

**FIERA AGRICOLA**VERONA, ITALIA  
29 GENNAIO - 1 FEBBRAIO 2020**Rassegna nazionale avicoltura**

LIX Congresso Nazionale SIPA

L'Avicoltura: una zootecnia virtuosa?  
Sostenibilità della filiera avicola

Verona, 30 Gennaio 2020

**GOi GasFreeHens**  
Gruppi Operativi per l'Innovazione**VALORIZZAZIONE ENERGETICA  
DEGLI EFFLUENTI AVICOLI**

Sergio Piccinini, Mirco Garuti



Parametro	Unità di misura	Corsia di abbeverata	Corsia di alimentazione	Corsia di smistamento	Media
pH	[-]	7,7 ± 1,0	7,8 ± 0,6	8,0 ± 0,7	7,9 ± 0,5
Sostanza secca (ST)	[g/kg tq]	574 ± 160	772 ± 76	649 ± 114	659 ± 89
Sostanza organica (SV)	[g/kg tq]	459 ± 125	632 ± 73	509 ± 93	546 ± 78
Azoto totale (NTK)	[mg/kg tq]	33.406 ± 8.266	45.184 ± 4.440	36.228 ± 6.366	37.394 ± 4.973
	[%ST]	5,9 ± 0,8	6,0 ± 0,7	5,9 ± 1,0	5,7 ± 0,6
Azoto ammoniacale (N-NH <sub>4</sub> )	[mg/kg tq]	5.798 ± 2.635	4.277 ± 1.626	5.392 ± 1.745	5.000 ± 1.235
	[%NTK]	19,8 ± 12,8	9,6 ± 3,9	15,5 ± 6,5	14,5 ± 5,2
Azoto organico (N <sub>org</sub> )	[mg/kg tq]	27.607 ± 10.195	40.907 ± 4.978	30.836 ± 6.944	32.553 ± 5.744
	[%NTK]	80,1 ± 12,8	90,3 ± 3,9	84,4 ± 6,5	85,5 ± 5,1
Densità lettiera nel ricovero	[kg/m <sup>2</sup> ]	648 ± 167	561 ± 98	575 ± 144	593 ± 99

**Effluenti avicoli:  
pollo da carne**  
(dati CRPA)

Produzione sostanza secca: 5,5 kg ST/posto/anno (17% ceneri – 83% SV)

Parametro	Unità misura	Nastro non ventilato		Tunnel essiccazione	
		media	dev. Std.	media	dev. Std.
pH	[-]	<b>7,1</b>	0,2	<b>7,7</b>	0,7
ST	[g/kg tq]	<b>347,0</b>	73,8	<b>730,4</b>	151,2
	[%tq]	<b>34,7</b>	7,4	<b>73,0</b>	15,12
SV	[g/kg tq]	<b>242,8</b>	48,5	<b>503,4</b>	103,5
	[%ST]	<b>70,1</b>	2,1	<b>69,0</b>	2,0
NTK	[mg/kg tq]	<b>22151</b>	4047	<b>36980</b>	6755
	[%ST]	<b>6,4</b>	0,4	<b>5,1</b>	0,4
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	[mg/kg tq]	<b>2946</b>	529	<b>2175</b>	997
	[%NTK]	<b>13,6</b>	3,2	<b>6,4</b>	4,0

## Effluenti avicoli: ovaiole (dati CRPA)

Produzione sostanza secca:  
10,5 kg ST/posto/anno  
(25-30% ceneri, 70-75% SV)

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## Effluenti avicoli: tacchini (dati CRPA)

Parametro	Unità misura	Lettiera tacchino
pH	[-]	<b>8,4±0,2</b>
ST	[g/kg tq]	<b>536±10</b>
	[%tq]	53,6±1
SV	[g/kg tq]	<b>434±9,8</b>
	[%ST]	81±1,2
NTK	[mg/kg tq]	<b>20598±1082</b>
	[%ST]	<b>3,8±0,2</b>
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	[mg/kg tq]	<b>5256±455</b>
	[%NTK]	25,6±2,5

Produzione sostanza secca: 15,5 kg ST/posto/anno (19% ceneri – 81% SV)

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## BMP- Potenziale metanigeno degli effluenti zootecnici (dati CRPA)

	n.	ST	SV	NTK*	BMP	CH <sub>4</sub>	Smeq
	-	[%]	[% ST]	[% ST]	[Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t SV]	[%]	[t/t SMst]
Pollina ovaiole	30	49,4 ± 20,2	69,1 ± 8,1	4,8 ± 1,1	267,9 ± 62,7	58,6 ± 3,9	0,78 ± 0,3
Lettiera avicola	22	57,3 ± 16,9	81,9 ± 4,9	4,9 ± 0,6	250,7 ± 45,6	60,5 ± 3,8	1,08 ± 0,4
Liquame bovino	81	8,8 ± 2,1	71,8 ± 18,0	4,4 ± 1,1	224,8 ± 33,7	58,8 ± 2,6	0,15 ± 0,1
Letame bovino	49	22,0 ± 6,8	81,1 ± 9,3	2,9 ± 0,6	200,5 ± 56,2	55,1 ± 3,6	0,32 ± 0,1
Liquame bovino - solido separato**	27	21,2 ± 2,5	89,3 ± 3,8	1,9 ± 0,3	167,3 ± 52,9	53,5 ± 3,1	0,29 ± 0,1
Liquame bufalino	3	11,6 ± 4,6	79,78 ± 1,9	N.R.	218,6 ± 13,9	56,2 ± 3,2	0,19 ± 0,1
Letame bufalino	2	19,9 ± 2,3	76,8 ± 0,2	3,0 ± 0,9	237,6 ± 19,4	53,7 ± 0,8	0,33 ± 0,01
Liquame suino	57	4,9 ± 2,6	70,6 ± 7,6	8,2 ± 3,0	274,5 ± 115,3	66,3 ± 7,0	0,09 ± 0,1
Liquame suino - solido separato	13	31,9 ± 5,3	84,0 ± 5,1	2,7 ± 1,1	208,0 ± 40,2	56,1 ± 3,1	0,51 ± 0,1
Lettiera suina	24	24,5 ± 5,1	85,1 ± 1,7	3,3 ± 0,5	259,4 ± 30,9	54,6 ± 1,9	0,48 ± 0,1
Letame cunicolo	3	24,3 ± 2,6	80,9 ± 2,5	3,4 ± 0,7	144,5 ± 20,8	62,9 ± 2,0	0,26 ± 0,07
Letame equino	7	34,5 ± 12,4	86,3 ± 2,5	1,4 ± 0,5	146,4 ± 66,6	54,2 ± 3,0	0,42 ± 0,3



\*\* comprende campioni provenienti da allevamenti che utilizzano paglia e segatura come lettiera

Solidi totali (ST), solidi volatili (SV), azoto totale Kjeldahl (NTK), %CH<sub>4</sub> nel biogas, Silomais eq (Smeq): media e deviazione standard. n.= numero di campioni



## La pollina come combustibile

Combustibile	Potere calorifico (kcal/kg)	Potere calorifico (MJ/kg)
Carbone, Antracite	8.300	35,0
Carbone, Bitume	3.800-8.300	16,0 – 35,0
Carbone di legno di buona qualità	7.340	30,7
Legno	4.420-5.260	18,5 – 22,0
Letame essiccato	4.420	18,5
<b>Pollina</b>	<b>3.490-3.820</b>	<b>14,6-16,0</b>



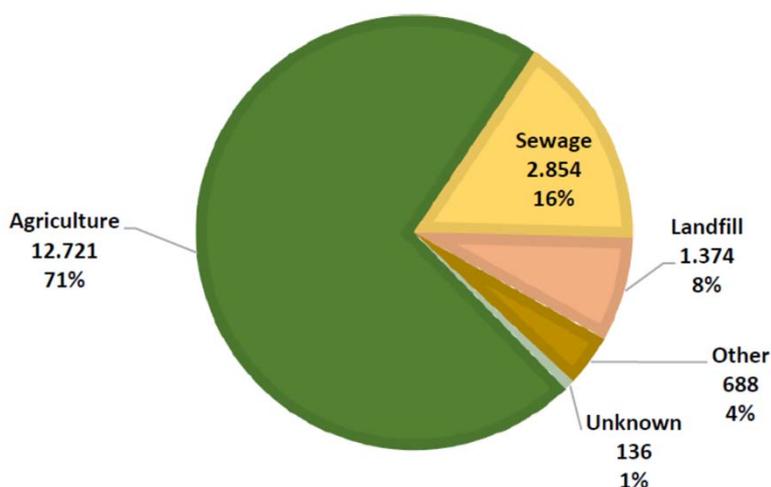
## Stima effluenti zootecnici prodotti in Italia (CIB, 2016)

	Deiezioni totali	Da Bovini e bufalini	Da Suini	Da Avicoli
	(t)	(t)	(t)	(t)
<b>ITALIA</b>	<b>128.654.188</b>	<b>93.540.425</b>	<b>31.479.759</b>	<b>3.634.005</b>
<b>NORD</b>	<b>92.364.152</b>	<b>62.720.998</b>	<b>26.606.764</b>	<b>3.036.390</b>
<b>CENTRO</b>	<b>10.800.864</b>	<b>8.227.152</b>	<b>2.343.864</b>	<b>229.848</b>
<b>SUD</b>	<b>25.489.172</b>	<b>22.592.275</b>	<b>2.529.131</b>	<b>367.766</b>

## Filiera Biogas/Biometano: il contesto europeo

- Gli obiettivi dell'Unione Europea rispetto alle fonti rinnovabili (RED II) sono ambiziosi sia per quanto riguarda gli usi energetici che per l'uso nei trasporti. In particolare per il comparto del trasporto, al 2030 dovrà essere prodotto da fonti rinnovabili il **14%** della quota di carburanti utilizzati (il **3,5%** come biocarburanti avanzati). Il biometano riduce le emissioni complessive di gas serra rispetto a quelle dei carburanti fossili e può, quindi, contribuire in modo significativo al raggiungimento degli obiettivi europei.
- La filiera biogas/biometano è fortemente rappresentata in Europa con **17.783 impianti di biogas**, per **10.532 MWel** installati, e **540 impianti di biometano**, per una produzione annua di circa **1,9 miliardi di m<sup>3</sup> di biometano** (European Biogas Association, 2018).

Figure 5 Distribution of Biogas Plants by feedstock in Europe\* in 2017 (number of plants)



## Biogas in Europa

\*EU28 + Switzerland + Norway + Serbia (European Biogas Association, 2018).

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## La filiera Biogas/Biometano: il contesto italiano

- Nel settore biogas, l'Italia si colloca al quarto posto al mondo dopo Germania, Cina e Stati Uniti, con circa 2.140 impianti operativi, di cui circa 1.650 nel settore agricolo e 490 nel settore rifiuti e fanghi di depurazione, per un totale di circa 1.450 MWel installati, di cui quasi 1000 nel settore agricolo (fonti GSE e TERNA). Per il settore del Biometano, però, l'Italia è solo all'inizio, infatti è del 2 marzo 2018 il Decreto Ministeriale che rappresenta il passaggio fondamentale per lo sviluppo della filiera del biometano nel nostro paese.
- Il potenziale di sviluppo della filiera biogas/biometano nel breve/medio termine è consistente: stime del CIB-Consorzio Italiano Biogas identificano un potenziale produttivo al 2030 di 8-10 miliardi di m<sup>3</sup> di biometano, pari a circa il 11-13% del consumo attuale di gas naturale in Italia e superiore all'attuale produzione nazionale.
- L'Italia è leader in Europa per i veicoli a metano, con oltre 1 milione di mezzi e 1,1 miliardi di m<sup>3</sup> di metano utilizzati.

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



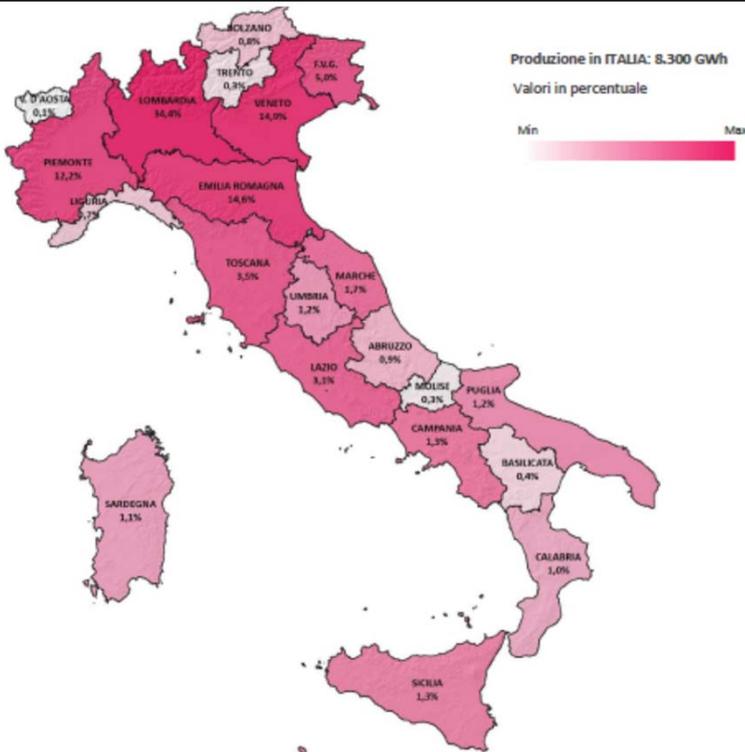
Fonte GSE: Rapporto Statistico 2018

	2015		2016		2017		2018	
	n°	MWe	n°	MWe	n°	MWe	n°	MWe
<b>TOTALE BIOGAS</b>	<b>1924</b>	<b>1405,9</b>	<b>1995</b>	<b>1423,5</b>	<b>2117</b>	<b>1443,9</b>	<b>2136</b>	<b>1448,0</b>
- Biogas da rifiuti urbani	380	399,0	389	401,3	410	411,2	403	405,4
- Biogas da fanghi depurazione	78	44,4	77	44,2	78	44,8	79	44,1
- <b>Biogas agricolo (*)</b>	<b>1466</b>	<b>962,5</b>	<b>1529</b>	<b>978</b>	<b>1629</b>	<b>987,9</b>	<b>1654</b>	<b>998,5</b>
<b>TOTALE BIOENERGIA</b>	<b>2647</b>	<b>4056,5</b>	<b>2735</b>	<b>4124,1</b>	<b>2913</b>	<b>4135,0</b>	<b>2924</b>	<b>4180,4</b>

# Biogas in Italia

(\*)Biogas da effluenti zootecnici, residui agricoli ed agroindustriali, colture energetiche

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



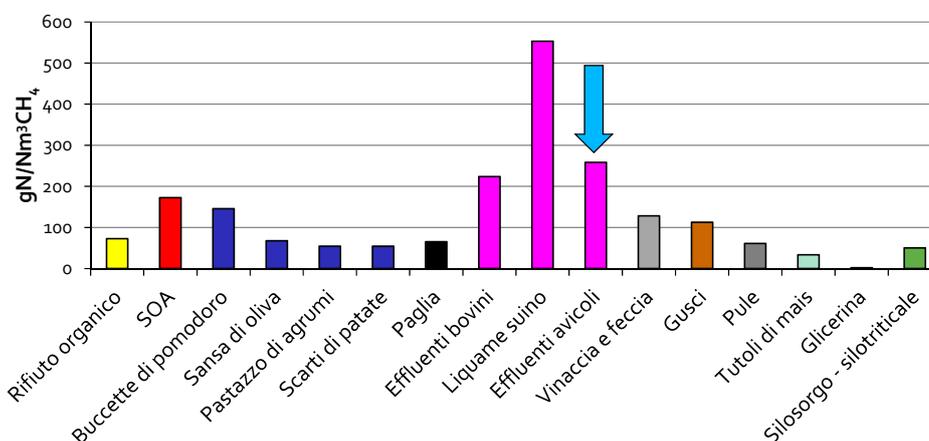
## Distribuzione regionale della produzione italiana biogas, 2018

(Dati GSE, dicembre 2019)



## Apporto di azoto dalle biomasse

La composizione chimica delle biomasse influenza il processo di DA e le caratteristiche del digestato



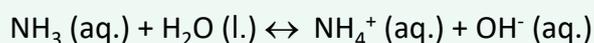
Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## Ammoniaca / ione ammonio

Si produce per deaminazione degli aminoacidi.

Esiste un equilibrio in ambiente acquoso tra le due forme chimiche che dipende dal pH, dalla temperatura di processo e dalla concentrazione di  $\text{NH}_4^+$ .



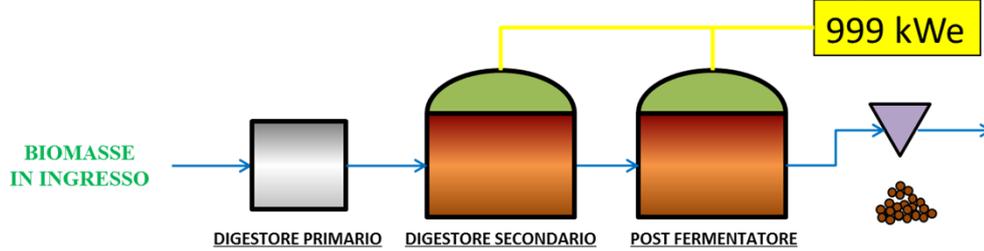
L'inibizione batterica è causata dalla concentrazione di ammoniaca libera ( $\text{NH}_3$ ) ma dal lato pratico si misura l'azoto ammoniacale nel digestato ( $\text{N-NH}_4^+$ ).

**Valori al di sotto di 3000 mg/kg di  $\text{N-NH}_4^+$  non sono inibenti per la digestione anaerobica in ambito agrozootecnico.**

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



Un esempio di impianto biogas agro-zootecnico che usa effluenti avicoli  
 Un esempio di adattamento dei microrganismi



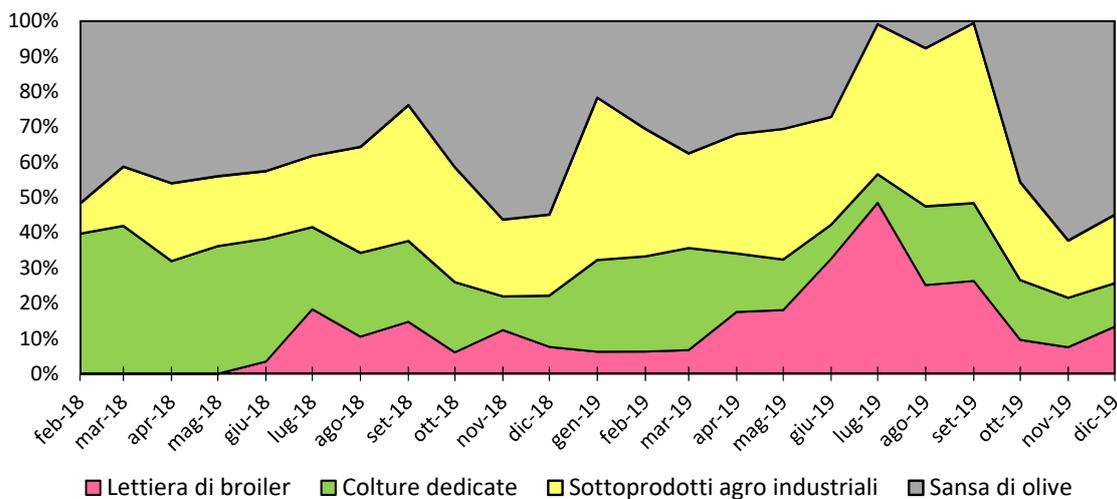
Esiste la possibilità di valorizzare energeticamente gli effluenti avicoli sfruttando l'adattamento dei microrganismi ad elevate concentrazione di ammonio

**COME GESTIRE GLI EFFLUENTI AVICOLI IN PER IL BIOGAS?**

- Caratterizzazione del contenuto di azoto delle biomasse in ingresso
- Registrazione dei dati di carico
- Monitoraggio costante del processo biologico
- Creare modelli predittivi

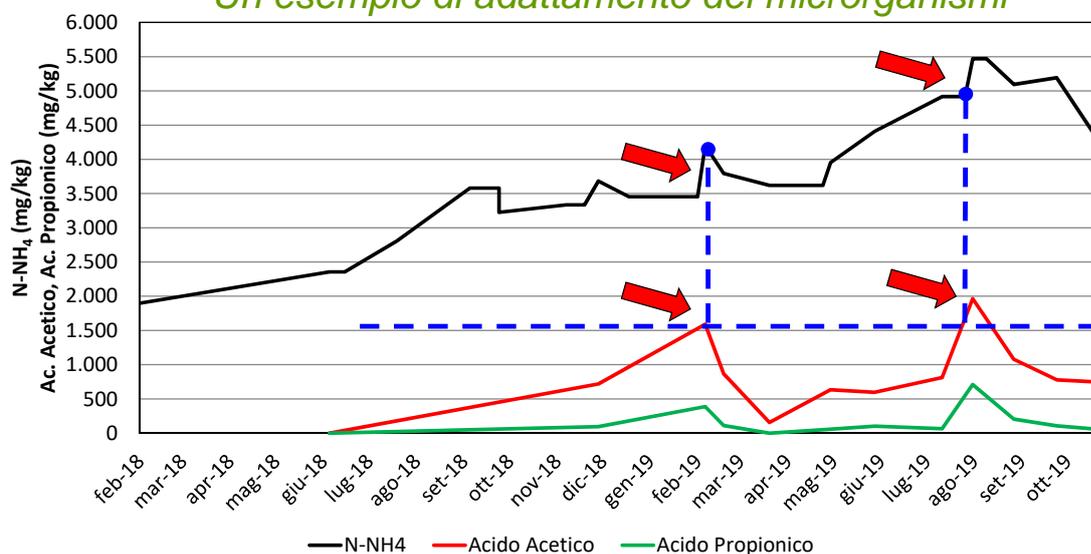
Un esempio di impianto biogas agro-zootecnico che usa effluenti avicoli  
 Un esempio di adattamento dei microrganismi

**Ripartizione della produzione di CH<sub>4</sub> in impianto**



## Un esempio di impianto biogas agro-zootecnico che usa effluenti avicoli

### Un esempio di adattamento dei microrganismi



Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## Un esempio di impianto biogas agro-zootecnico che usa effluenti avicoli

### Il problema dei sedimenti nei digestori

**IMPIANTO DI BIOGAS da 250 kWe** alimentato con le seguenti biomasse solide: silomais 38%, silotriticale 43%, sottoprodotti di cereali 2,5%, sansa di olive 5%, letame bovino 10%, pollina da ovaiole 1,5% (dati espressi p/p)



Dopo 5 anni di funzionamento si è reso necessario eliminare il sedimento presente nel digestore.

E' stato quantificato che circa il 10-15% in peso del sedimento del digestore sia dovuto a grit di dimensioni con diametro tra 1-2 mm proveniente da pollina da ovaiole.

#### COME CARATTERIZZARE IL SEDIMENTO?

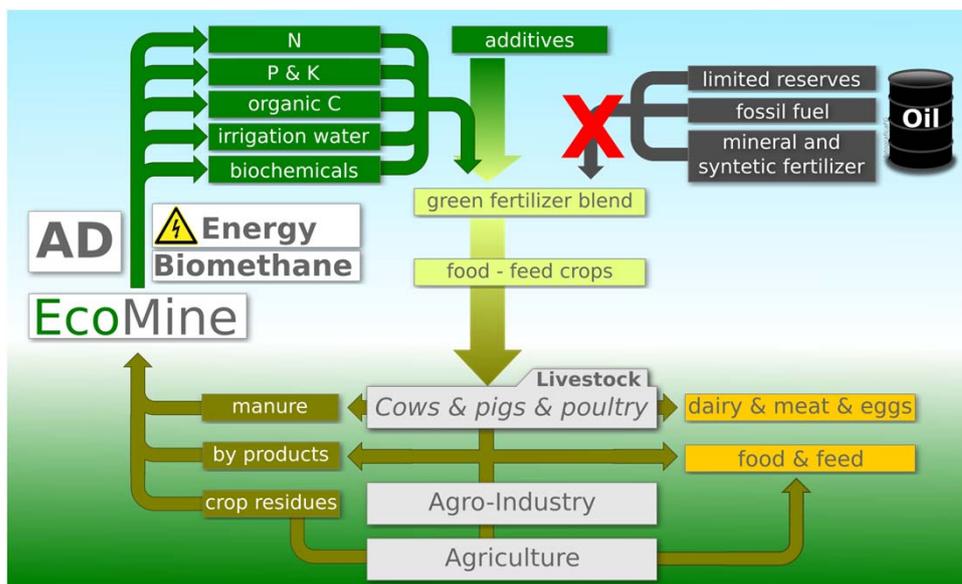
*Analisi granulometria + osservazione al microscopio*

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## Biogas e EcoMine

Nell'ottica di un modello di economia circolare gli scarti e sottoprodotti, diventano risorsa



Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## Impianto aziendale: DA+S/L+ Essiccamento +Strippaggio (in collaborazione con BTS)



Digestori



S/L+Essiccamento



Solido finale

Impianto biogas da 1MWe alimentato con liquame suino, effluenti avicoli, insilati di cereali.



Strippaggio



## Esempio impianto di co-digestione pollina in Slovenia

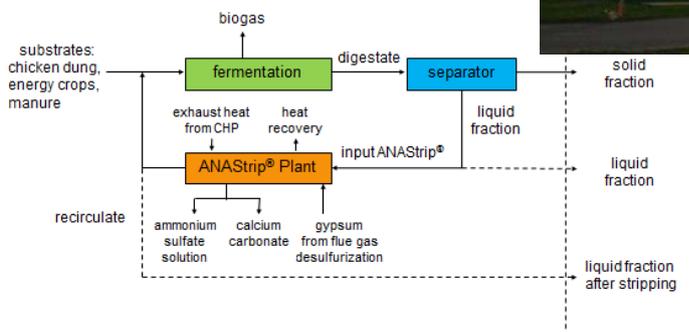


2 digestori orizzontali 2280 m<sup>3</sup> x 2  
 1 post digestore 4800 m<sup>3</sup>  
 1 CHP 1 MWe  
 Post trattamento digestato: strippaggio  
 per evaporazione sottovuoto  
 Alimentazione (50 t/d): Pollina (55%)+silomais + fango di  
 flottazione macello avicolo + acqua

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## Esempio impianto di co-digestione pollina (4 MWe + 500 m<sup>3</sup>/h biometano) in Germania (Ottersberg, Brema) con strippaggio ammoniacale (**ANAStrip®**, 2011)



## Essiccazione Digestato

Impianto essiccazione digestato



Digestore anaerobico



←  
Digestato

→  
Aria con  
ammoniaca

Scrubber

→  
Fertilizzante  
azotato  
liquido

→  
Frazione  
essicata

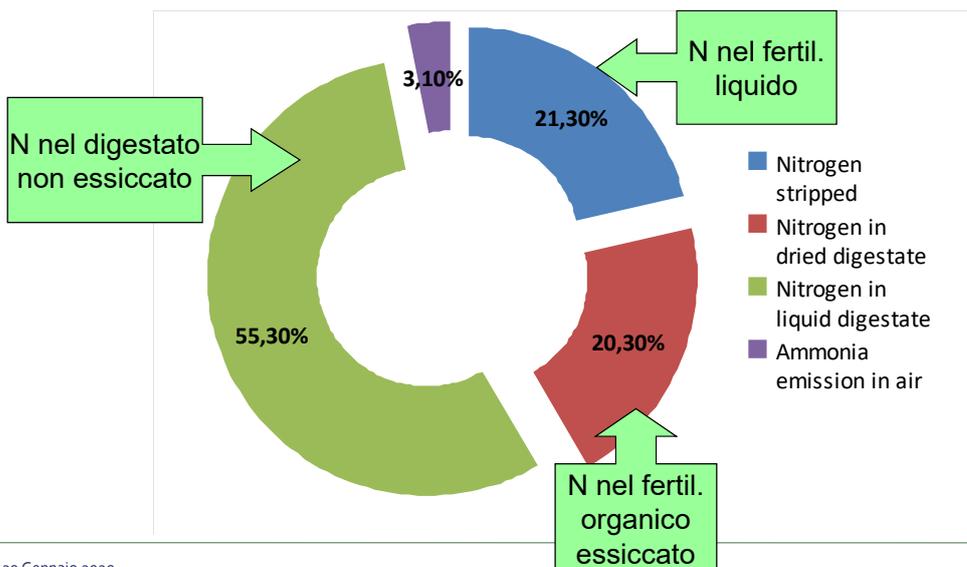


Fertilizzante  
organico

Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## Essiccazione Digestato: bilancio azoto imp. Biogas 1 MWe , Eff.zoot. (30%) + (70%) colture energetiche, 19000 t digestato/anno



Fiera Verona, 30 Gennaio 2020



## LETTIERA AVICOLA ESAUSTA = OTTIMA BASE ORGANICA PER LA PRODUZIONE DI FERTILIZZANTI ORGANICI

### 1. TRATTAMENTO COMBINATO CON ALTRI SCARTI ORGANICI SELEZIONATI

Aggiunta del 20-30% in miscele di scarti organici vari in **IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO** con **PRODUZIONE DI AMMENDANTI ORGANICI**.

Arricchimento in N e P del prodotto finito.

### 2. TRATTAMENTO IN "PUREZZA"

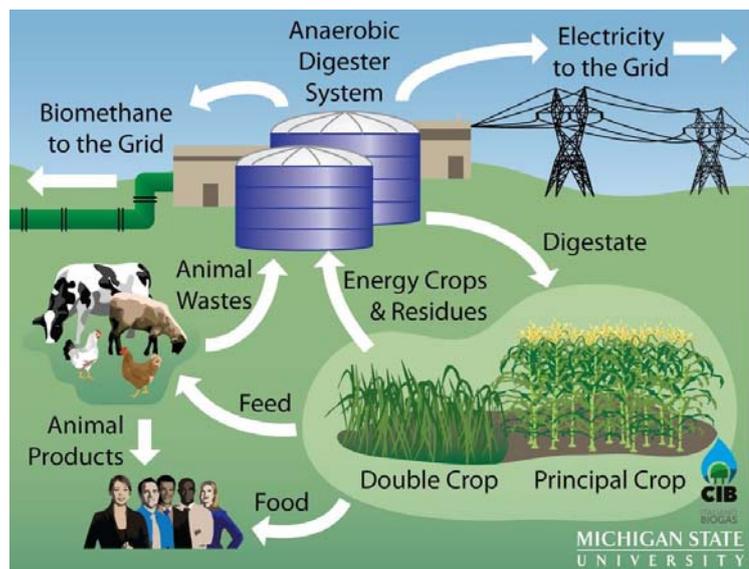
**TRATTAMENTO SEMPLIFICATO IN IMPIANTI DEDICATI** ("compostaggio statico ad aerazione passiva") con produzione di **CONCIMI ORGANICI NP**



BiogasDoneRight®

Le aziende agricole continuano a produrre cibo e mangime ma producono anche biomassa addizionale per produrre biogas.

Il modello promuove la qualità del suolo e il sequestro di carbonio.



## Tipologie di impianti termochimici

- impianti di combustione
- impianti di gassificazione
- impianti di pirolisi

I problemi di base sono i seguenti:

- effettiva disponibilità delle tecnologie e loro affidabilità
- utilizzo dell'energia (= sua valorizzazione)

## Tipologie di impianti termochimici: confronto rese energetiche

**Combustione**

EP=100



Vapore



Turbina + generatore



EE = 12/18



ET = 0-70

EP=100



SYNGAS



Motore + generatore



EE = 25/35

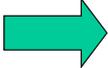


ET = 25-55

**Pirolisi  
Gassificazione**

## Tipologie di impianti termochimici

### Per Effluenti avicoli

Impianti di combustione  Tecnologia matura

Effettiva disponibilità

Costi di investimento significativi - effetto di scala

Impianti di gassificazione/pirolisi  tecnologia emergente

scala pilota/dimostrativa

sistemi non pienamente industrializzati

fornitori non in grado di assicurare prestazioni

## Combustione effluenti avicoli: il problema delle emissioni

Vanno rispettati dei precisi limiti che riguardano

- polveri
- ossidi di azoto
- altri composti

**NELLE CONDIZIONI CONTRATTUALI DEVE ESSERE  
INCLUSO IL RISPETTO DEI LIMITI DI EMISSIONE NELLE  
DIVERSE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO**

**ATTENZIONE ALLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEI PRODOTTI  
CONFERITI PER LA VALIDITA' DELLE GARANZIE**

## Combustione: numero minimo di animali

Per impianti da 6 MWt installati occorrono:

- circa 2.000.000 posti pollo carne
- circa 700.000 posti tacchino
- circa 1.000.000 posti ovaiole

### Prove co-combustione di lettiera avicole c/o impianto combustione biomasse Tampieri Energie (100 MW)

Sono state condotte due prove di 3 giorni ciascuna in due annualità in cui al tradizionale combustibile (Farina di vinacciolo, farina animale e vinaccia umida esausta) sono state sostituite diverse aliquote di lettiera avicola:

	1 <sup>a</sup> annualità		2 <sup>a</sup> annualità	
	In peso	In ST	In peso	In ST
1° giorno	5%	3%	14%	10%
2° giorno	10%	6%	18%	12%
3° giorno	15%	10%	23%	16%

## Prove co-combustione di lettiere avicole presso Tampieri Energie: Risultati

- le performances produttive dell'impianto sono risultate in linea con il periodo preso a riferimento;
- non sono state rilevate incrostazioni della camera di combustione;
- le emissioni in atmosfera sono state controllate dal sistema di abbattimento presente in impianto e sono risultate entro i limiti prescritti;
- valori di diossine, furani ed IPA sono risultati leggermente superiori agli standard aziendali, ma notevolmente inferiori ai limiti normativi.

## Conclusioni

- Attualmente la “valorizzazione energetica” degli effluenti avicoli è praticabile con la co-digestione anaerobica (in crescita) e/o la co-combustione assieme ad altre biomasse (non diffusa).
- Da perseguire la “valorizzazione di materia” con la produzione di fertilizzanti organici NP, sia tramite Compostaggio che Digestione Anaerobica + essiccamento /evaporazione/strippaggio.



## Industrial Research



Laboratories for Industrial Research

High Technology Network in Emilia-Romagna Region

### ENERGY&ENVIRONMENT DEPARTMENT

- Chemicals analysis of agriculture feedstocks/byproducts for their energy and environmental valorization.
- Biochemical Methane Potential test in bioreactors (batch and continuous fermentations).
- Evaluation of pretreatment technologies and post-digestion systems for nutrients recovery.



# FIERAGRICOLA

VERONA, ITALIA  
29 GENNAIO - 1 FEBBRAIO 2020



Rassegna nazionale avicoltura

LIX Congresso Nazionale SIPA

L'Avicoltura: una zootecnia virtuosa?  
Sostenibilità della filiera avicola

Verona, 30 Gennaio 2020

GOi GasFreeHens

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

UNIONE EUROPEA  
Fondo Sviluppo Regionale  
Regione Emilia-Romagna  
L'Europa investe nelle zone rurali

## Grazie per l'attenzione

[s.piccinini@crpa.it](mailto:s.piccinini@crpa.it)

[www.crpa.it](http://www.crpa.it)

