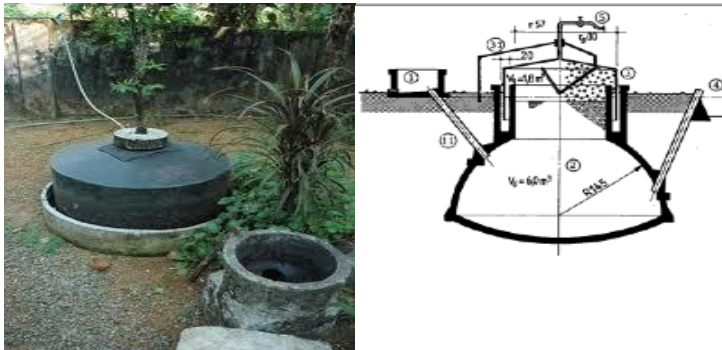


Micro-impianti di biogas ad uso domestico e locale

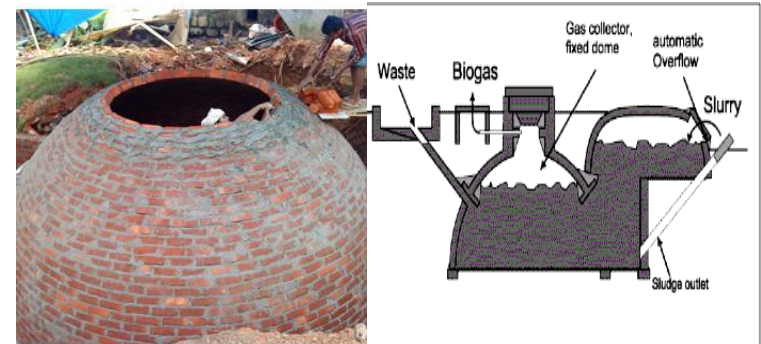
Dr. Andrea Schievano, Prof. Fabrizio Adani

Alcuni esempi di mini-impianti esistenti

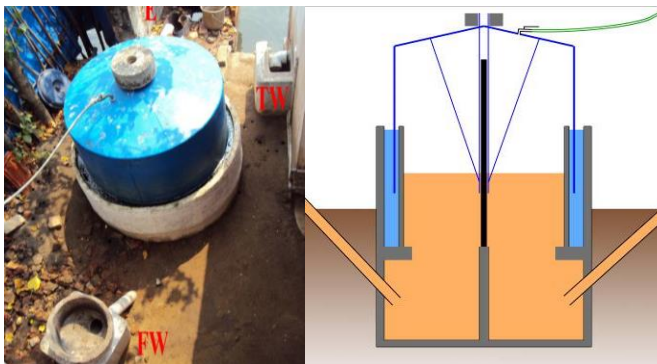
Impianto a tamburo galleggiante



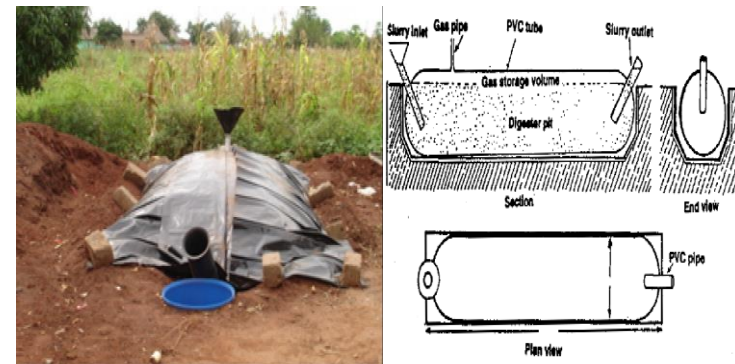
Impianto a cupola fissa



Impianto Toilet linked biogas plant



Impianto tubolare



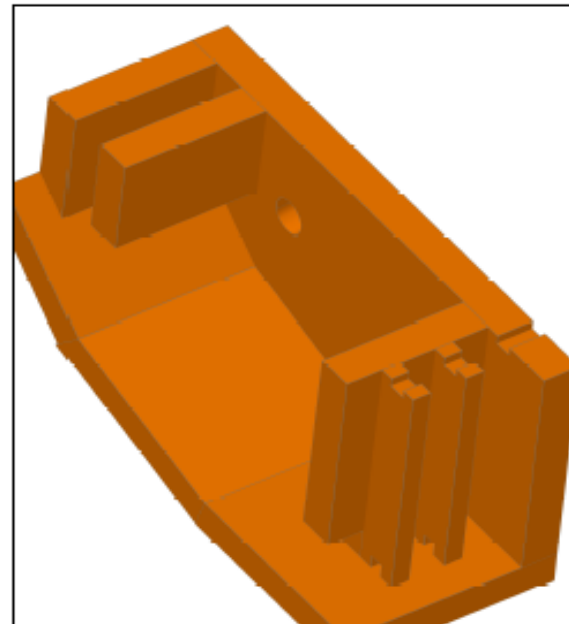
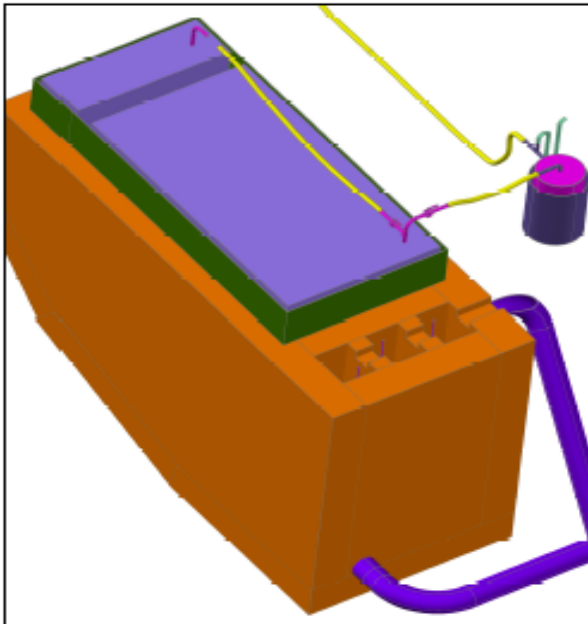
Problematiche comuni di questi tipi di impianti

- **Forti limitazioni su tipologia di materiale organico**
- **Difficoltà di manutenzione della vasca di digestione:**
 - 1) **Sedimentazione del materiale organico introdotto che intasa le sezioni di entrata ed uscita del materiale stesso**
 - 2) **Materiale galleggiante fibroso in superficie (“cappello”)**
- **Consequente riduzione del volume operativo e della vita utile del digestore**
- **Low-solids: basse produzioni volumetriche**

Nuovo prototipo di mini-impianto di biogas

GRUPPO RICICLA

- LOW-TECH, utilizzando materiali a basso costo
- Autocostruibile, materiali facilmente reperibili
- High-solids → compatto
- Versatile su tipologia biomassa



*Disegni progettuali
del prototipo*

Il progetto GRUPPO RICICLA

+



Guinea Bissau



Fasi di progetto

- Valutazione esigenze locali
- Costruzione prototipale
- Test di funzionamento e rivalutazione scelte tecniche
- Valutazione del comportamento del prototipo nel periodo invernale (fine ottobre – gennaio)
- Modifiche tecniche e revamping
- Test impianto a regime (periodo estivo)
- Sistema di riscaldamento

Fasi di costruzione del prototipo







GRUPPO RICICLA

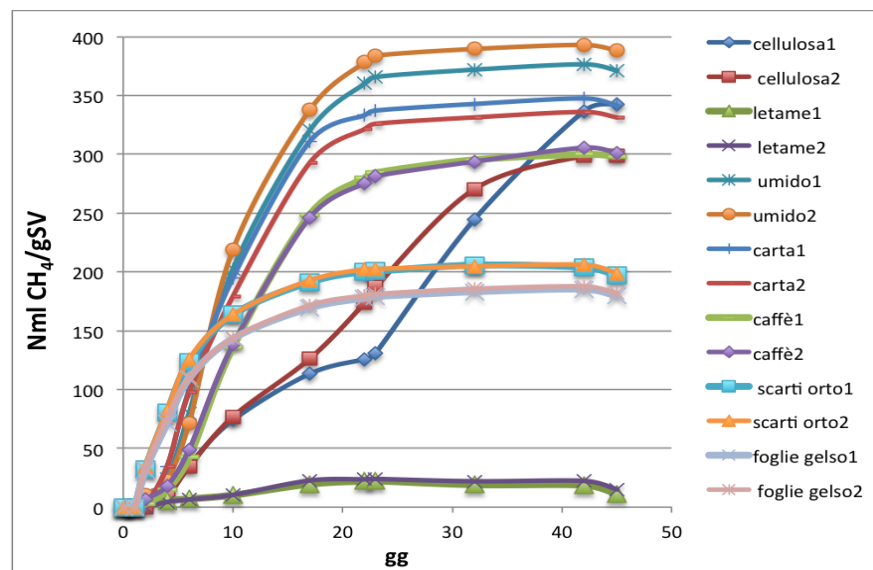


GRUPPO RICICLA

Matrici organiche disponibili

Matrice organica	Solidi totali % sul tal quale (peso/peso)	Solidi volatili % sui ST (peso/peso)
Letame maturo	22.02	66.31
Frazione organica rifiuti solidi urbani (FORSU)	46.96	92.48
Fondi caffè	55.40	98.09
Foglie di gelso	40,61	74.17
Scarti verdi dell'orto	17.15	70.15
Fazzoletti	69.14	94.17
Scarti macellazione	50.00	95.00

**Test di laboratorio
ottimizzato a 37°C**



1. Fase di avviamento dell'impianto: scelta dei materiali organici di alimentazione

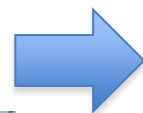
- Il prototipo è stato inizialmente alimentato con letame bovino maturo
- La scelta di tale materiale è giustificata dal fatto di rappresentare un buon inoculo per il processo biologico, essendo ricco delle microflora adatta ad avviare il processo.

2. Verifica del processo nel periodo invernale

- Alimentazione continua ricorrendo principalmente a letame per mantenere Carico organico volumetrico (OLR, Organic Loading Rate) pari a

$$\text{OLR} = 0,9 \text{ kg S.V. /m}_3 \text{ /d}$$

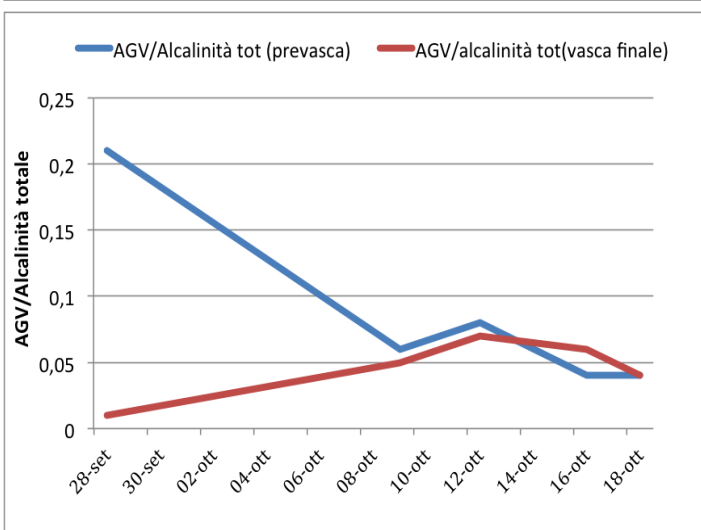
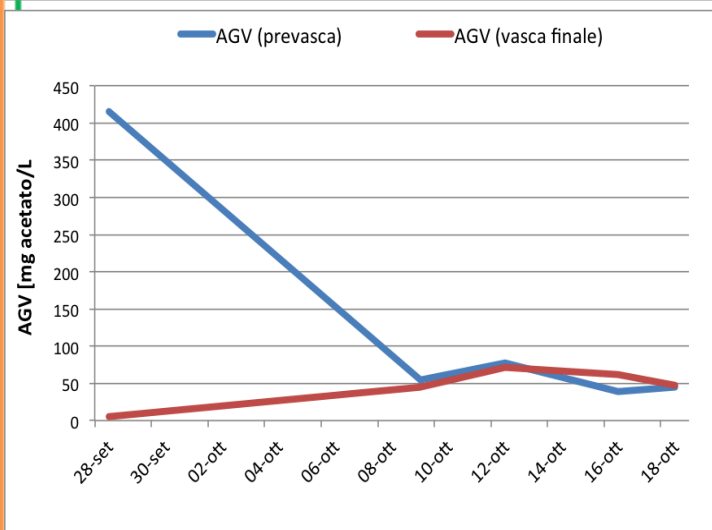
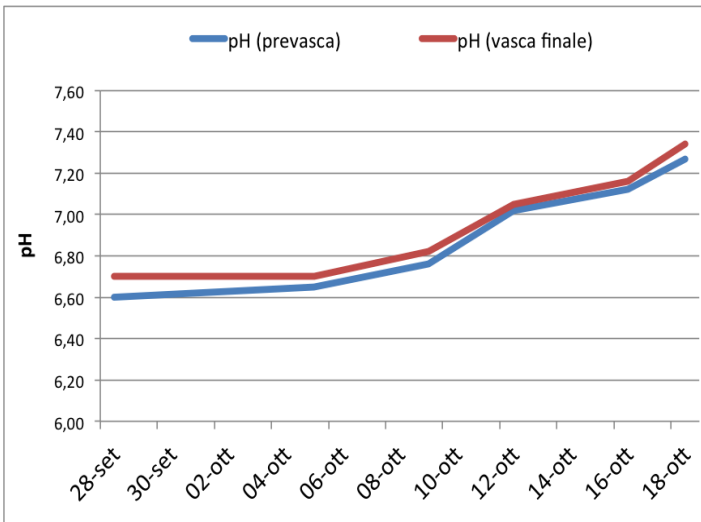
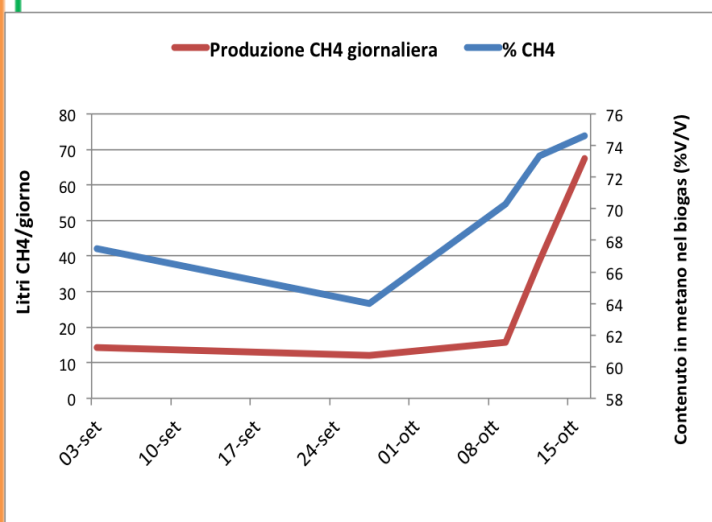
- Basso se confrontato a OLR di digestori ottimizzati



3-6 kg S.V. /m₃/d

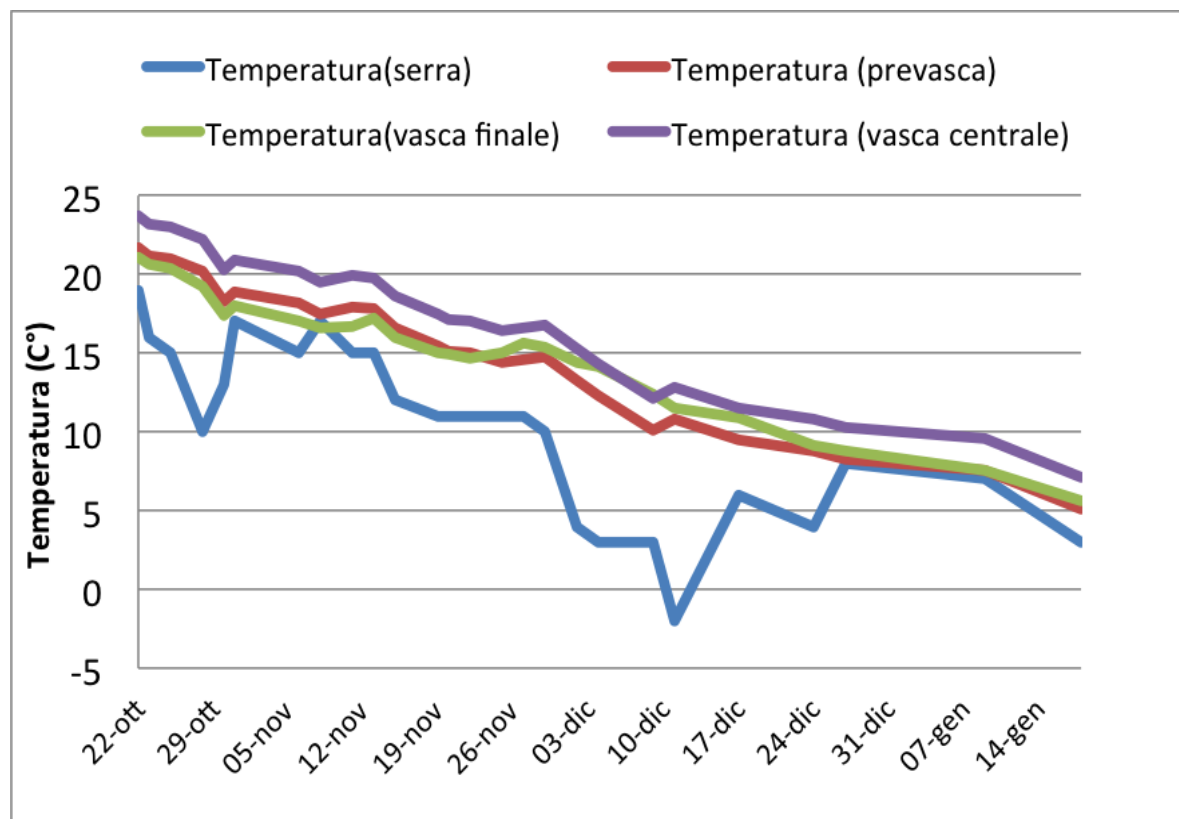


Comportamento del prototipo nelle prime settimane di avvio del processo (settembre-ottobre)



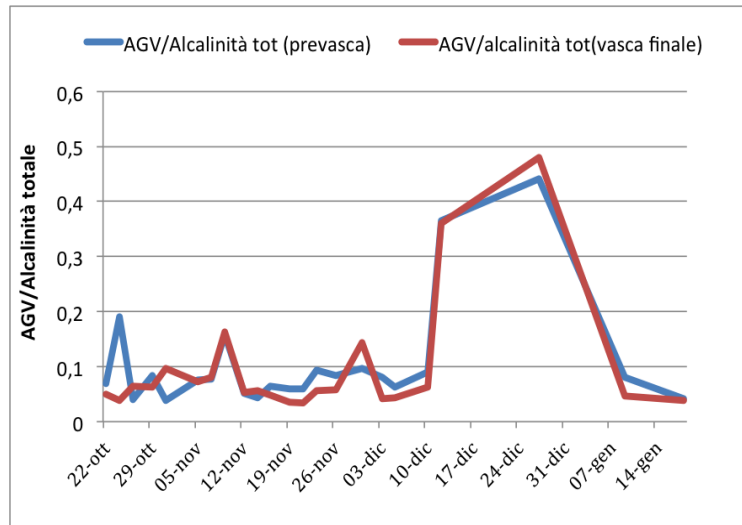
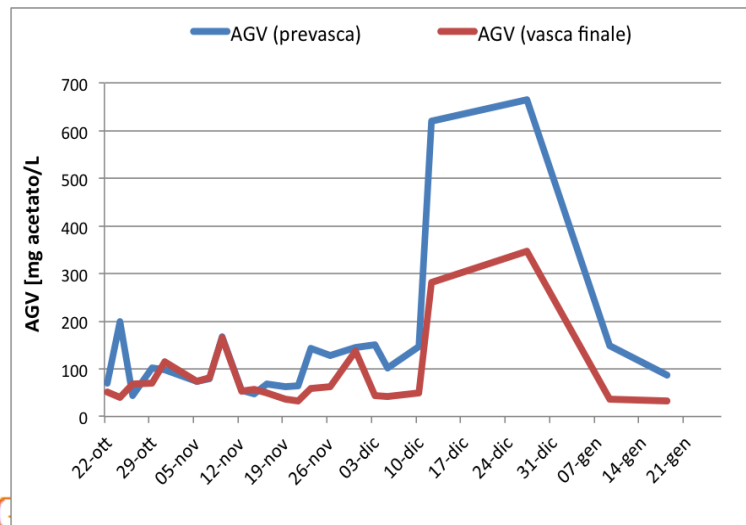
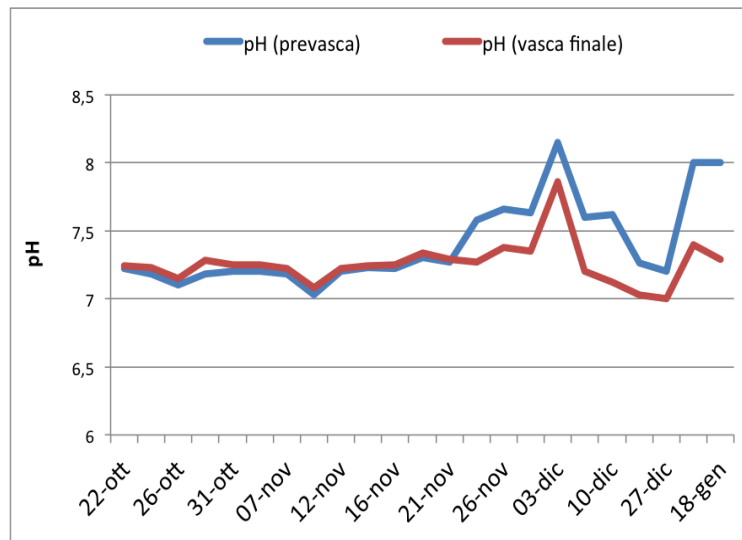
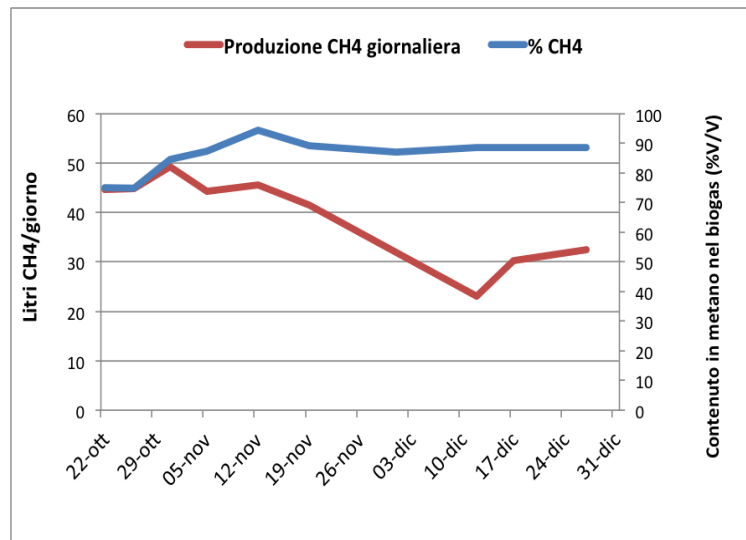
- temperature : 20-25° C
- produzione di metano giornaliera crescente
- percentuale di metano in biogas crescente
- pH > 6.2
- tenore di acidi grassi volatili in riduzione
- acidi grassi volatili/ alcalinità totale < 0.3

Comportamento del prototipo in inverno (fine ottobre-gennaio)



- Il prototipo mantiene la temperatura interna maggiore di quella esterna grazie a coibentazione e acqua calda ma nel lungo periodo vi è un calo progressivo delle temperature interne

Comportamento del prototipo in inverno (fine ottobre-gennaio)



Resa e produttività volumetrica del prototipo

	Resa	Produttività
Biogas	19.2 NL /kg S.V.	17.4 NL/m ³ dig.* d
Metano	16.5 NL CH ₄ / kg S.V.	15 NL/m ³ dig.* d

	Biogas NL /kg SV	Metano NL CH ₄ / kg SV
Test Potenziale	38.5	25.0
Rendimento	50%	66%

Potenzialità
produttiva
volumetrica in
reattori
ottimizzati:

150-500 NLCH₄/m³dig.*d

Caratterizzazione dei digestati solidi

	Vasca 1	Vasca 2	Vasca 3	Vasca 4	Vasca 5	Vasca 6
ST (g/kg)	86	85	86	107	75	85
SV (g/kg)	697	734	722	720	756	765
TOC (g/kg SS)	387	408	401	400	420	425
N-tot (g/kg SS)	37.8 <i>±0.248</i>	39.8 <i>±0.133</i>	54.1 <i>±0.285</i>	37.7 <i>±0.199</i>	50.4 <i>±0.261</i>	46.1 <i>±0.324</i>
N-NH₄⁺ (g/kg SS)	11.7 <i>±0.250</i>	9.7 <i>±0.187</i>	14.8 <i>±0.320</i>	9.6 <i>±0.241</i>	11.7 <i>±0.421</i>	9.7 <i>±0.254</i>
Rapporto C:N	10.2	10.2	7.4	10.6	8.3	9.2
P (g/kg SS)	6.03 <i>±0.021</i>	5.45 <i>±0.131</i>	3.27 <i>±0.150</i>	6.07 <i>±0.325</i>	4.95 <i>±0.057</i>	6.11 <i>±0.065</i>
K (g/kg SS)	9.68 <i>±0.197</i>	9.61 <i>±0.142</i>	9.30 <i>±0.241</i>	11.66 <i>±0.393</i>	10.25 <i>±0.144</i>	11.82 <i>±0.213</i>
Titolo N:P:K	3.2 : 1.2 : 1	3.4 : 1 : 1	7.2 : 1 : 1.6	2.7 : 1 : 1	4.5 : 1 : 1	3.4 : 1 : 1

- I digestati solidi presentano buone capacità ammendanti, con un contenuto medio di carbonio organico (C-org) del 40%, ed un rapporto medio carbonio/azoto (C:N) di 10.

Caratterizzazione dei digestati liquidi

	Vasca 1	Vasca 2	Vasca 3	Vasca 4	Vasca 5	Vasca 6	Vasca Principale
TOC (g/kg SS)	15.72	8.71	8.50	13	9.75	9.56	10.77
N-tot (g/kg SS)	2.22 <i>± 12.73</i>	1.99 <i>± 14.78</i>	3.11 <i>± 8.65</i>	2.19 <i>± 10.78</i>	1.80 <i>± 12.80</i>	1.90 <i>± 9.35</i>	2.09 <i>± 5.74</i>
N-NH₄⁺ (g/kg SS)	1.685 <i>± 10.40</i>	1.551 <i>± 15.95</i>	2.670 <i>± 16.30</i>	1.602 <i>± 10.65</i>	1.275 <i>± 10.83</i>	1.290 <i>± 13.78</i>	1.588 <i>± 6.50</i>
Rapporto N-NH₄⁺/N tot (%)	75.6	77.8	85.8	73.0	70.5	68.0	76.0
Rapporto C:N	7.1	4.4	2.7	5.9	5.4	5	5.1
P (g/kg SS)	0.347 <i>± 10.78</i>	0.531 <i>± 14.33</i>	0.264 <i>± 5.64</i>	0.361 <i>± 6.59</i>	0.267 <i>± 1.88</i>	0.300 <i>± 7.5</i>	0.323 <i>± 8.29</i>
K (g/kg SS)	1.808 <i>± 1.58</i>	2.272 <i>± 46.28</i>	1.886 <i>± 23.60</i>	1.655 <i>± 2.41</i>	1.458 <i>± 34.15</i>	1.216 <i>± 18.27</i>	1.609 <i>± 48.5</i>
Titolo N:P:K	2.8: 1: 2.7	1.6: 1: 2.2	5: 1: 3.8	2.7: 1: 2.4	3: 1: 2	2.8: 1: 2	2.8: 1: 2.6

- I digestati liquidi presentano buone capacità fertilizzanti, con un contenuto di azoto in forma ammoniacale e quindi prontamente disponibile per le piante, del 75%.

Abbattimento della carica patogena

- Analisi su tre particolari ceppi patogeni.
 - Escherichia coli;
 - Streptococchi;
 - Salmonelle;
- Verifica effettuata su campioni di acque fecali domestiche e su campioni di digestato prelevato dopo 20 giorni di processo.

	Acque fecali domestiche	Digestato
Escherichia coli (UFC/ml)	$5 \cdot 10^3$	assente
Streptococchi (UFC/ml)	$7.5 \cdot 10^3$	7
Salmonelle (UFC/ml)	assente	assente

- Escherichia coli: abbattimento del **100%**.
- Streptococchi: abbattimento del **99.9%**.
- Salmonelle: assenti sia nei campioni di acque fecali che nel digestato.

Salmonella typhimurium, E. coli, Staphylococcus aureus, Streptococcus faecalis, e Clostridium perfringens vengono inattivati completamente nel giro di 24h in un processo di anaerobiosi termofila (55° C) oppure in alcune settimane in un processo mesofilo (37° C) di digestione anaerobica (Plym- Forshell, 1995; Olsen et al., 1985).

Prossimi obiettivi

- **Miscelazione manuale**
- **Aumentare tempo ritenzione liquido**
- **Floating drum**
- **Separazione in camere**
- **Tecniche purificazione biogas low cost**
- **Sperimentare le utenze a biogas: fornelli da cucina e lampade a gas**
- **Applicazione agronomica frazioni liquide e solide per conoscerne proprietà fertilizzanti e ammendanti e loro uso in agricoltura orticoltura etc.**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

GRUPPO RICICLA