

CONVEGNO  
FINALE E VISITA  
VIRTUALE

## I risultati del progetto: struvite recuperata

**Trattamento degli  
effluenti e digestati  
zootecnici per  
ridurne le emissioni  
e produrre Struvite**

Lorenzo Bercelli, Sergio Piccinini



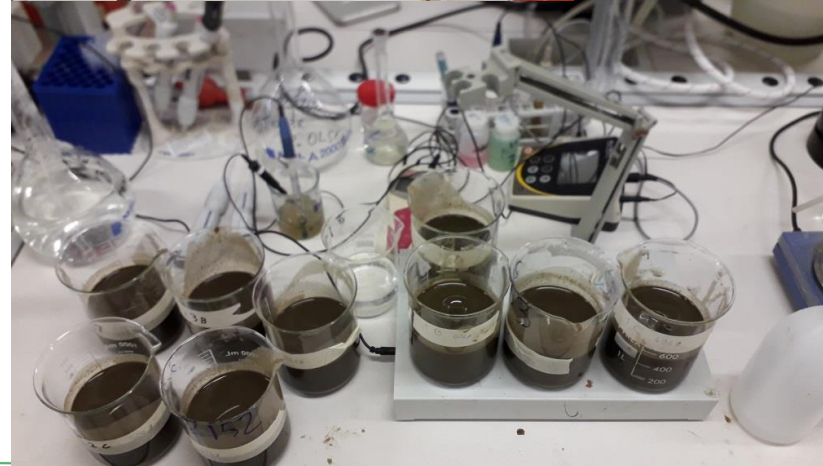
**Webinar  
Venerdì 15 dicembre 2023  
ore 10:00**



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 "Trattamento degli effluenti e digestati zootecnici per ridurre le emissioni e produrre Struvite".



# Prove in laboratorio



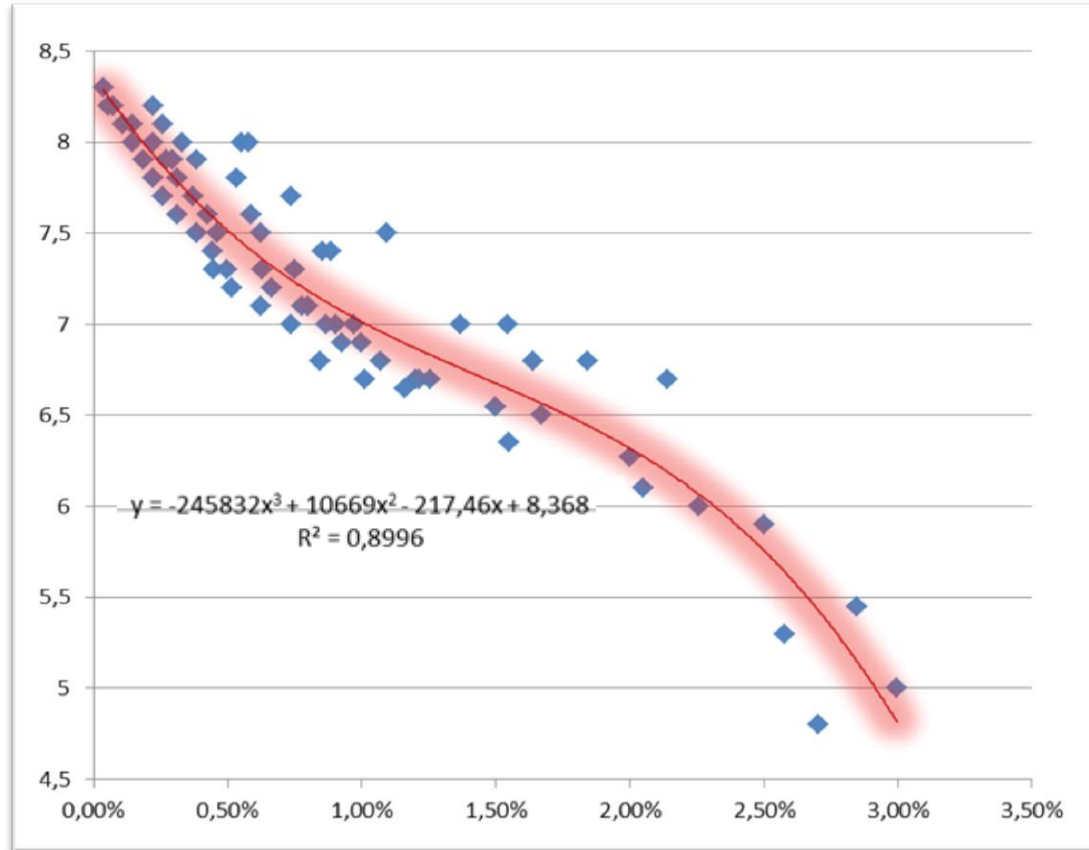
WEBINAR

Venerdì 15 dicembre 2023

**Il trattamento dei digestati zootecnici per ridurre le emissioni e recuperare struvite**

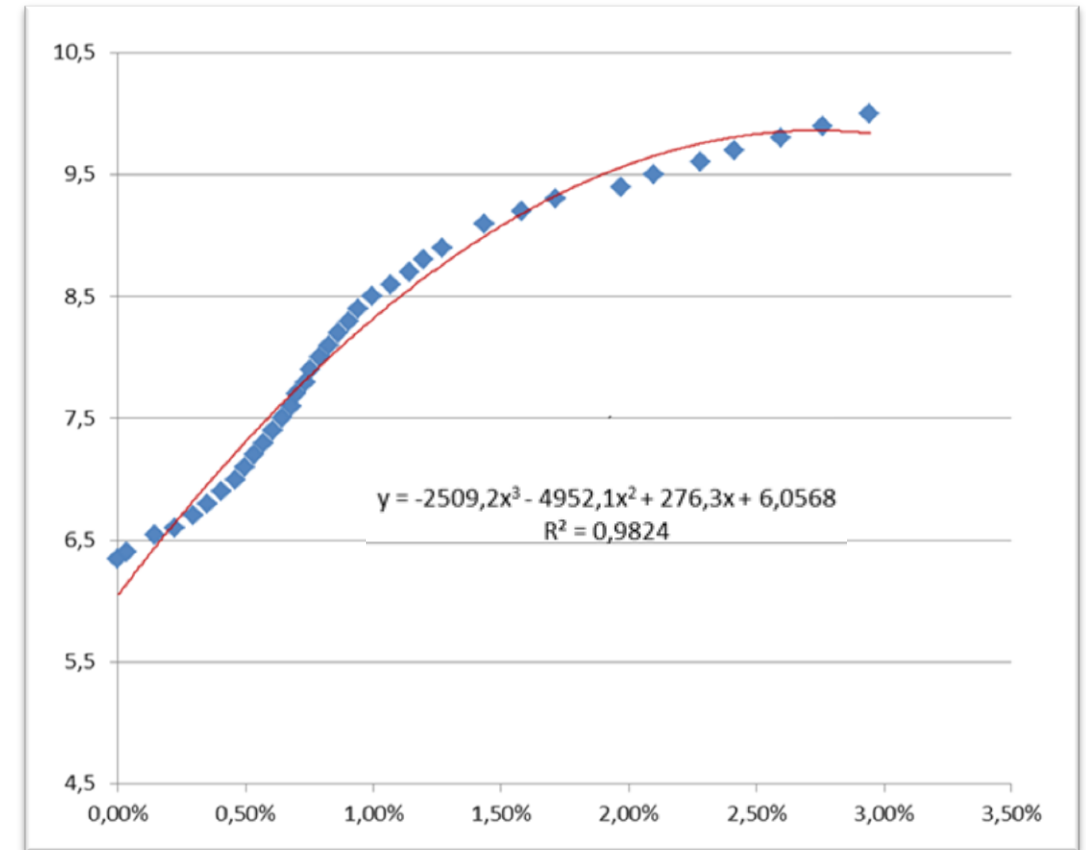
# Titolazione del digestato chiarificato con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NaOH

## Acidificazione del digestato chiarificato



Concentrazione volumetrica di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluito al 50% di massa

## Basificazione del digestato chiarificato



Concentrazione volumetrica di NaOH diluito al 30% di massa

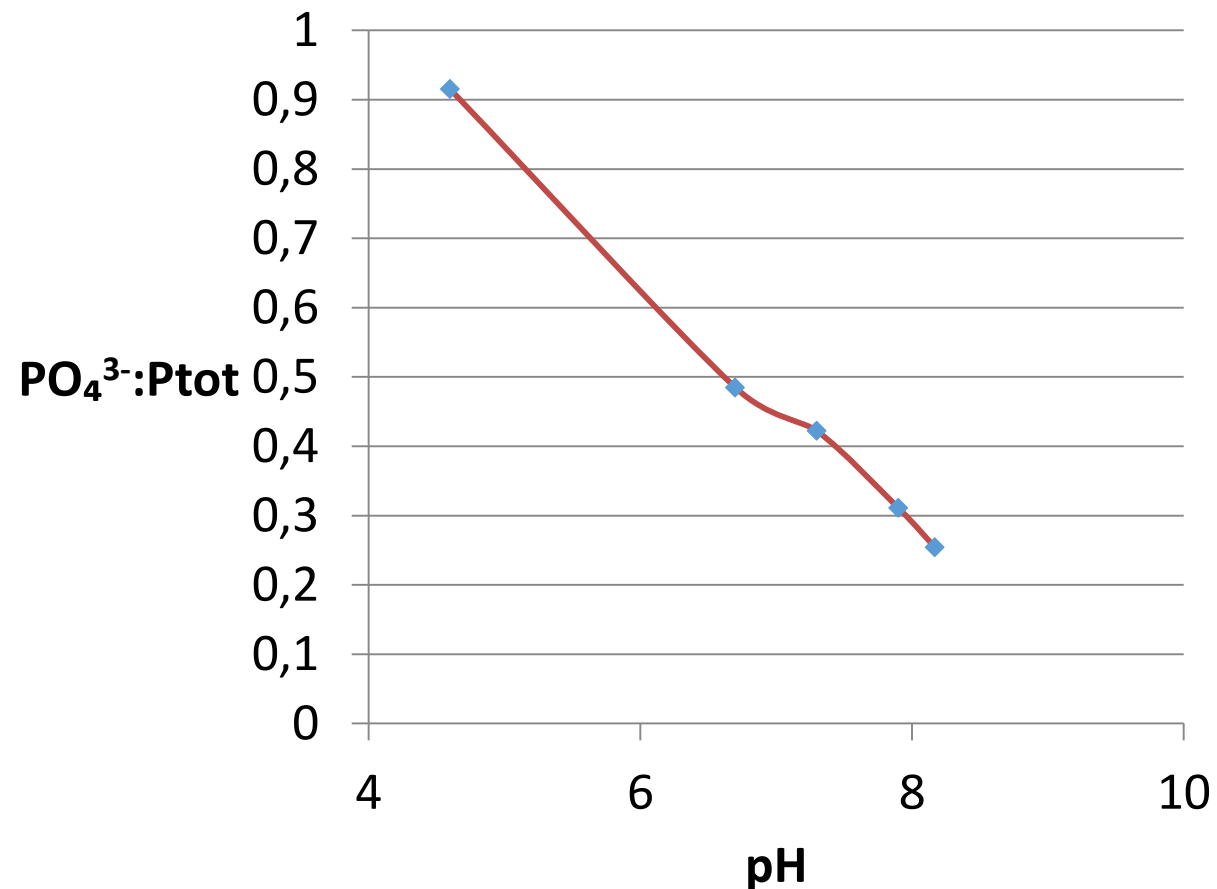
WEBINAR

Venerdì 15 dicembre 2023

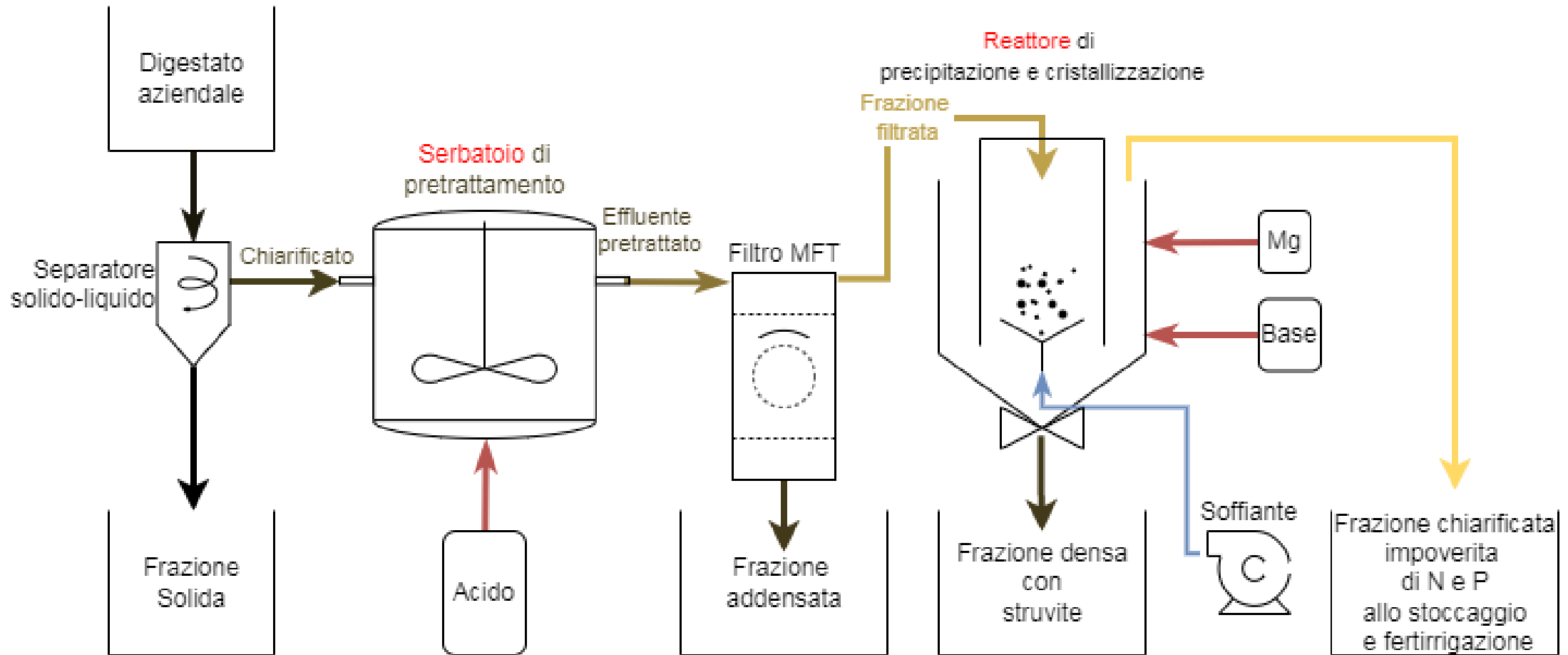
**Il trattamento dei digestati zootecnici per ridurre le emissioni e recuperare struvite**

# Mineralizzazione del fosforo organico a ortofosfato al variare del pH nel digestato chiarificato

pH [-]	Ptot [mg/kg tq]	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [mg/kg tq]	Rapporto PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /Ptot [-]
4,6	1241	1136	0,92
6,7	1124	545	0,48
7,3	964	407	0,42
7,9	1161	361	0,31
8,2	1554	395	0,25



# Schema del prototipo



WEBINAR

Venerdì 15 dicembre 2023

**Il trattamento dei digestati zootecnici per ridurre le emissioni e recuperare struvite**

# Sistemi di controllo e gestione del prototipo

## 8 elementi controllabili dal pannello:

- Elettrovalvola d'ingresso EV<sub>1</sub>
- Microfiltro WAM
- Agitatore del serbatoio AG<sub>1</sub>
- Pompa monovite (con portata regolabile da 200 a 500 l/h) PM<sub>1</sub>
- Soffiante SF<sub>1</sub>
- 3 Pompe dosatrici (con portata regolabile):
  - PD<sub>1</sub> dosa acido (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 50%)
  - PD<sub>2</sub> dosa base (NaOH al 30%)
  - PD<sub>3</sub> dosa magnesio (MgCl<sub>2</sub> al 15%)

## 3 sensori:

- Livello del serbatoio LT<sub>1</sub>
- pH del serbatoio pH<sub>1</sub>
- pH del reattore pH<sub>2</sub>

## 4 azioni programmabili condizionalmente:

- Apertura e chiusura dell'elettrovalvola d'ingresso condizionata dal livello LT<sub>1</sub>
- Accensione e spegnimento della pompa monovite condizionata dal livello LT<sub>1</sub>
- Accensione e spegnimento delle pompe dosatrici PD<sub>1</sub> e PD<sub>2</sub> condizionati dai pH

# Caratterizzazione media delle matrici in ingresso e uscita dal separatore solido-liquido aziendale

Matrice [-]	pH [-]	ST		SV		NTK		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		P <sub>tot</sub>		P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		Mg	
		[g/ kg tq]	[%tq]	[g/ kg tq]	[%ST]	[mg/ kg tq]	[%ST]	[mg/ kg tq]	[%NTK]	[mg/ kg tq]	[%ST]	[mg/ kg tq]	[%P <sub>tot</sub> ]	[mg/ kg tq]	[%ST]
Digestato tq	8,3	57	5,7	41	72	4622	8,2	2809,5	61	1456	2,6	259	18	712	1,3
Digestato solido	8,9	251	25,1	225	89	6370	2,5	2681	42	2425	1,0	ND	ND	1476	0,6
Digestato chiarificato	8,2	46	4,6	30	66	4627	10,1	2843	62	1335	2,9	252	19	656	1,4

# Efficienza di filtrazione del microfiltro

Matrice	Punto di campionamento	Flusso	ST		SV		NTK		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		P <sub>tot</sub>		P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		Mg	
		[m <sup>3</sup> /h]	[g/kg tq]	[%tq]	[g/kg tq]	[%ST]	[mg/kg tq]	[%ST]	[mg/kg tq]	[%NTK]	[mg/kg tq]	[%ST]	[mg/kg tq]	[%P tot]	[mg/kg tq]	[%ST]
Digestato chiarificato	Chiarificato	5,6	34	3,4	23	66	3644	11	2882	79	825	2,4	508	62	480	1,4
	Addensato	1,6	45	4,5	29	65	3909	9	2479	63	1277	2,8	752	59	689	1,5
	Microfiltrato	4	26	2,6	17	64	3348	13	2405	72	413	1,6	212	51	232	0,9
	Efficienza	29%	37%		37%		31%		25%		44%		42%		41%	
Digestato chiarificato acidificato	Chiarificato	5,6	51	5,1	34	66	5074	10	2919	57	1370	2,7	294	21	785	1,5
	Addensato	1,6	67	6,7	41	62	5293	8	3104	59	1756	2,6	340	19	1098	1,6
	Microfiltrato	4	42	4,2	26	61	4621	11	3051	66	725	1,7	260	36	335	0,8
	Efficienza	29%	37%		35%		30%		30%		37%		33%		40%	



# Caratteristiche operative delle prove

Operatività	Prove	Matrice in ingresso [-]	Microfiltro [ON/OFF]	Portata pompa [l/h]	pH serbatoio [-]	pH reattore [-]	Flusso H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> [l/h]	Flusso NaOH [l/h]	Flusso MgCl <sub>2</sub> [l/h]	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> utilizzato [l/m <sup>3</sup> ]	NaOH utilizzato [l/m <sup>3</sup> ]	MgCl <sub>2</sub> utilizzato [l/m <sup>3</sup> ]
Chiarificato senza reagenti	<b>B2</b>	Digestato chiarificato	OFF	200	8,3	8,8	0	0	0	0	0	0
Microfiltrato con reagenti (tutti)	<b>T1</b>	Digestato chiarificato	ON	200	7,5	10	9	6	4,5	12	30	23
Chiarificato con reagenti (Mg)	<b>M1</b>	Digestato chiarificato	OFF	200	8,3	8,8	0,0	0,0	4,5	0	0	23

Nota:

- l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è dato in soluzione al 50% massa/massa, l'NaOH al 30% e l'MgCl<sub>2</sub> al 15%.
- Nella T1 l'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilizzato è rapportato al metro cubo di digestato **chiarificato** trattato, mentre l'MgCl<sub>2</sub> e l'NaOH sono rapportati al metro cubo di digestato **microfiltrato** trattato.

# Caratterizzazione delle matrici in ingresso ed uscita nelle varie prove

Operatività Prove

Chiarificato senza reagenti B2  
 Reagenti (tutti) T1  
 Reagenti (Mg) M1

Prova	Matrice	pH	ST		SV		NTK		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		Ptot		P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		Mg	
			[g/ kg tq]	[%tq]	[g/ kg tq]	[%ST]	[mg/ kg tq]	[%ST]	[mg/ kg tq]	[%NTK]	[mg/ kg tq]	[%ST]	[mg/ kg tq]	[%Ptot]	[mg/ kg tq]	[%ST]
B2	Chiarificato	8,3	50	5,0	32	65	4848	9,8	2870	59	1445	2,9	154	11	862	1,7
	Surnatante	8,4	48	4,8	32	66	4800	9,9	2860	60	1390	2,9	156	11	827	1,7
	Precipitato	8,0	87	8,7	48	55	6238	7,4	3356	54	2248	2,6	273	12	2959	3,4
T1	Chiarificato	8,3	51	5,1	34	66	5074	9,9	2919	58	1370	2,7	294	21	785	1,5
	Addensato	7,5	67	6,7	41	62	5293	7,9	3104	59	1756	2,6	340	19	1098	1,6
	Microfiltrato	7,5	42	4,2	26	61	4621	11,0	3051	66	725	1,7	260	36	335	0,8
	Surnatante	9,1	36	3,6	16	45	4040	11,3	2782	69	367	1,0	112	31	272	0,8
	Precipitato	10,1	103	10,3	54	52	6298	6,1	3740	59	2247	2,2	179	8	2684	2,6
M1	Chiarificato	8,3	50	5,0	32	65	4842	9,8	2900	60	1237	2,5	232	19	738	1,2
	Surnatante	8,4	48	4,8	31	65	4671	9,7	2987	64	1378	2,9	228	17	1438	0,6
	Precipitato	10,0	94	9,4	46	49	5663	6,0	3560	63	2434	2,6	156	6	697	1,4

WEBINAR

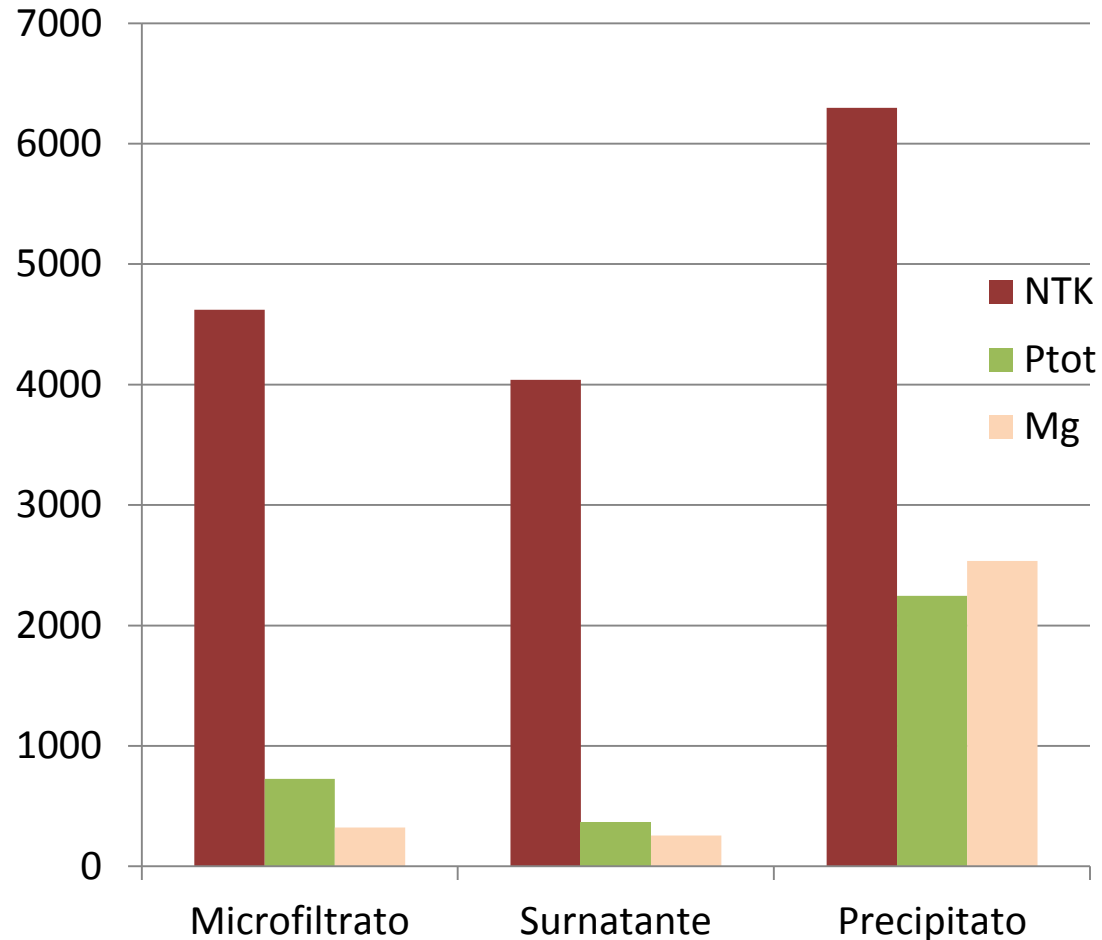
Venerdì 15 dicembre 2023

Il trattamento dei digestati zootecnici per ridurre le emissioni e recuperare struvite

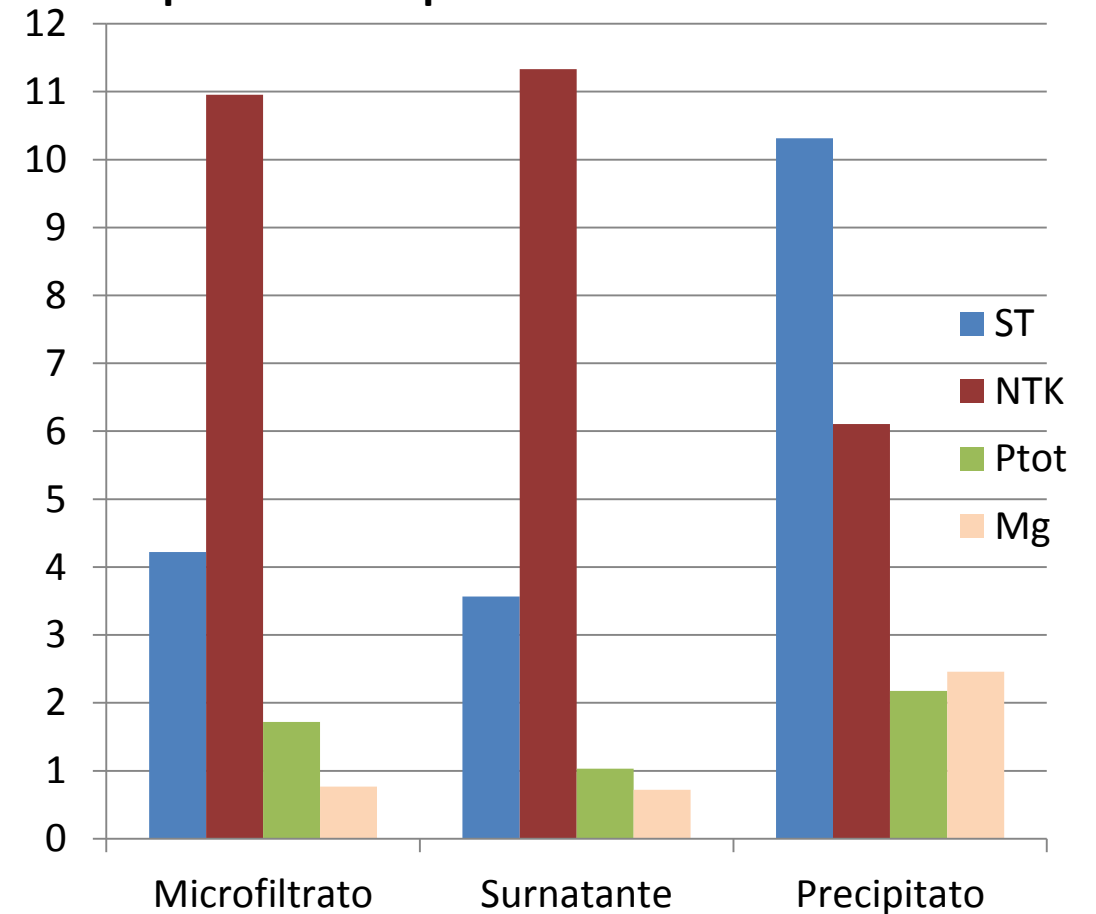


# Tenore di N, P e Mg nei flussi in ingresso e uscita: T<sub>1</sub>

Concentrazione di N, P, Mg in mg/kg



Contenuto di ST e contenuto di N, P e Mg espresso come percentuale sul secco



WEBINAR

Venerdì 15 dicembre 2023

**Il trattamento dei digestati zootecnici per ridurre le emissioni e recuperare struvite**



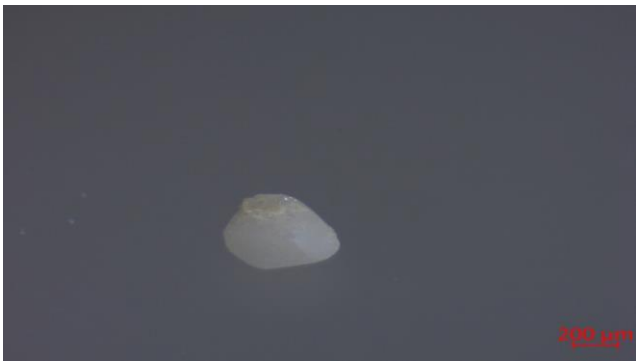
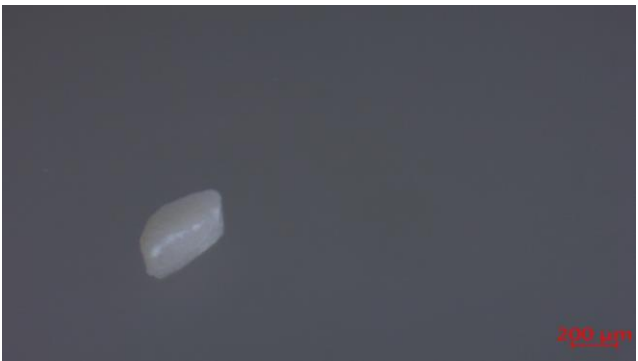
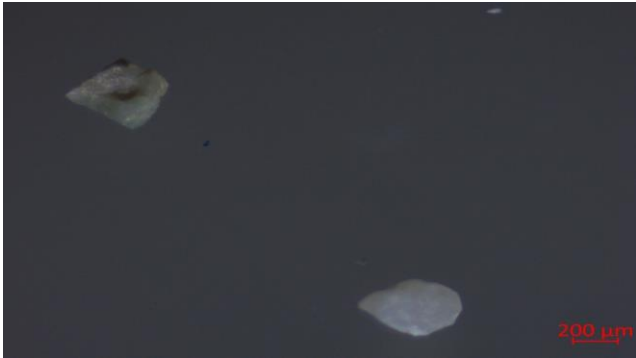
# Caratterizzazione delle frazioni dense con struvite

Prova [-]	ST		SV		NTK		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		P <sub>tot</sub>		P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		Mg	
	[g/kg tq]	[%tq]	[g/kg tq]	[%ST]	[mg/kg tq]	[%ST]	[mg/kg tq]	[%NTK]	[mg/kg tq]	[%ST]	[mg/kg tq]	[%P tot]	[mg/kg tq]	[%ST]
B2	87	8,7	48	55	6238	7,4	3356	54	2248	2,6	273	12,1	2959	3,4
T1	103	10,3	54	52	6298	6,1	3740	59	2247	2,2	179	8,0	2684	2,6
M1	94	9,4	46	49	5663	6,0	3560	63	2434	2,6	156	6,4	1645	1,8

Prove [-]	moli N [moli/kg]	moli P [moli/kg]	moli Mg [moli/kg]
B2	0,45	0,07	0,12
T1	0,45	0,07	0,11
M1	0,47	0,08	0,06

Rapporti molari delle frazioni dense con struvite

# Cristalli di Struvite osservati nel precipitato con microscopio stereoscopico



WEBINAR

Venerdì 15 dicembre 2023

**Il trattamento dei digestati zootecnici per ridurre le emissioni e recuperare struvite**



# Conclusioni

- Il recupero di fosforo ed azoto dai digestati agrozootecnici attraverso lo sviluppo ed implementazione del sistema prototipale STRUVITE è risultato tecnicamente fattibile;
- Il sistema di trattamento può e deve essere ulteriormente efficientato;
- Il precipitato contenente struvite deve essere ulteriormente raffinato/valorizzato, ad esempio da un produttore di fertilizzanti, per sostituire i minerali fosfatici con fosforo di recupero in accordo col nuovo regolamento europeo
- Specialmente nelle prove con acidificazione, basificazione e microfiltrazione il surnatante risulta significativamente impoverito in azoto e fosforo rispetto al digestato chiarificato in ingresso;
- L'elevata concentrazione di solidi e sostanza organica nel digestato, anche se sottoposto a separazione S/L e microfiltrazione risulta una criticità;
- La ricerca e le attività non sono concluse ...

CONVEGNO  
FINALE E VISITA  
VIRTUALE

**Trattamento degli  
effluenti e digestati  
zootecnici per  
ridurne le emissioni  
e produrre Struvite**

**Webinar  
Venerdì 15 dicembre 2023  
ore 10:00**

*Grazie per l'attenzione!*

<http://struvite.crpa.it/>



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 "Trattamento degli effluenti e digestati zootecnici per ridurre le emissioni e produrre Struvite".

