



LA STALLA 4.0 PER UN
SISTEMA ALLEVATORI DI
AVANGUARDIA

TRA SALUTE DEGLI ANIMALI,
TUTELA DEL CONSUMATORE,
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

08 Ottobre 2022

MACRO E MICROELEMENTI NELLA DIGESTIONE ANAEROBICA

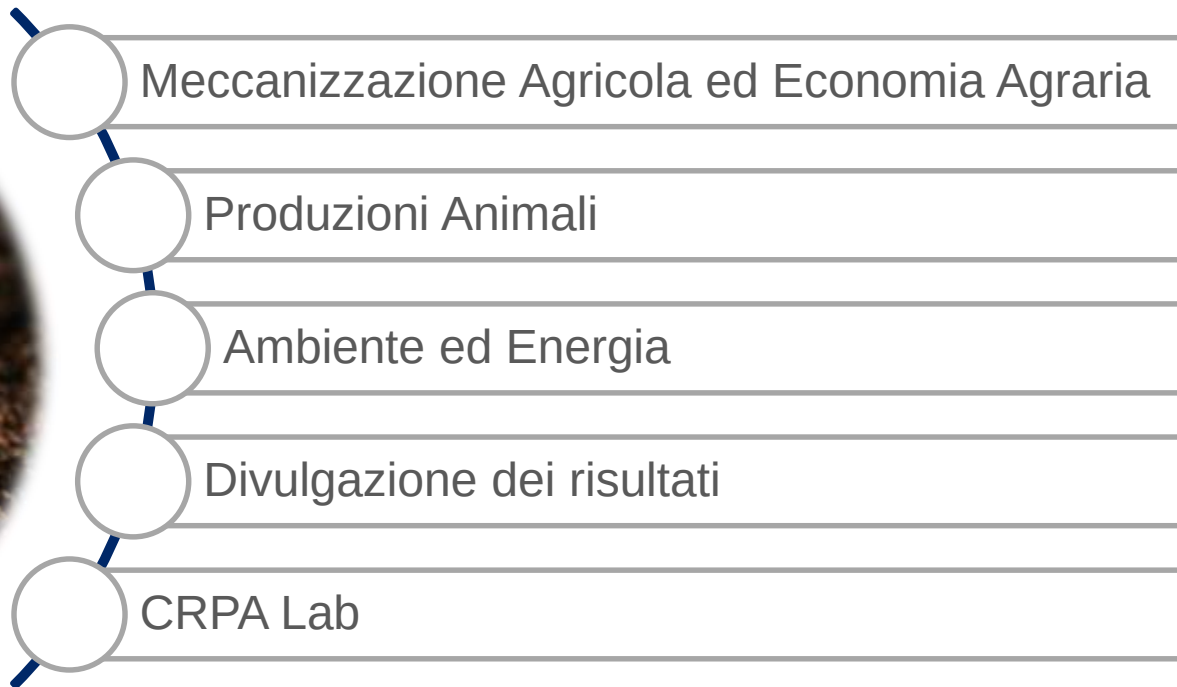
*Dall'ottimizzazione della produzione
di biogas all'uso agronomico del digestato*

Mirco Garuti

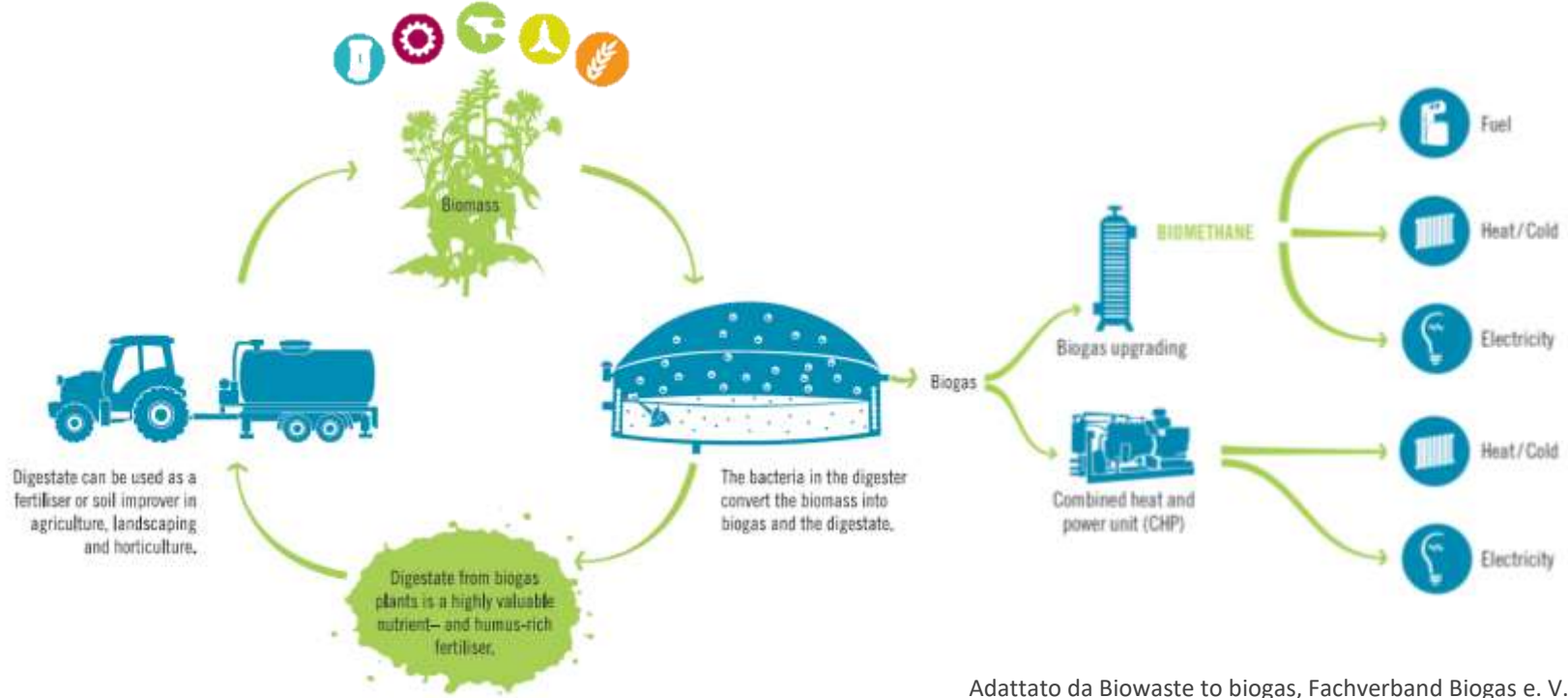
Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia



Centro Ricerche Produzioni Animali

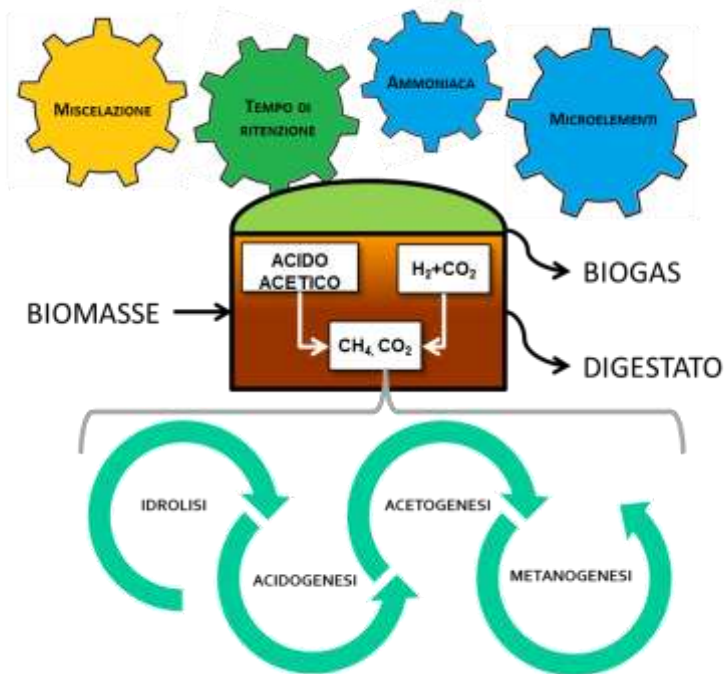


Digestione anaerobica



Adattato da Biowaste to biogas, Fachverband Biogas e. V. (2016)

Digestione anaerobica



Tipologia delle biomasse
Miscelazione / Sistema di carico
Geometria dei fermentatori
Tempo di ritenzione idraulica
Carico organico volumetrico
Temperatura
Rapporto acidità / alcalinità
Acidi Grassi Volatili
Ammoniaca
Conducibilità elettrica
Macro e microelementi
Schiume

Di cosa parliamo oggi?

- Microelementi essenziali per la produzione di biogas
- Azoto e post-trattamenti del digestato
- Carbonio Organico nel digestato



Macro e microelementi nel digestato

TABELLA 2 - Valori medi di macro e microelementi negli impianti di biogas (1)

Elemento	Valore medio (mg/kg s.t.)
Azoto	68.410 ± 19.833
Calcio	21.070 ± 7.008
Potassio	50.066 ± 17.960
Magnesio	5.568 ± 1.552
Sodio	3.831 ± 2.351
Fosforo	9.285 ± 3.422
Zolfo	4.401 ± 987
Molibdeno	4,54 ± 1,94
Selenio	1,32 ± 1,19
Cobalto	1,93 ± 1,82
Nichel	7,61 ± 2,86
Ferro	2.472 ± 1.552
Alluminio	1.063 ± 1.080
Boro	36,39 ± 18,15
Rame	53,22 ± 32,02
Zinco	243 ± 136
Manganese	218 ± 65
Bario	32 ± 16,1

MACROELEMENTI IMPORTANTI PER LA FERTILITA' DEL SUOLO

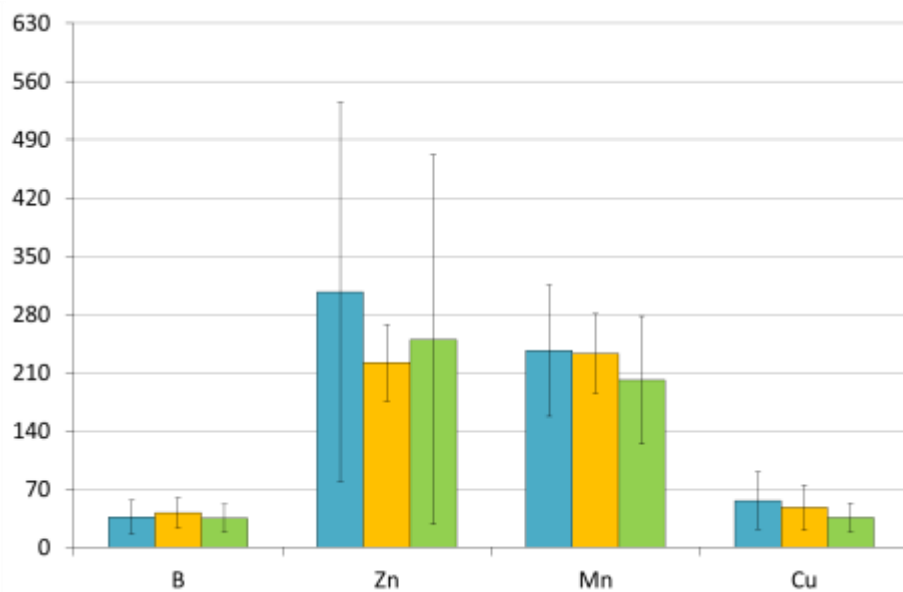
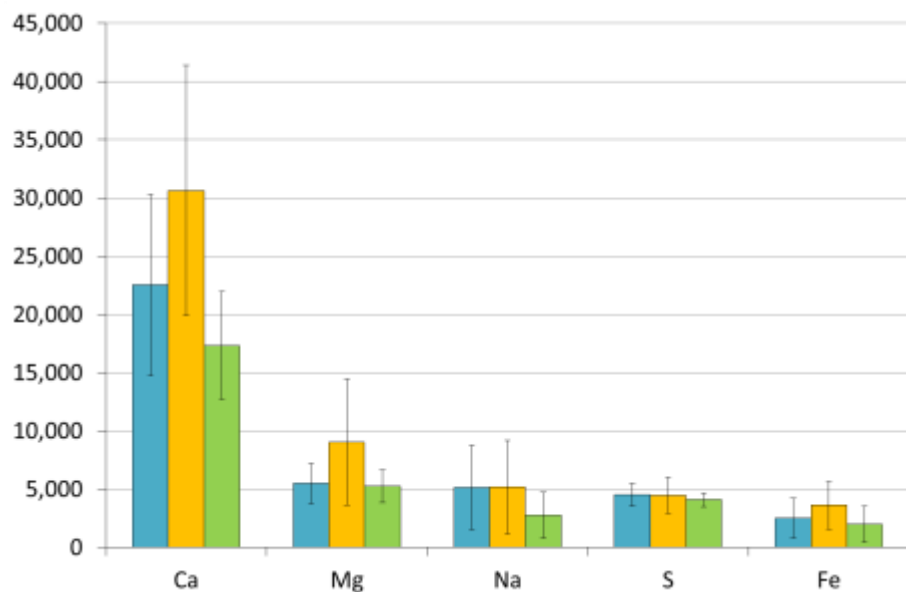
MICROELEMENTI IMPORTANTI PER LA BIOLOGIA DEL DIGESTORE

Indagine CRPA su circa 60 impianti di tipo agrozootecnico

Biomasse utilizzate

■ Effluenti zootecnici + colture energetiche + sottoprodotti agroindustriali ■ Liquame bovino ■ Colture energetiche + sottoprodotti agroindustriali

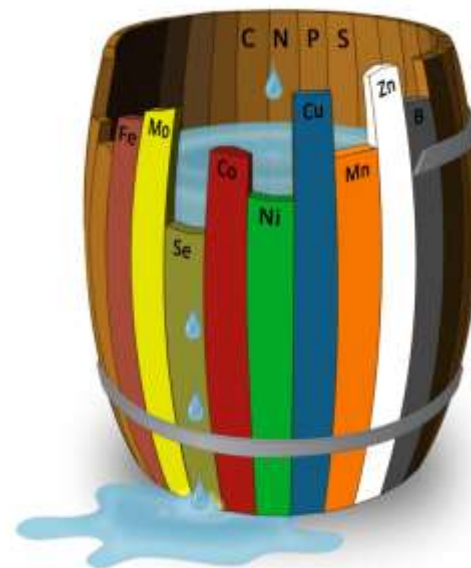
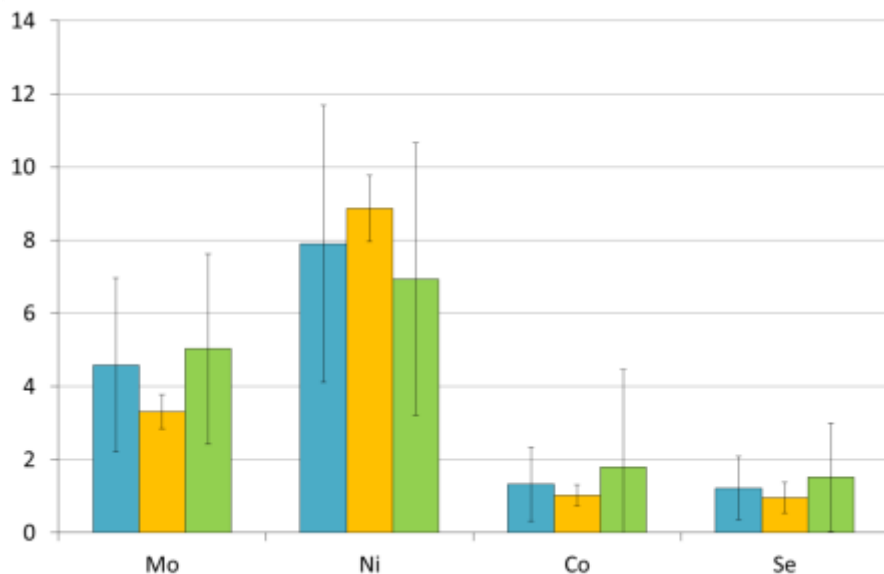
Dati espressi in mg/kgST



Biomasse utilizzate

■ Effluenti zootecnici + colture energetiche + sottoprodotti agroindustriali ■ Liquame bovino ■ Colture energetiche + sottoprodotti agroindustriali

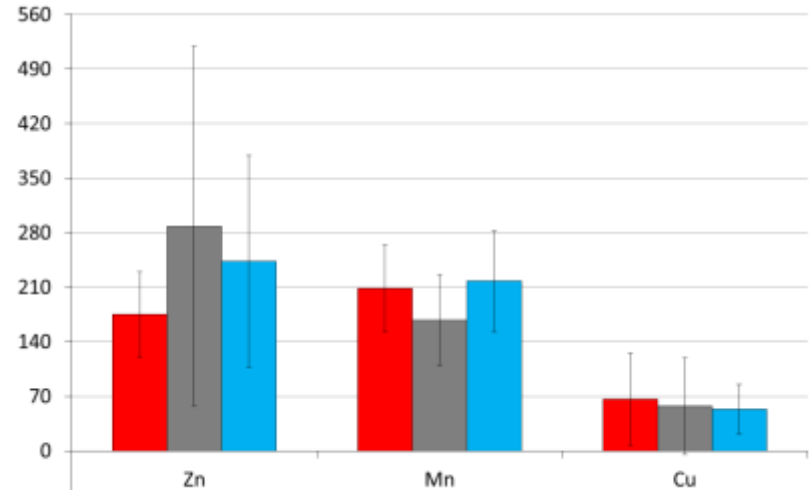
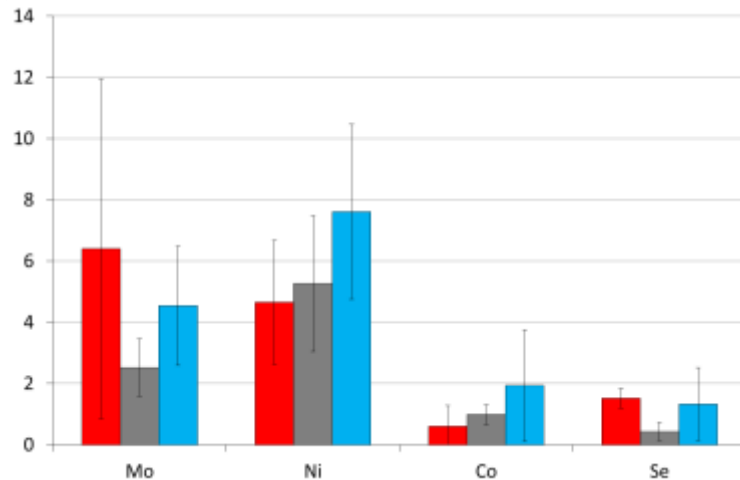
Dati espressi in mg/kgST



Area Geografica

■ Austria ■ Germania ■ Italia

Dati espressi in mg/kgST

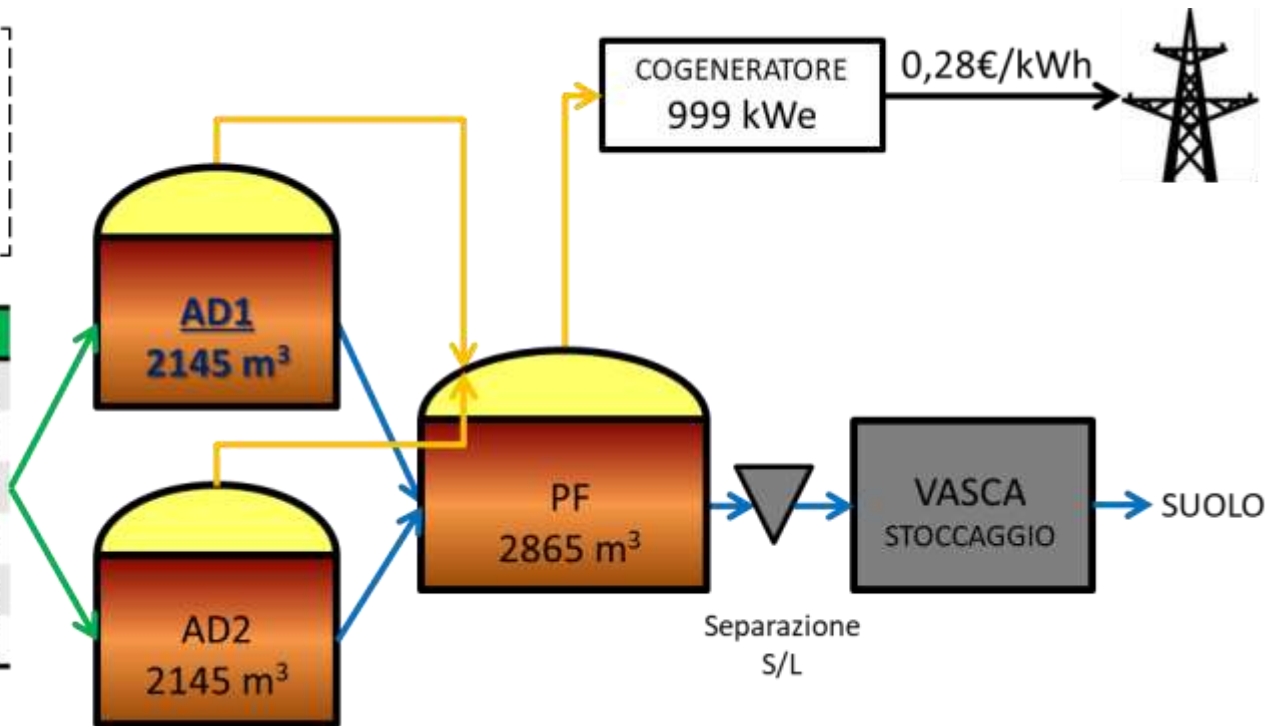


Austria: Pobheim et al. (2010) *Bioresource Technology* 202:836-839; Germania*: Shattauer et al. (2001) *Biosystems Engineering* 108: 57-65
Italia: Fabbri et al. (2015) *L'informatore Agrario* 14:61-64; *per il confronto stimata la sostanza secca del digestato ad un valore pari a 8%.

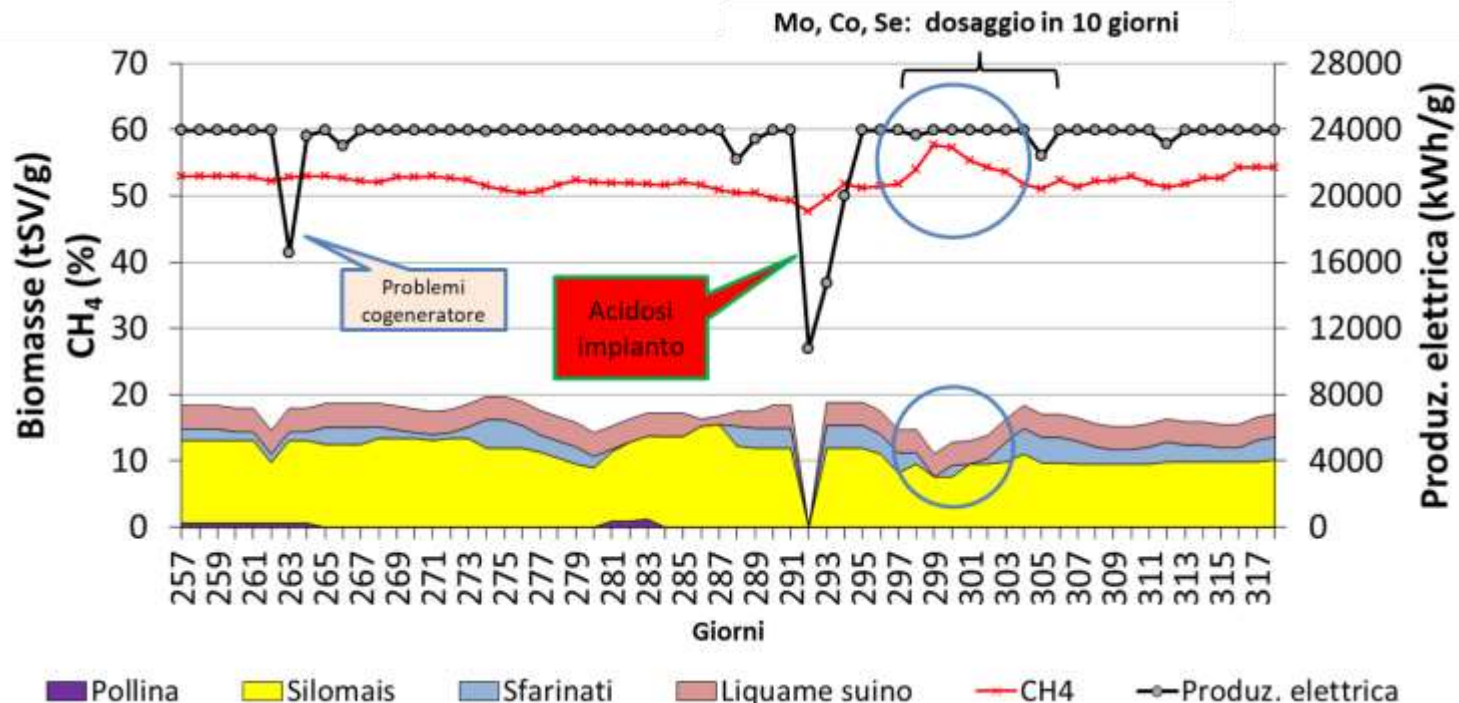
Caso di studio

Temperatura: 41-42°C
COV (AD1): 7,90 kgSV/ m³ · gg
HRT (AD1): 24 giorni
Periodo di monitoraggio: 2 anni

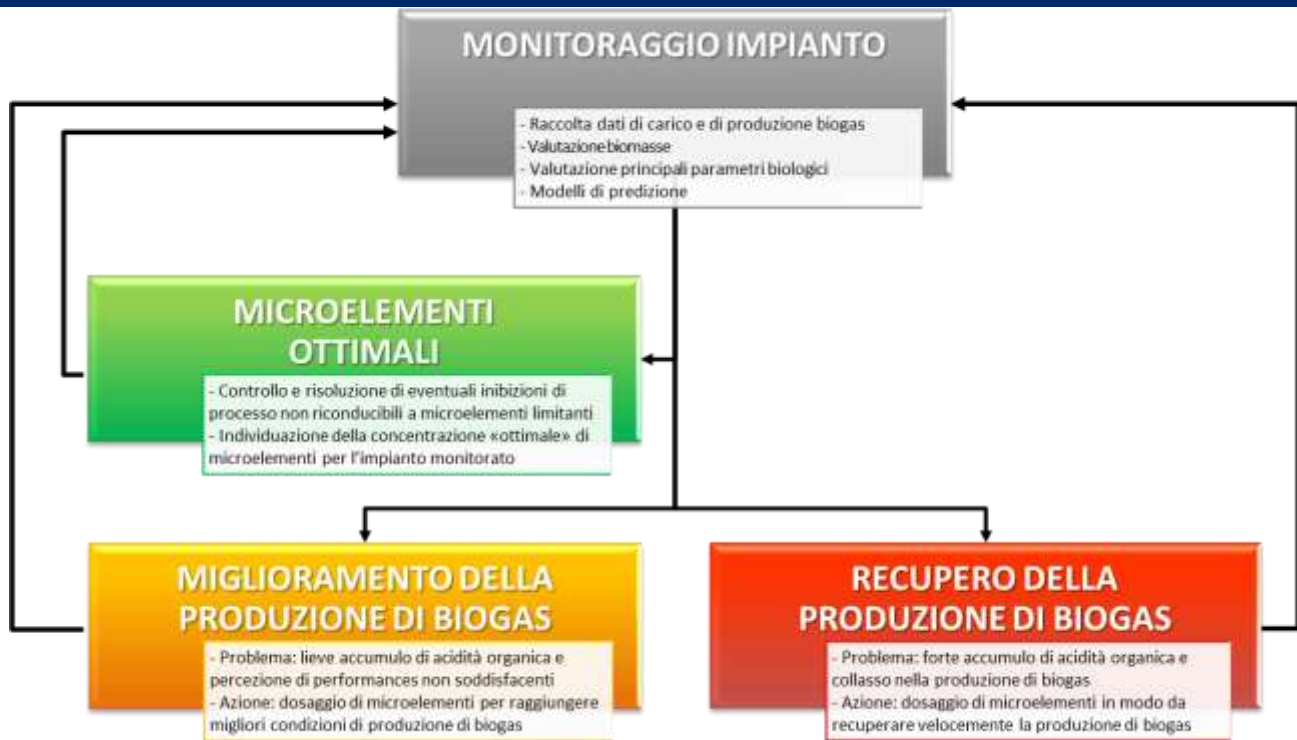
	t/gg	tVS/gg
Silomais	30,1	9,0
Silotriticale	0,9	0,3
Lettiera avicola	2,8	0,9
Liquame suino	139,3	3,5
Farina di mais	3,2	2,8
Glicerina	0,5	0,5



Caso di studio



Monitoraggio consapevole dell'impianto



**C'è carenza di microelementi?
Quali?
Perché?
Cosa posso fare?**

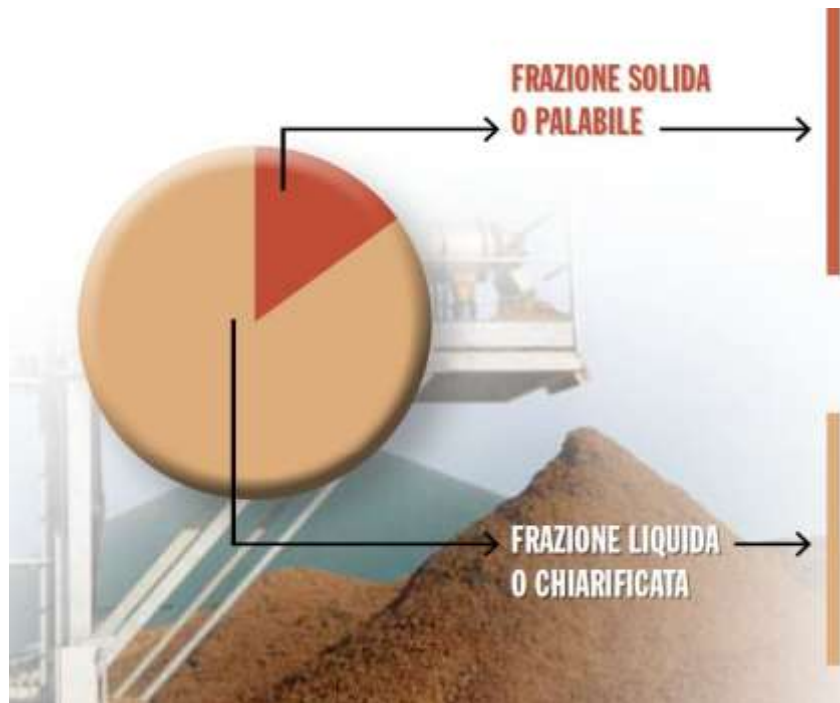
Caratteristiche del digestato

Matrici caricate all'impianto	Sostanza secca (%)	Sostanza organica (% s.s.)	Azoto totale (kg/t)	Azoto ammoniacale (% N totale)	Fosforo (kg di P ₂ O ₅ /t)	Potassio (kg di K ₂ O/t)
Liquame suino ⁽¹⁾	2-4	40-60	2-5	70-85	0,5-4	1,5-5
Liquame bovino o liquame bovino più colture energetiche	4-8	65-80	2,5-4,5	40-65	1-2,2	2,5-6
Colture energetiche più sottoprodotti agro-industriali	5-10	65-80	3,5-7	30-65	1-2	3-8

⁽¹⁾ Nel caso di liquame suino sottoposto a flottazione il tenore di sostanza secca e di nutrienti (fosforo in particolare) risulta più elevato.

Fonte: Banca dati CRPA

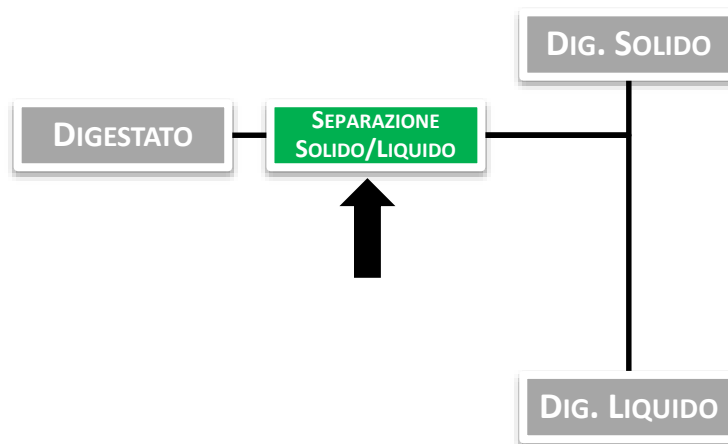
Efficienza di separazione dei nutrienti



La frazione solida ha un tenore di sostanza secca che può variare entro un range piuttosto ampio (15-30%) a seconda del materiale in ingresso e del tipo di separazione che è stata effettuata.

La frazione liquida mantiene gli elementi nutritivi solubili tra cui **l'azoto ammoniacale**

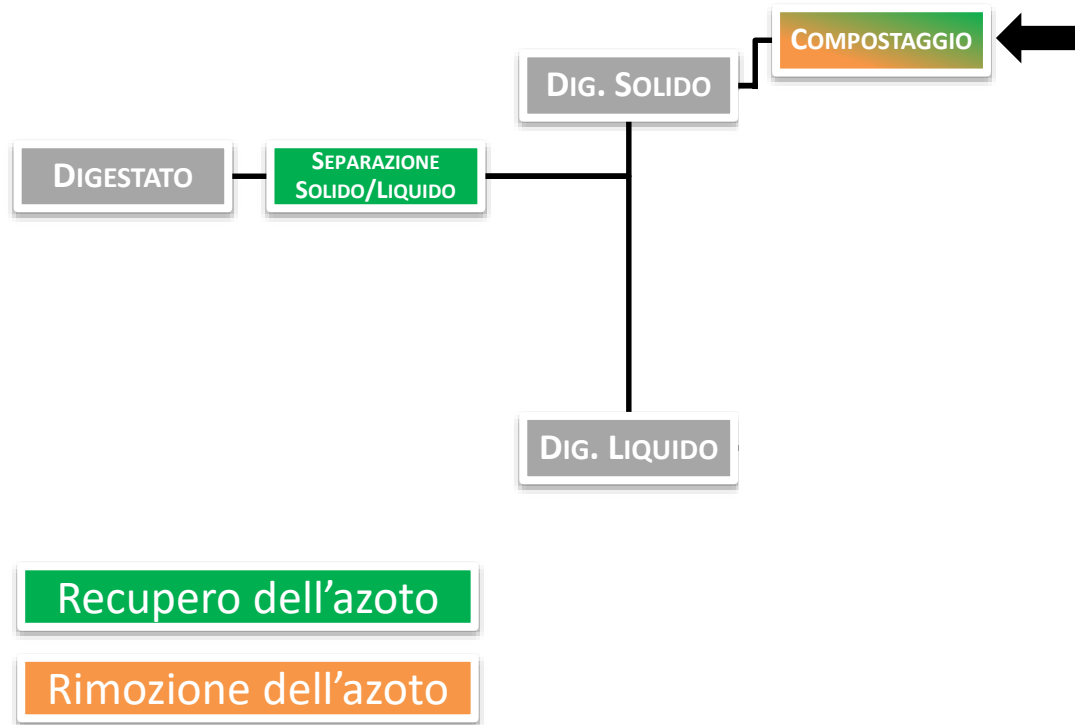
Post-trattamento del digestato



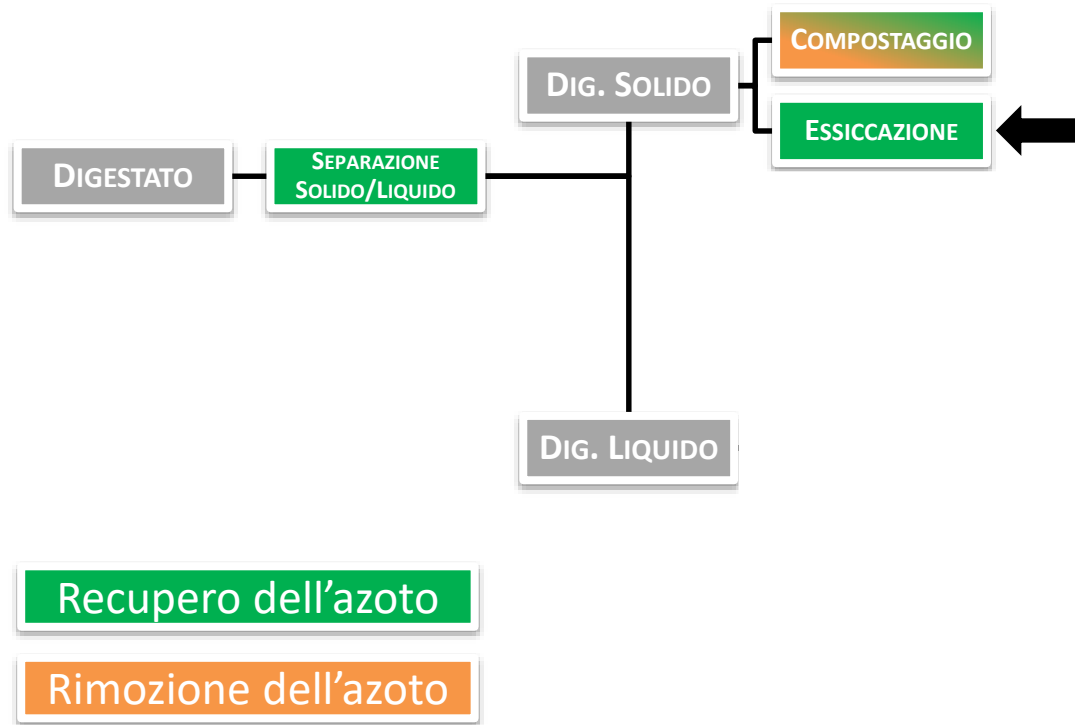
Recupero dell'azoto

Rimozione dell'azoto

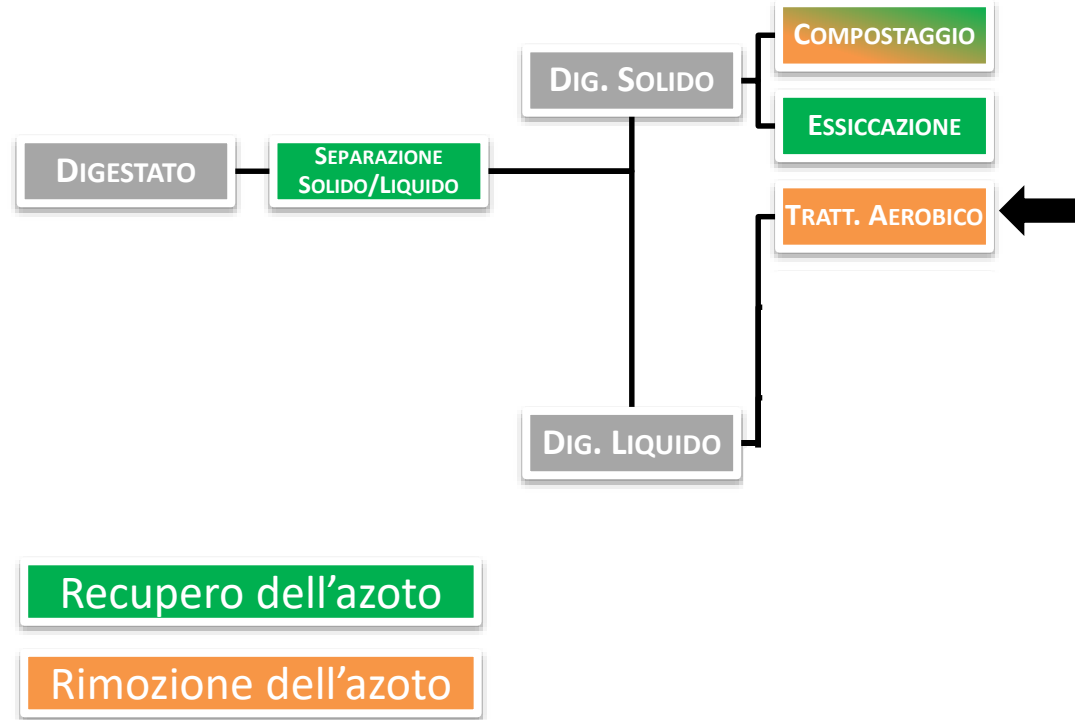
Post-trattamento del digestato



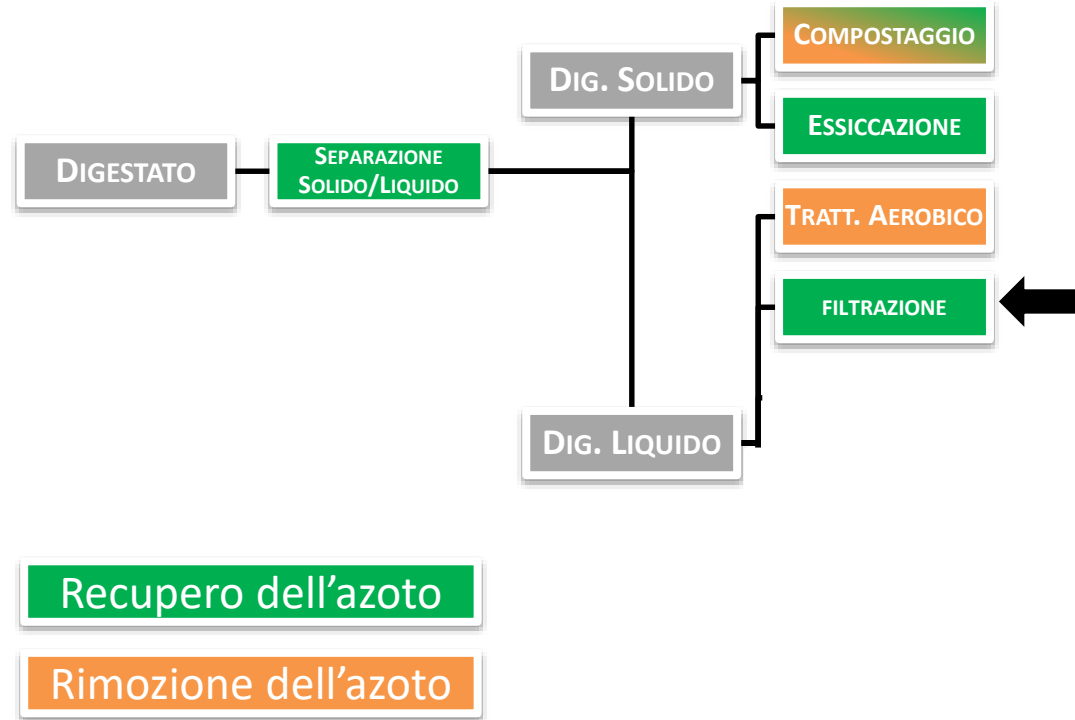
Post-trattamento del digestato



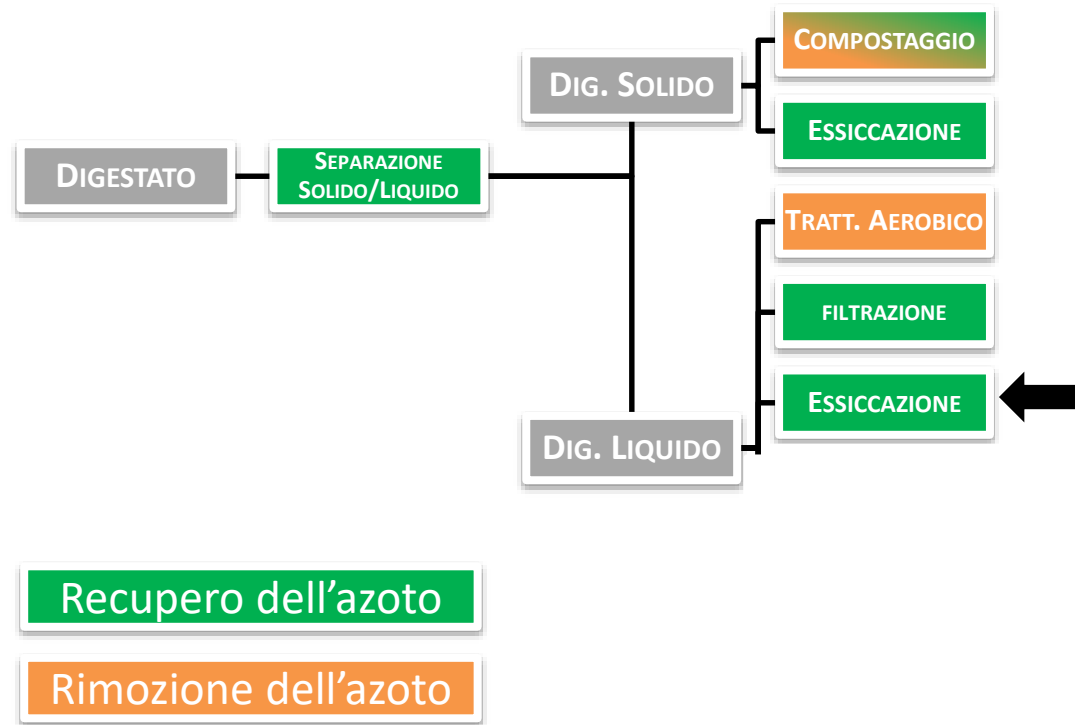
Post-trattamento del digestato



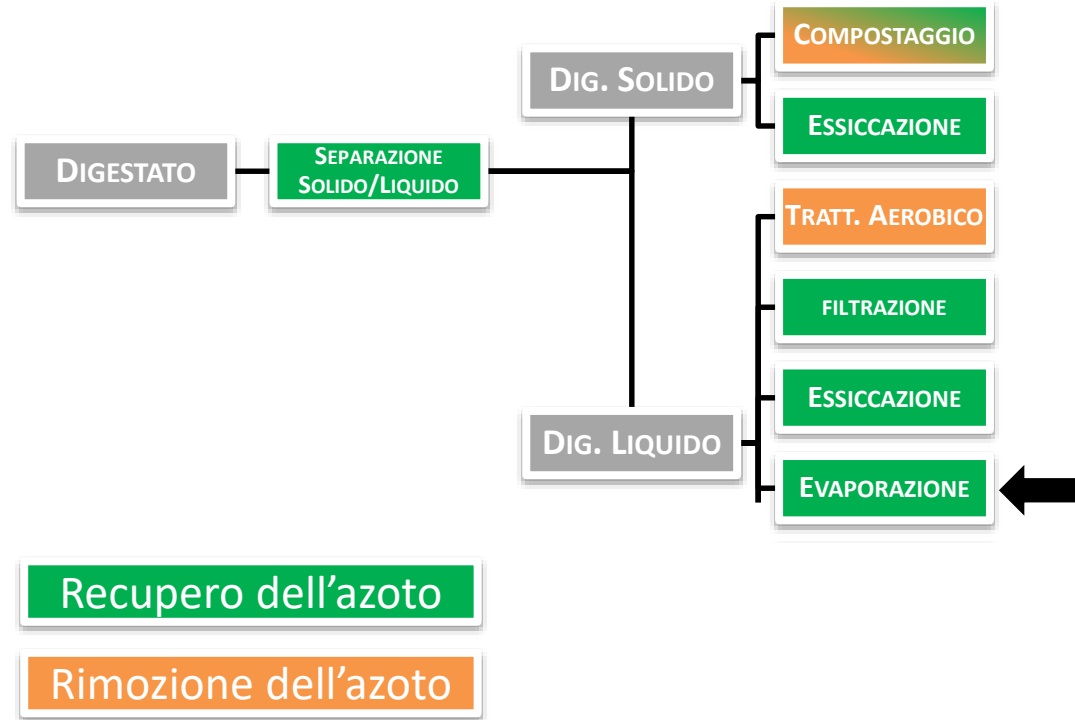
Post-trattamento del digestato



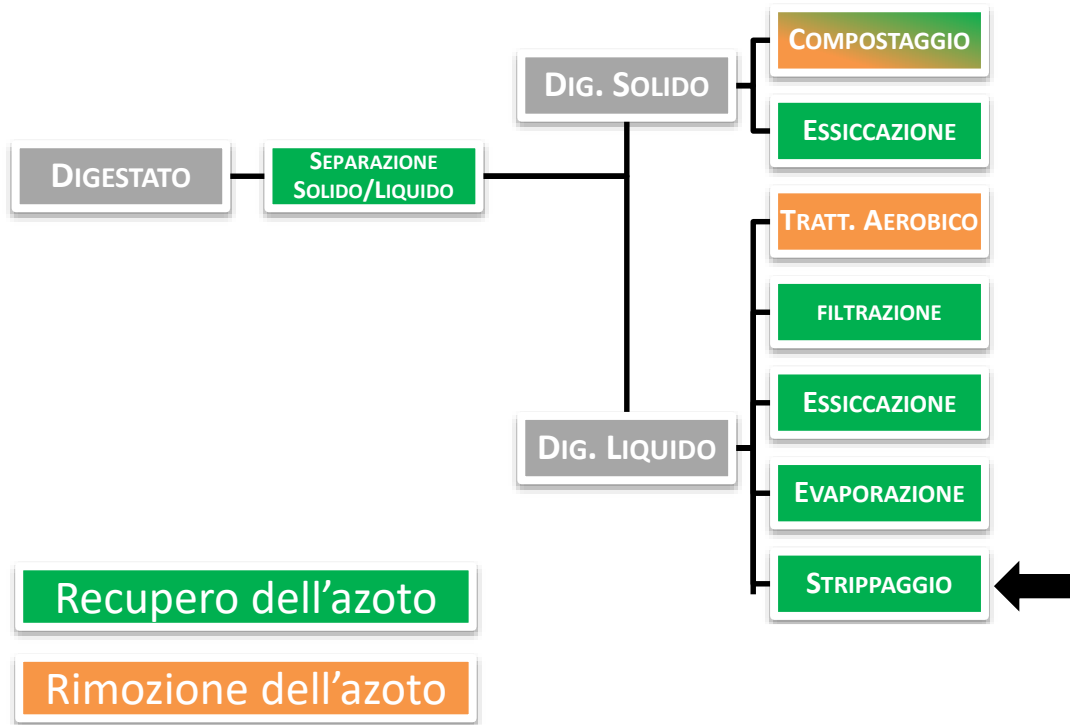
Post-trattamento del digestato



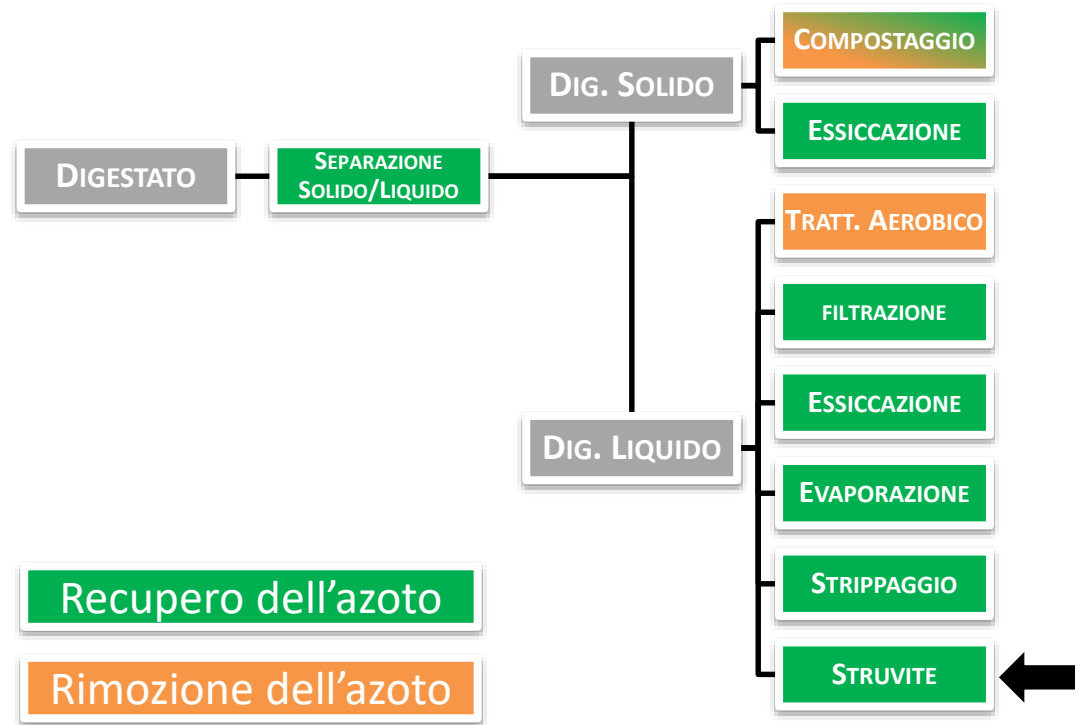
Post-trattamento del digestato



Post-trattamento del digestato



Post-trattamento del digestato



Carbonio organico del digestato

	Rapporto C/N	Indice di umificazione (%)
Paglia di cereali	70 - 80	22-30
Residui colturali	40 - 50	33-38
Letame	30 - 40	40-50
Letame maturo	25 - 35	55-65
Digestato tal quale	8 - 20	70-79

(Fonte: elaborazioni CLB su dati propri e fonti diverse)

Carbonio organico del digestato

A COSA SERVE AVERE PIÙ SOSTANZA ORGANICA NEL TERRENO?

Ai fini agronomici una buona dotazione di sostanza organica nel terreno agricolo porta numerosi vantaggi.

Funzioni fisiche	Funzioni chimiche	Funzioni biologiche
+ aggregazione particelle	+ complessi stabili	+ energia metabolica
+ stabilità aggregati	+ capacità tampone	+ micro/mesofauna
- compattamento, croste	+ capacità di scambio cationico	+ attività enzimatica
- erosione	- tossicità metalli e inquinanti organici	- tossicità
+ ritenzione idrica	+ rilascio graduale dei nutrienti	
+ lavorabilità		



Il suolo con il digestato.



Il suolo senza digestato.

Fonte: CIB, Farming for Future

Carbonio organico del digestato



QUANTO CONCIME CHIMICO SI PUÒ SOSTITUIRE CON UNA TONNELLATA DI DIGESTATO? (VALORI MEDI)

Digestato	Equivalente concime chimico
Sostanza organica (SO) 39 kg/t	Assente
Azoto totale (N) 4 kg/t	8,69 kg Urea
Fosforo (P) 2 kg/t	5,26 kg Perfosfato Triplo
Potassio (K) 4,25 kg/t	9,04 kg Solfato potassico

OBIETTIVI	EMISSIONI	AZIONE
Evitare la produzione di concimi di sintesi (urea in primis) Attuare il riciclo dei nutrienti.	CO ₂ ↓	Mitigazione
	N ₂ O ↓↓	

Fonte: CIB, Farming for Future

Conclusioni

- **Selenio, Molibdeno, Cobalto e Nichel** sono elementi essenziali per la produzione di biogas
- La concentrazione di **Azoto** nel digestato solido e liquido dipende dalle biomasse e dal post-trattamento
- La concimazione organica con digestato è fondamentale perché fornisce al terreno non solo azoto, fosforo e potassio e altri elementi ma anche **Carbonio organico**

www.crpa.it

Your partner for R&D
in the biogas sector

