezza 600 mm



SISTEMA FILTRANTE - progetto

Filtro ermetico con “cartuccia” di biochar

Flussaggio intermittente a 20 l/ora (circa)

FILTCHAR

SISTEMA FILTRANTE - realizzazione



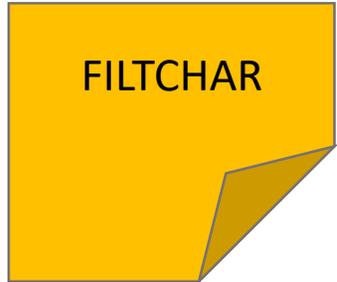
Cartuccia di biochar
~ 7 litri

FILTCHAR

SISTEMA FILTRANTE - realizzazione



- 1) vascone → pompa
- 2) pompa → filtro
- 3) filtro → vascone



CONTROLLO

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini

CONTROLLO - realizzazione



CTRL

SETUP SPERIMENTALE

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini

NUMERO DI RIPETUTE

3 TESI + CONTROLLO

**3
RIPETUTE
PER TESI**

**3
RIPETUTE
PER
CONTROLLO**

CTRL ₃	CTRL ₂
CTRL ₁	MAT ₂
MAT ₃	MAT ₁
AERO ₃	AERO ₂
AERO ₁	FILT ₂
FILT ₃	FILT ₁

Disposizione bins

SETUP SPERIMENTALE

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini



CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023
**Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni,
fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno**

GOi Char Rimedio

Programma di Sviluppo Rurale dell'Emilia-Romagna 2014-2020

UNIONE EUROPEA Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale Regione Emilia-Romagna L'Europa investe nelle zone rurali

SETUP SPERIMENTALE

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini



CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023

Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni, fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno

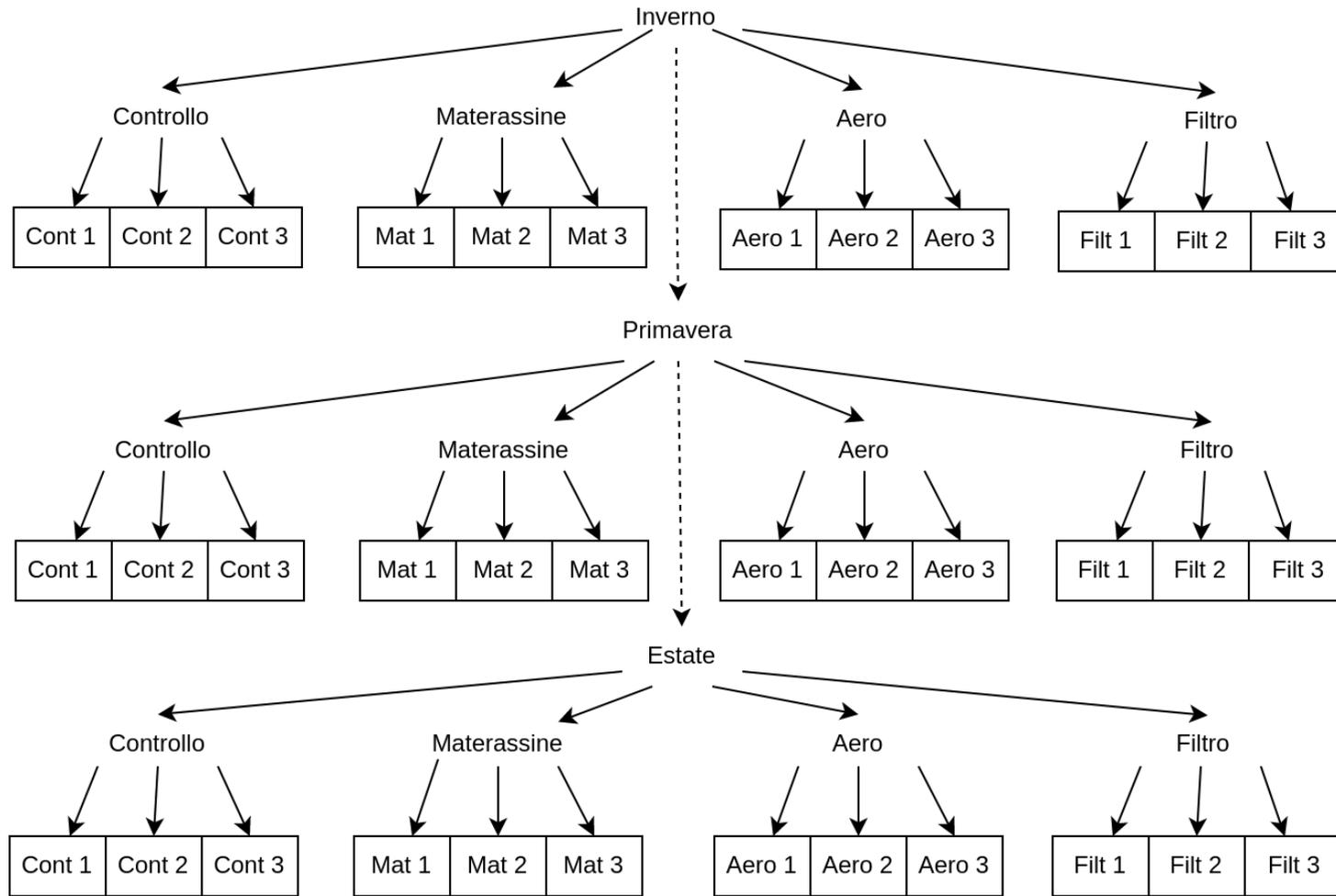
GOi Char Rimedio

Programma di Sviluppo Rurale dell'Emilia-Romagna 2014-2020

UNIONE EUROPEA Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale Regione Emilia-Romagna L'Europa investe nelle zone rurali

CAMPAGNA SPERIMENTALE DI MISURA DELLE EMISSIONI

Valutazione del metodo migliore di applicazione del biochar allo stoccaggio di liquami suini



CONVEGNO FINALE, venerdì 29 settembre 2023

Biochar e liquami insieme per ridurre le emissioni, fertilizzare e sequestrare CO₂ nel terreno

GOi Char Rimedio



**Utilizzo del biochar
per la riduzione delle
emissioni
climalteranti ed
ammoniacali in
suinicoltura**

Le modalità di impiego del biochar sugli stoccaggi dei liquami suini

Filippo Ottani - UNIMORE

**CONVEGNO
FINALE**

<https://charrimedio.crpa.it/>

**Tecnopolo di Reggio Emilia
venerdì 29 settembre 2023
ore 10:00**



Divulgazione a cura di Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p. A.
Autorità di Gestione: Direzione Agricoltura, caccia e pesca della Regione Emilia-Romagna.
Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 — Tipo di operazione 16.1.01 —
Gruppi operativi del partenariato europeo per la produttività e la sostenibilità dell'agricoltura — Focus Area 5D - Ridurre
le emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte dall'agricoltura — Progetto "Utilizzo del bioCHAR per la
Riduzione delle eMissioni climaltEranti eD ammoniacali in sulnicOltura".

