

## “Modello Metabolico”

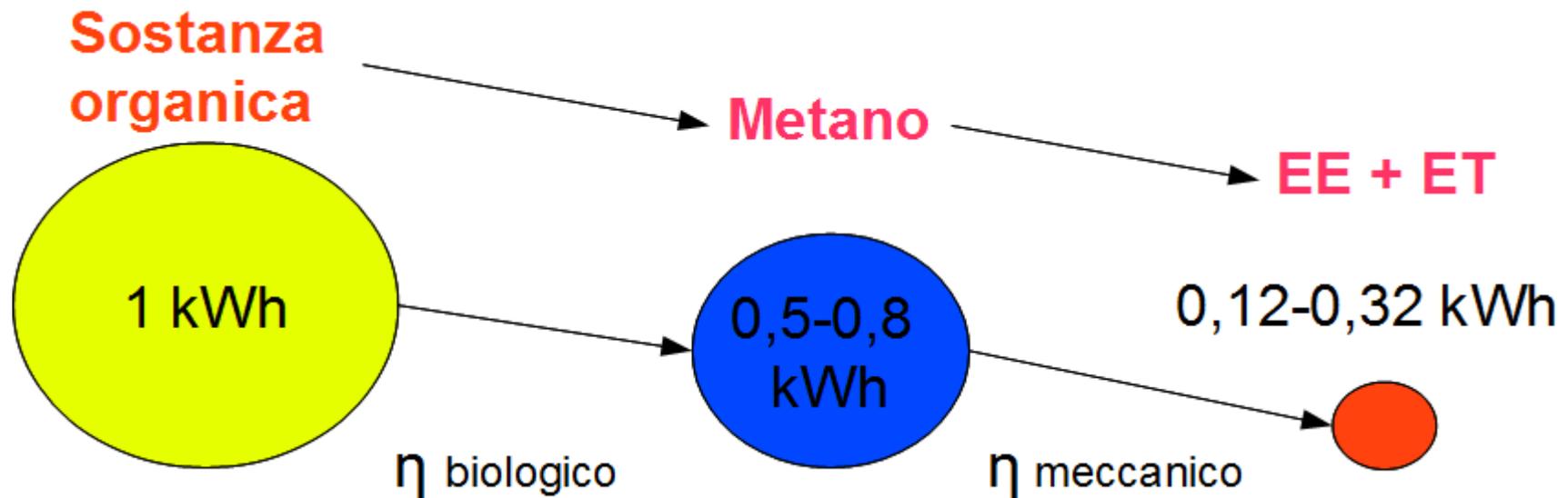
### Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

- MISURA 1 OPERAZIONI 1.1.01ID Domanda di sostegno: 5005261 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" – Focus Area 5E –

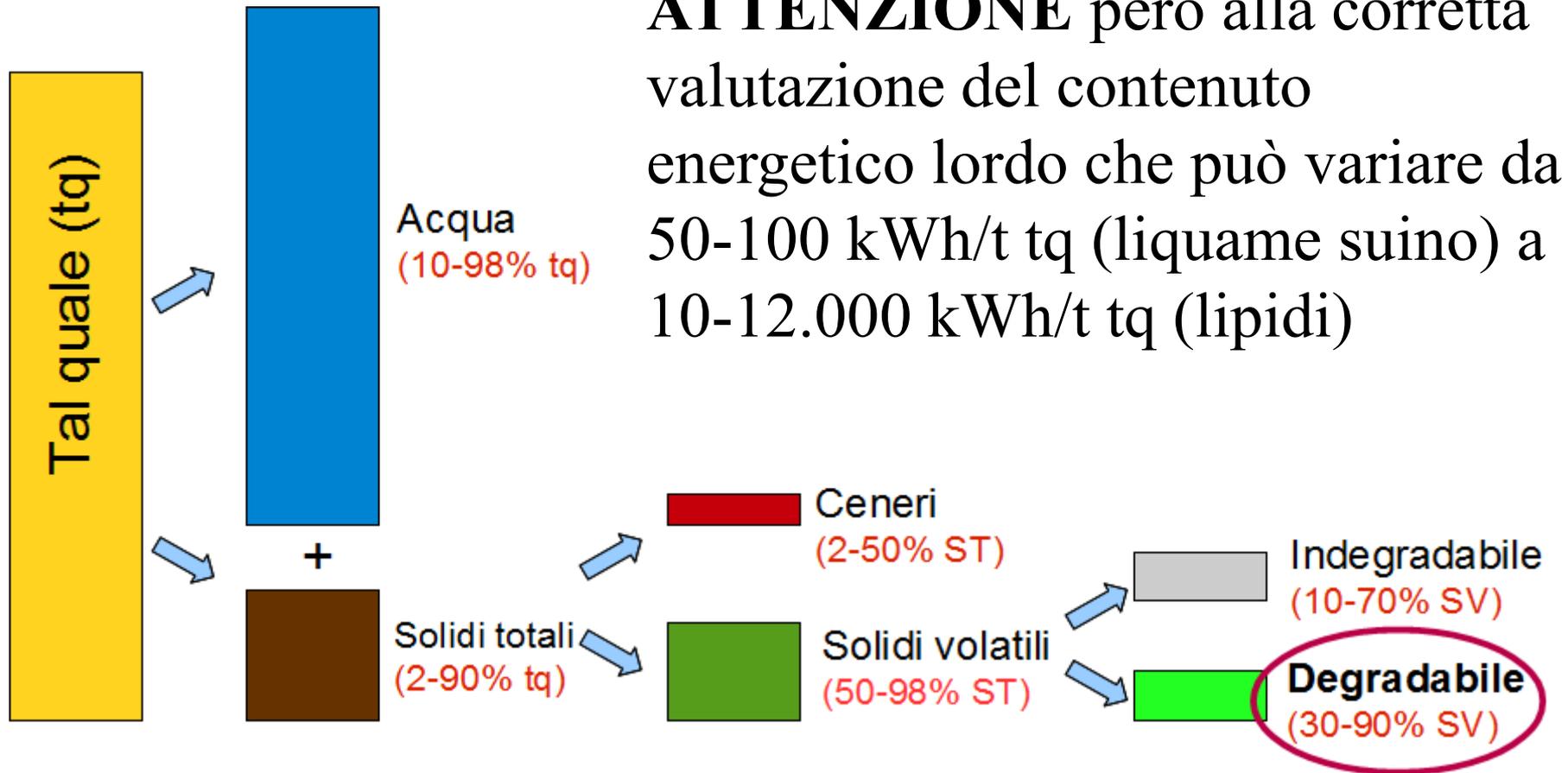
Claudio Fabbri CRPA SpA

# Conversione energetica in DA

In digestione anaerobica il contenuto energetico di una matrice organica viene prima convertito in un biocombustibile per mezzo di una flora batterica e poi in energia elettrica e termica



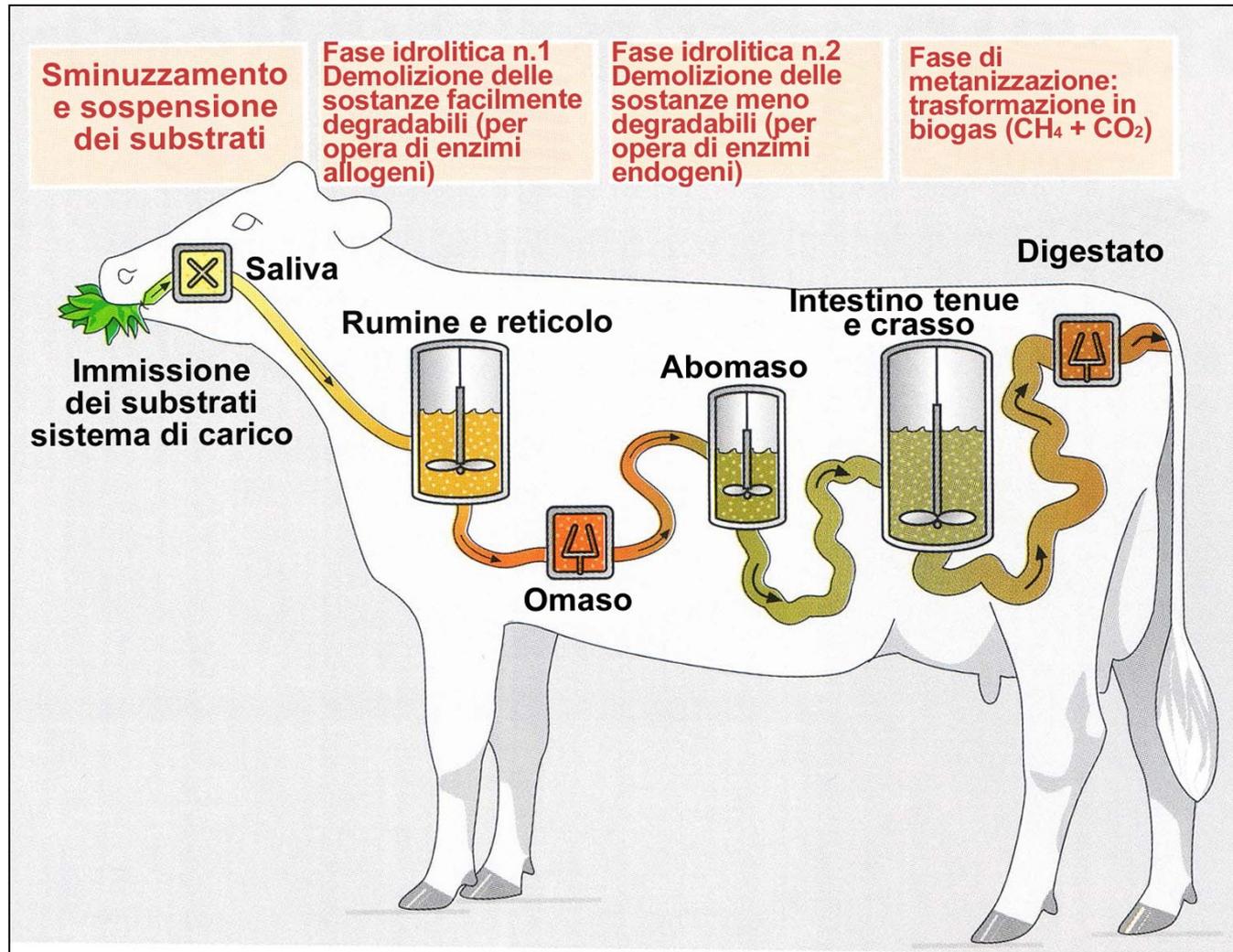
# Composizione delle matrici



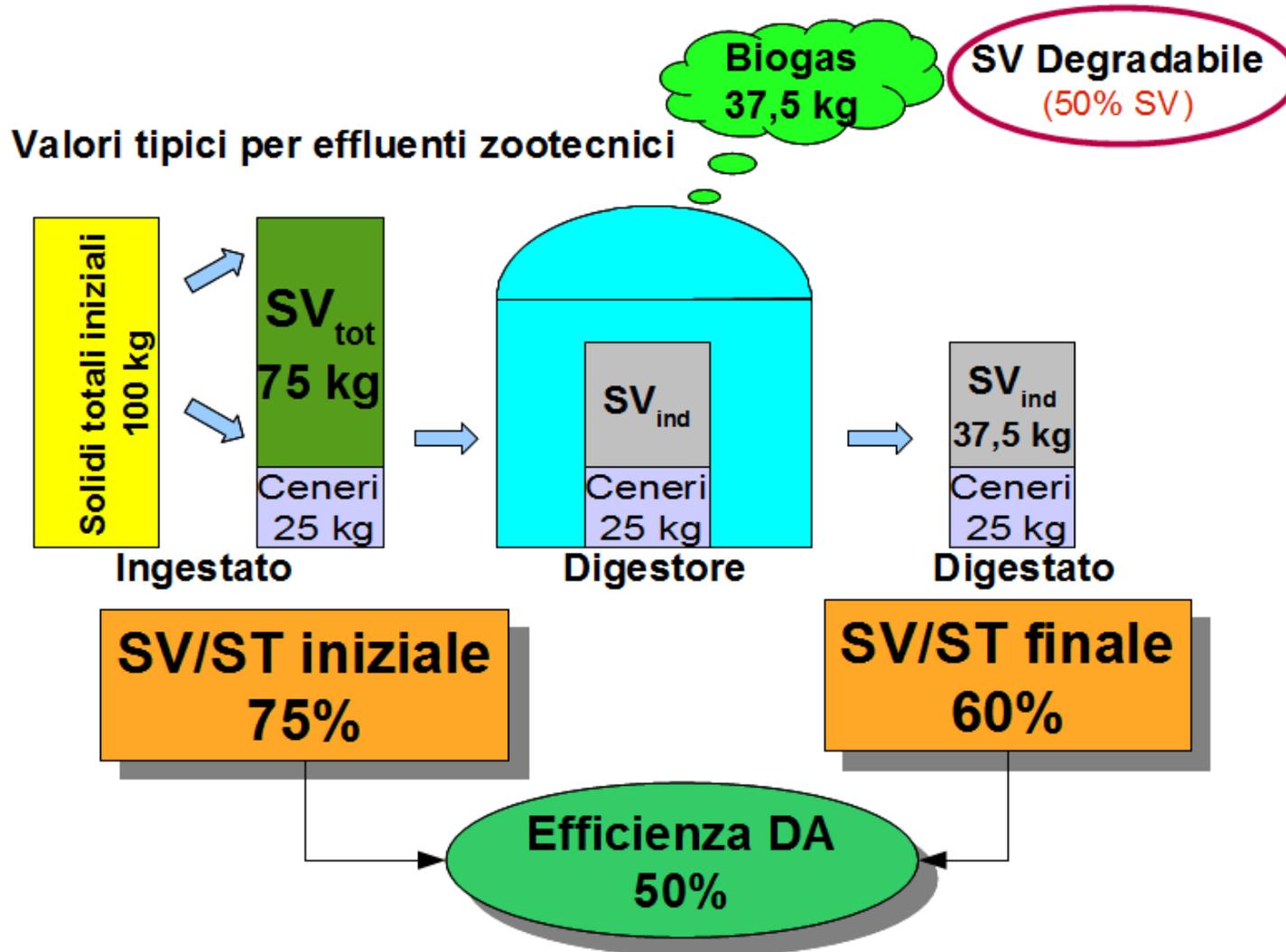
**ATTENZIONE** però alla corretta valutazione del contenuto energetico lordo che può variare da 50-100 kWh/t tq (liquame suino) a 10-12.000 kWh/t tq (lipidi)

# La digestione anaerobica e la digestione nel bovino

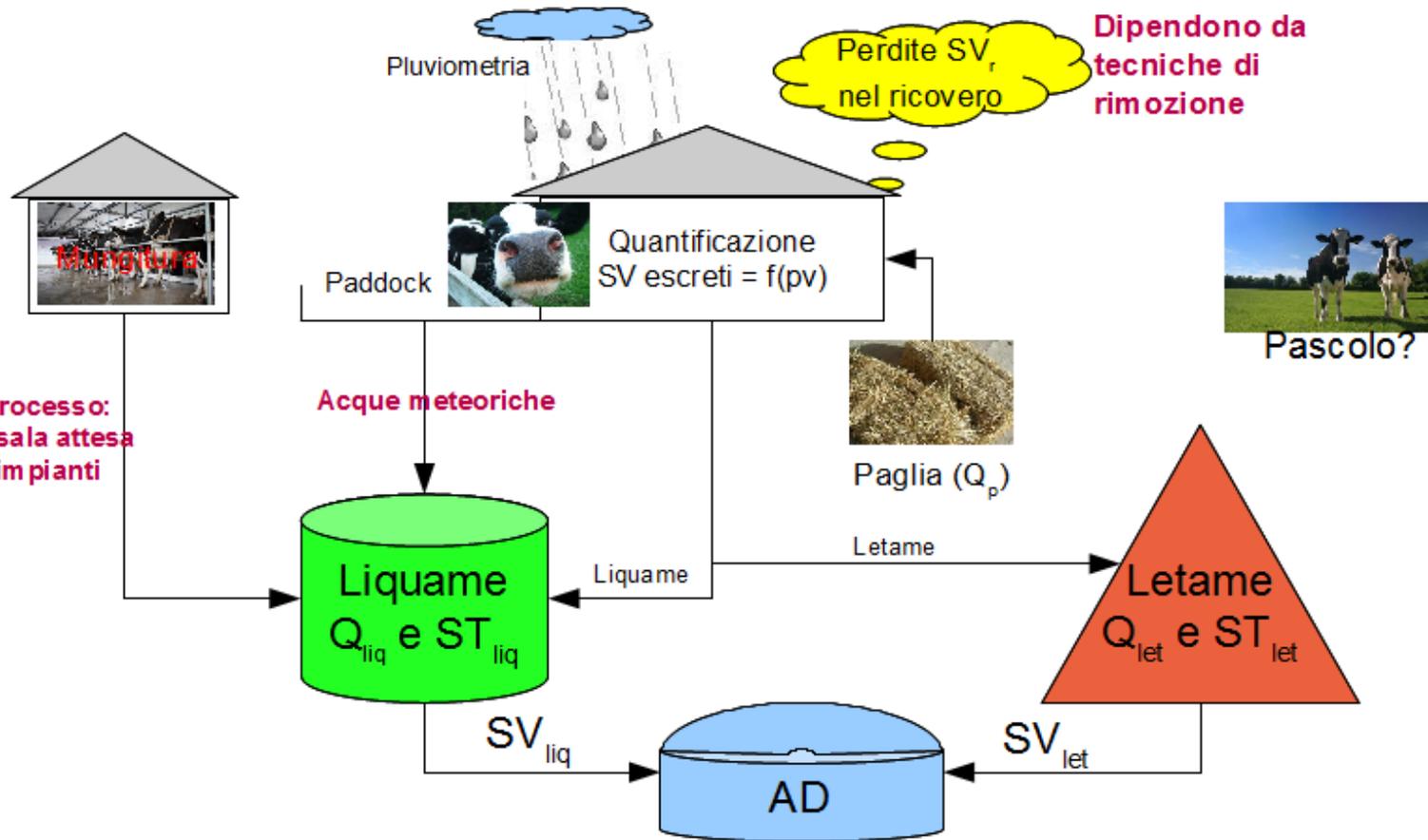
Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare



# Cosa succede ai SV in DA?



# Quantificazione SV negli allevamenti



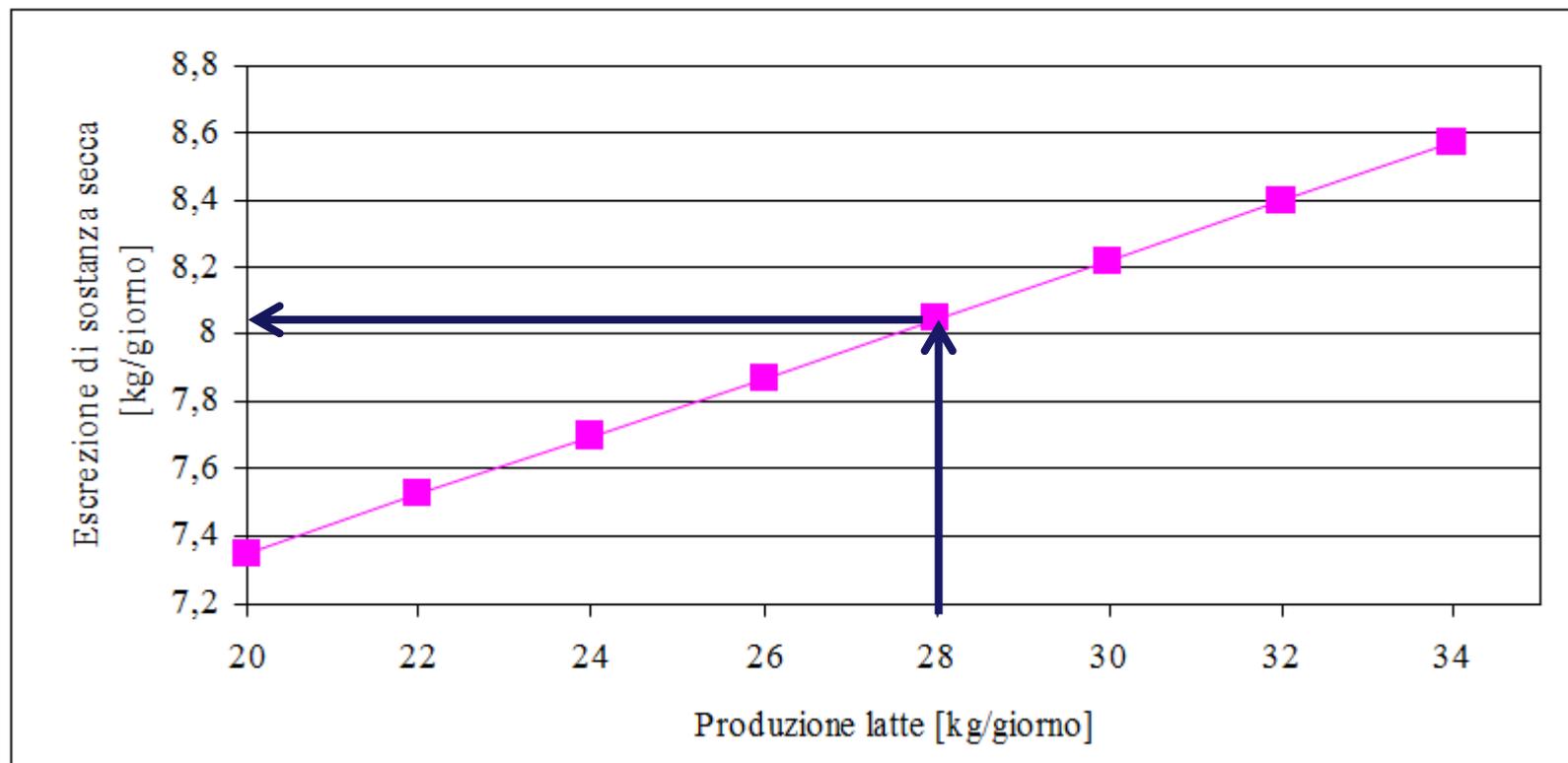
$$SV_{AD} = Q_{liq} * ST_{liq} * SV/ST_{liq} + Q_{let} * ST_{let} * SV/ST_{let} - SV_r$$

**La produzione di effluenti oltre che dipendere dalla specie zootecnica e dal numero di animali presenti, dipende da:**

- stadio di accrescimento**
- coefficiente di trasformazione dell'alimento**
- soluzione stabulativa**
- controllo idrico e raccolta acque meteoriche**

# Sostanza secca escretata: bovini da latte

Biogas da effluenti  
zootecnici una risorsa  
per l'economia circolare



Nell'allevamento bovino la sostanza secca escretata con le feci dalle bovine in lattazione dipende strettamente dalla produzione di latte

# Sostanza secca escreta: bovini da latte

## esempio di calcolo di una mandria da 100 capi produttivi

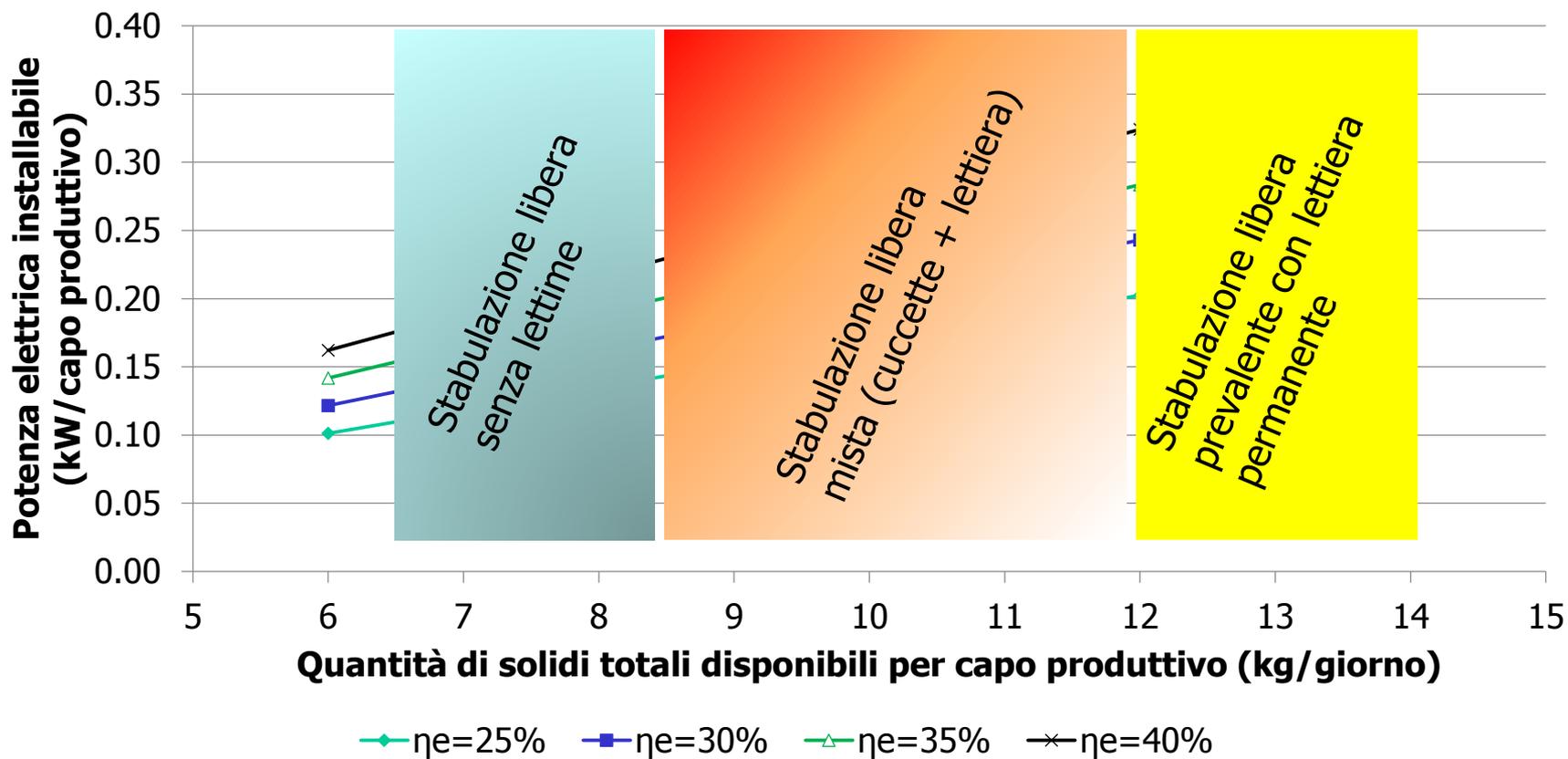
Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

| Categoria animale    | Capi | Sostanza secca escreta |            | Paglia       |            | Sostanza secca disponibile |
|----------------------|------|------------------------|------------|--------------|------------|----------------------------|
|                      |      | [kg/gg.capo]           | [kg/gg]    | [kg/gg.capo] | [kg/gg]    |                            |
| Vacche in lattazione | 85   | 8,0                    | 683        | 1,5          | 115        | 798                        |
| Vacche in asciutta   | 15   | 4,5                    | 68         | 1,5          | 20         | 88                         |
| Manze                | 15   | 1,9                    | 29         | 4,5          | 61         | 90                         |
| Manzette             | 21   | 1,8                    | 38         | 2,0          | 38         | 75                         |
| Vitelli              | 13   | 0,8                    | 11         | 1,5          | 18         | 28                         |
| <b>Totale</b>        |      |                        | <b>828</b> |              | <b>251</b> | <b>1079</b>                |

23%

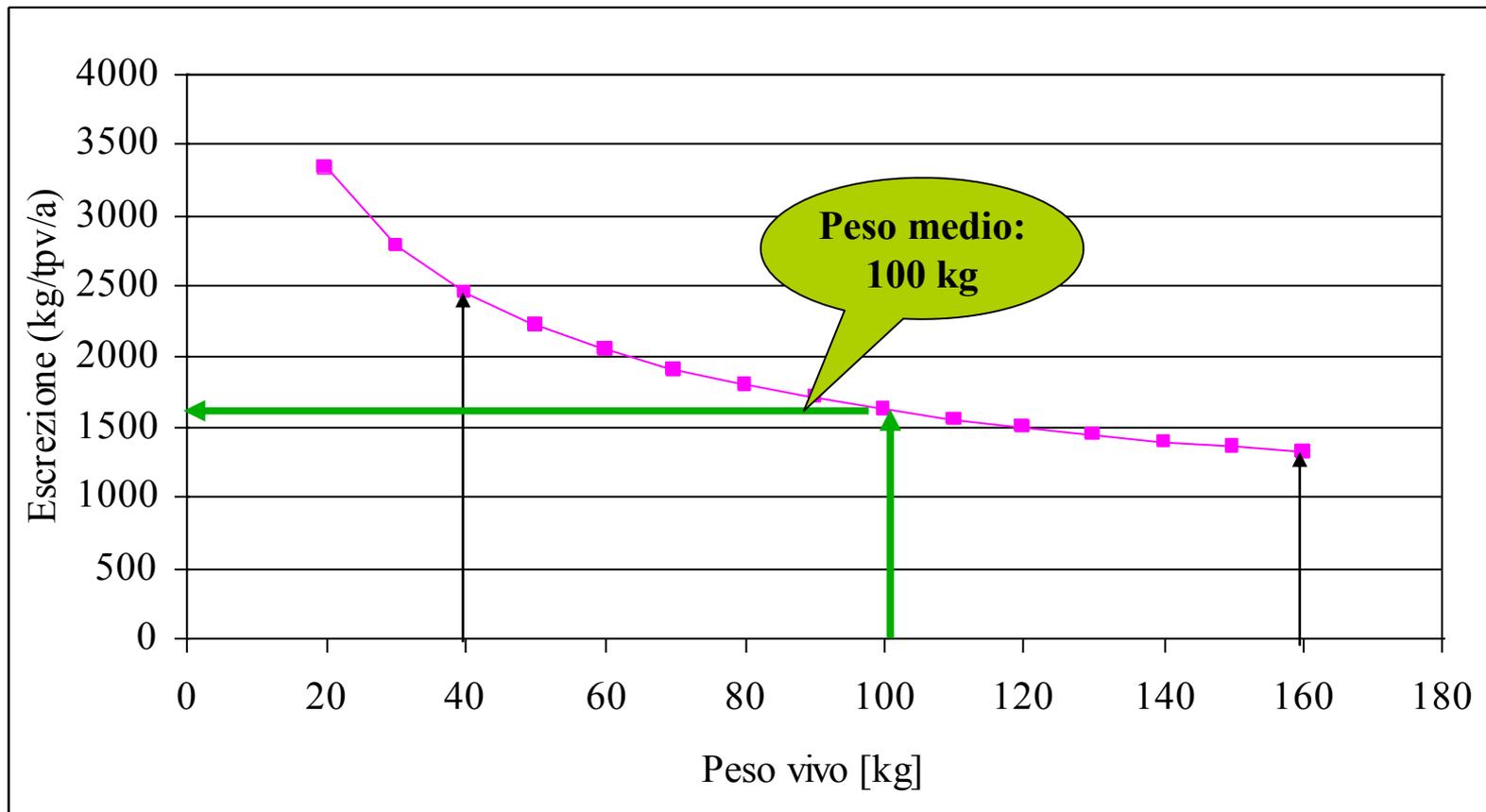
# Dimensionamento del cogeneratore

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare



# Sostanza secca escretata: suini ingrasso

Biogas da effluenti  
zootecnici una risorsa  
per l'economia circolare



# Effluenti bovini (nel ricovero): caratteristiche chimiche (dati CRPA)

Biogas da effluenti  
zootecnici una risorsa  
per l'economia circolare

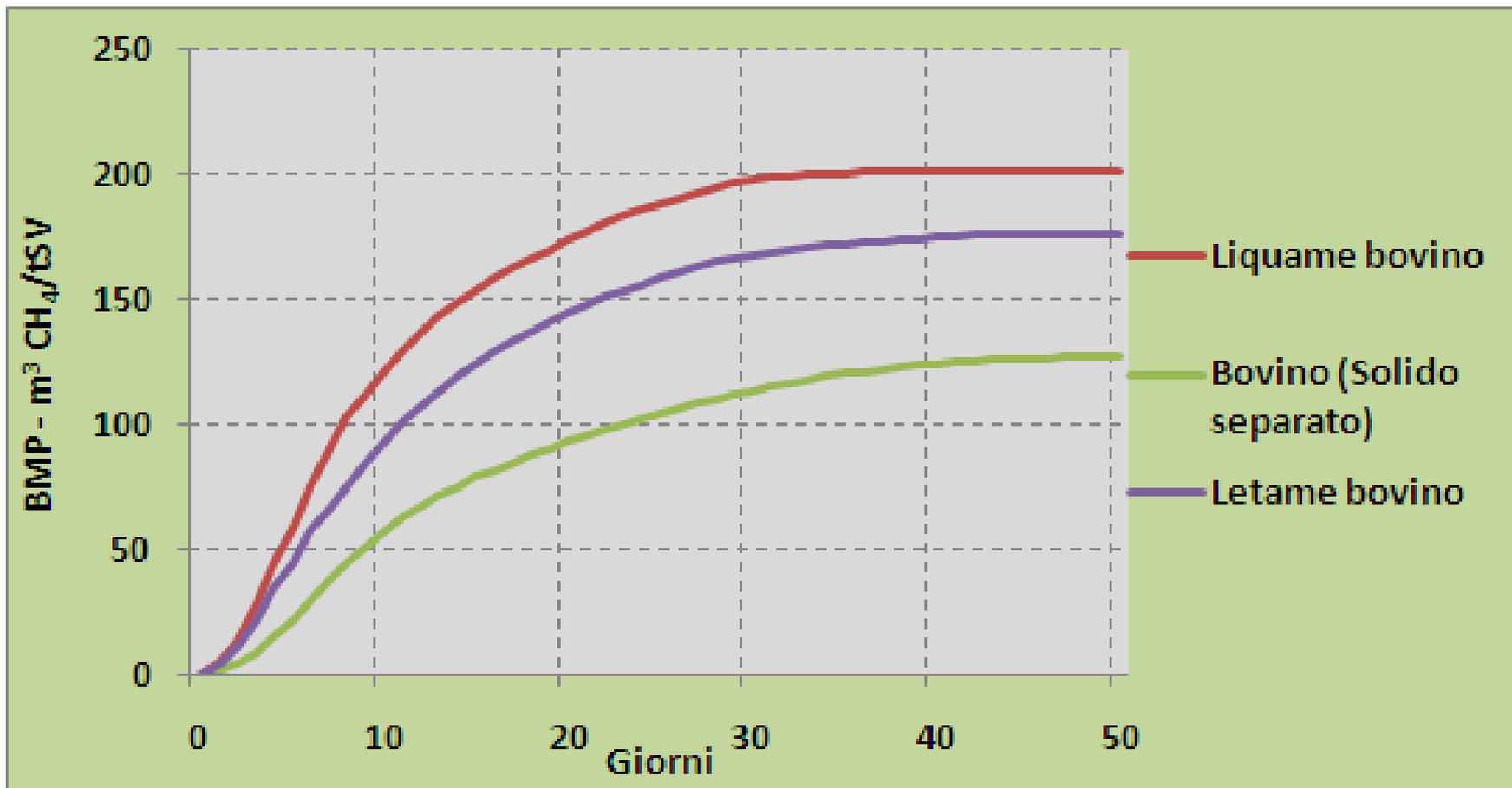
| Caratteristiche indicative<br>(1)            | Liquami |            | Letami  |            |
|--|---------|------------|---------|------------|
|  | Medio   | Intervallo | Medio   | Intervallo |
| Sostanza secca - ST(%)                       | 8,2     | 5,7-10,7   | 22      | 16-28      |
| Sostanza organica – SV<br>(%)                | 73      | 64-82      | 82      | 70-85      |
| Azoto totale – NTK (%)                       | 4,7     | 2,8-6,6    | 2,8     | 1,8-3,8    |
| <b>Produzione effluenti (t/tpv/anno) (2)</b> |         |            |         |            |
| Con lettiera                                 | 10      | 4-15       | 24      | 22-26      |
| Con cuccette                                 | 25      | 13-33      | 9       | 0-22       |
| <b>Resa in biogas</b>                        |         |            |         |            |
| Biogas (di cui 54-56% CH <sub>4</sub> )      | 300-350 |            | 350-400 |            |

(1) Valori indicativi riferiti a effluenti zootecnici "freschi" (fonte: banca dati CRPA).

(2) Per maggiori dettagli si rimanda alla Tabella 1 dell'Allegato 1 del Dlgs 07/04/06 del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali

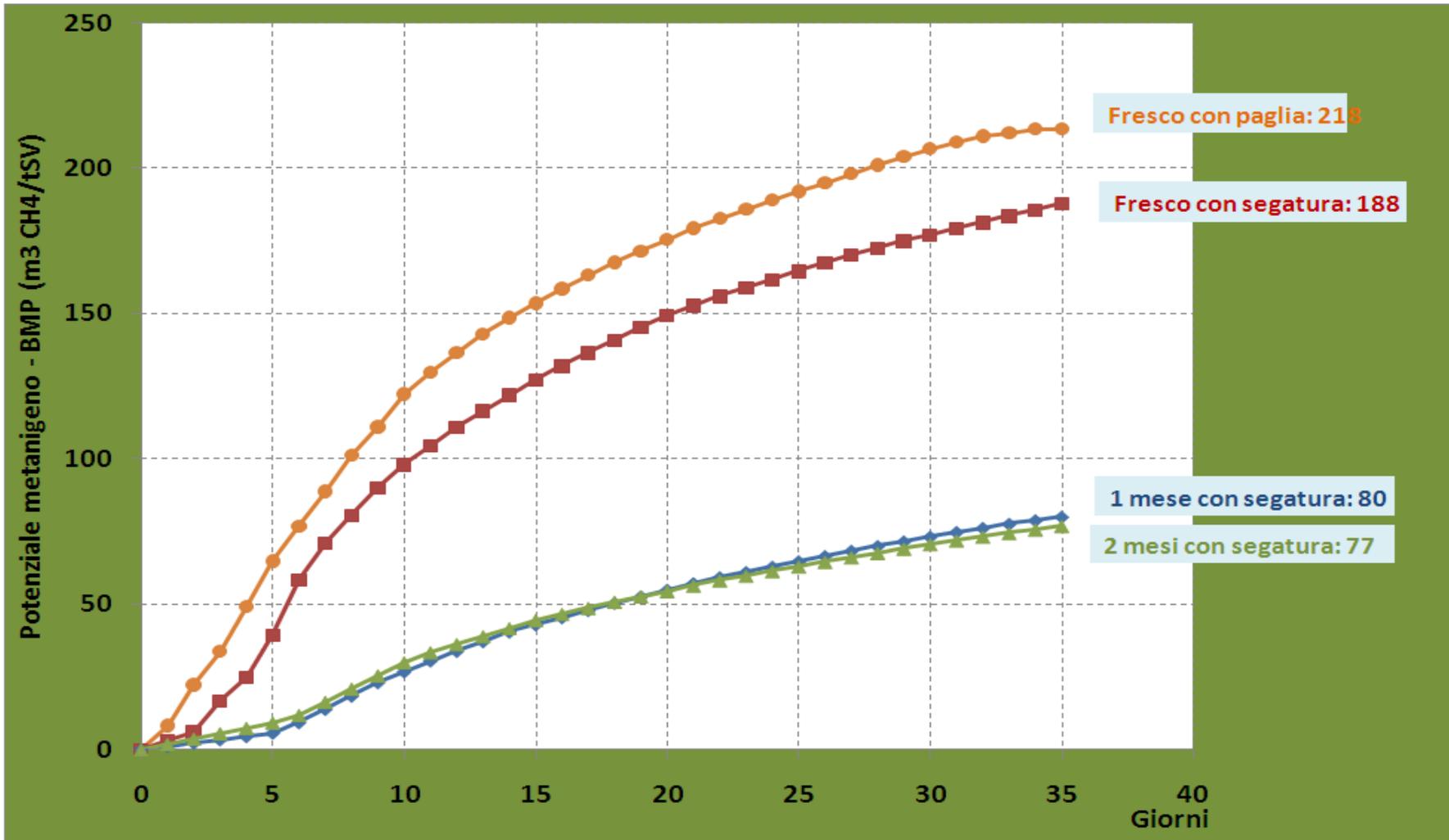
# Esempio di rese di effluenti bovini

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare



# Potenziale produttivo del solido separato: effetto del tipo di lettine e dell'età

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare



# Valori medi di resa in metano (m<sup>3</sup>/tSV) per effluenti zootecnici

Biogas da effluenti  
zootecnici una risorsa  
per l'economia circolare

|                                 | Media | Dev.st | CV    |
|---------------------------------|-------|--------|-------|
| <b>Liquame suino</b>            | 293,8 | 69,4   | 23,6% |
| <b>Suino (solido separato)</b>  | 174,8 | 67,3   | 38,5% |
| <b>Liquame bovino</b>           | 218,9 | 29,1   | 13,3% |
| <b>Bovino (Solido separato)</b> | 153,1 | 69,1   | 45,1% |
| <b>Letame bovino</b>            | 186,9 | 59,8   | 32,0% |
| <b>Lettiera avicola</b>         | 265,5 | 58,7   | 22,1% |
| <b>Pollina</b>                  | 306,1 | 74,0   | 24,2% |



# Perdite di sostanza organica in allevamento

**Tempo di ritenzione idraulica nelle fosse (20-50% della  
disponibilità in base al tipo di effluente)**

nel liquame suino la degradabilità biologica è più rapida,  
nell'allevamento bovino è più lenta a causa della elevata quota di  
frazioni fibrose presenti

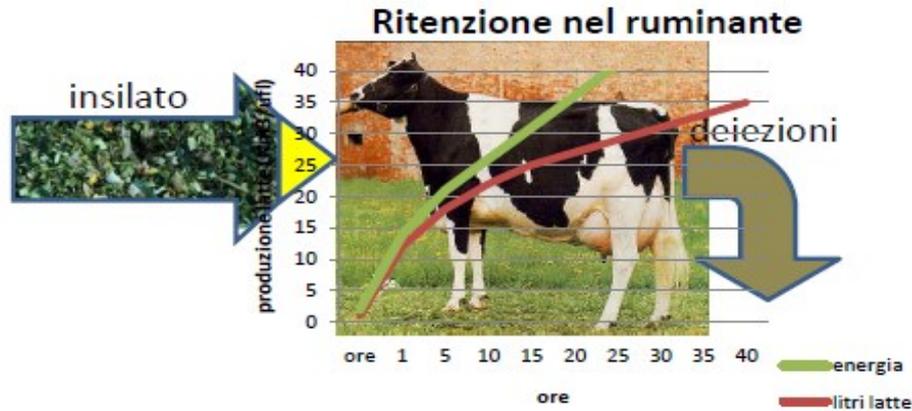
## **Sistema di rimozione:**

- **Tracimazione continua:** bassa efficienza, elevata sedimentazione (fino al 40-50%);
- **Vacuum system:** media efficienza (20-30%), alta solo se rapporto fori/superficie è ben calibrata (15-20%)
- **Raschiatore:** massima efficienza (5-10%)



# Parametri dimensionali: tempo di ritenzione idraulica (HRT)

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

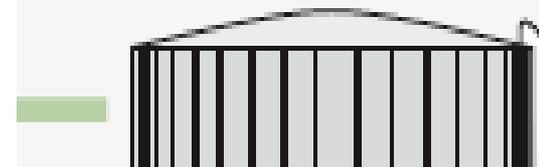


# Carico organico volumetrico

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare



$$\begin{aligned} &150 \text{ Capi} \\ &\times \\ &15 \text{ kg SV/d.capo} \\ &= \\ &2,25 \text{ t SV/d} \end{aligned}$$



Fermentatore

$$\begin{aligned} &\text{Digestore } 1500 \text{ m}^3 \\ &\text{HRT } 60 \text{ gg} \\ &1500/60 = 25 \text{ t tal quale/d} \\ &25000 \text{ kg} \times 35\% \text{ST} \times 95\% \text{SV/ST} / 1500 \text{ m}^3 \\ &= \\ &5,5 \text{ kg SV/m}^3 \end{aligned}$$

# Esempio di impianto biogas a liquami bovini

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

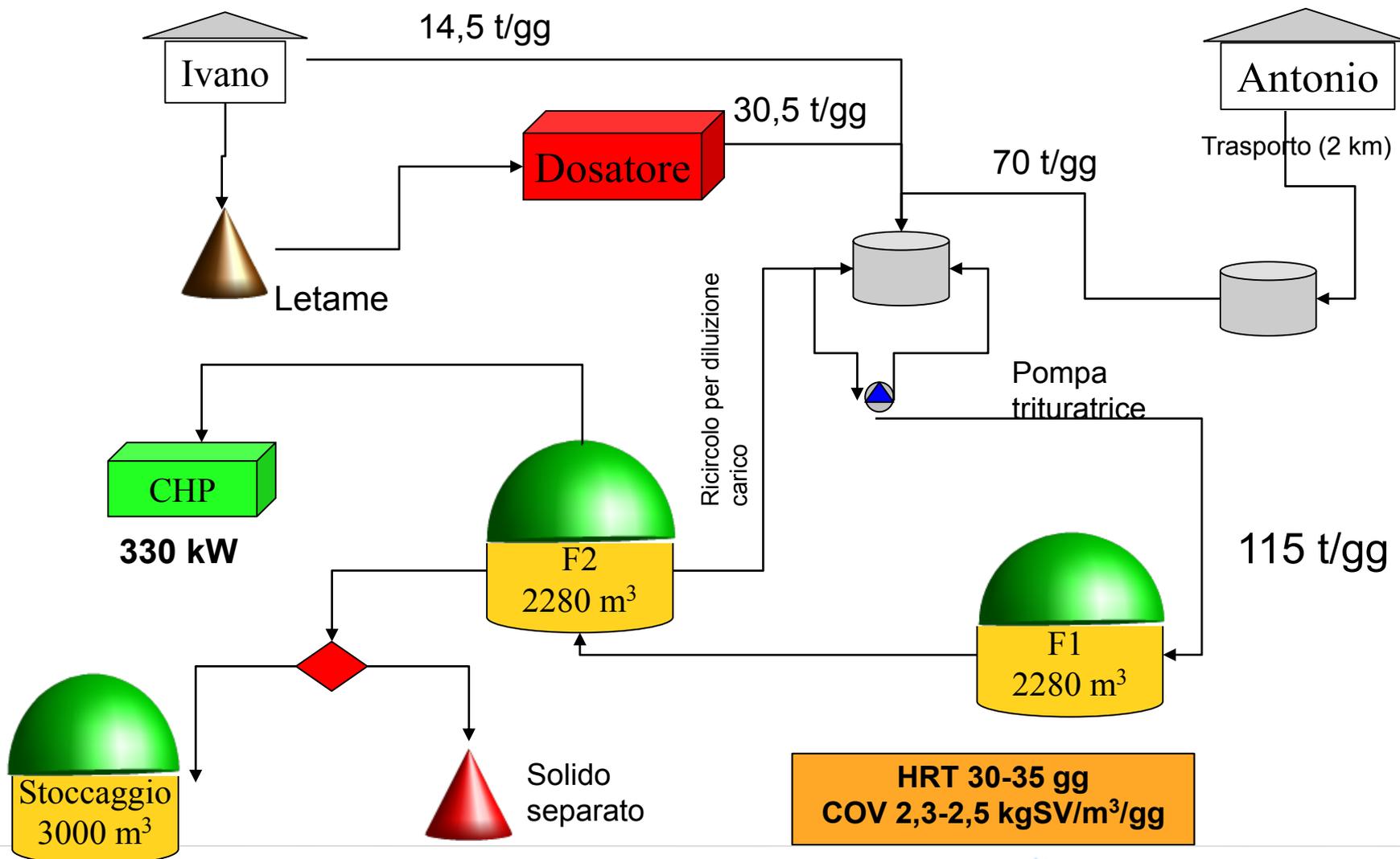
## Consistenza zootecnica

- **capi in lattazione (700)**: per il 70% circa dei capi su cuccette testa a testa con corsie di alimentazione e smistamento pulite con raschiatore quotidianamente e per il 30% restante su cuccette testa a testa con 1 corsia di alimentazione e 1 corsia di smistamento su fessurato;
- **capi in asciutta (190)**: lettiera permanente e corsia di alimentazione pulita quotidianamente con raschiatore;
- **Manze (310)**: Cuccette con fessurato e fossa sottostante di stoccaggio o lettiera permanente con corsia di alimentazione pulita con raschiatore
- **Manzette (300)**: lettiera integrale



# Schema impiantistico

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare



# Caratteristiche liquami

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

| Tipologia di effluente                             | ST     | SV     |         | NTK   |
|--|--------|--------|---------|-------|
|  | [g/kg] | [g/kg] | [SV/ST] | [%ST] |
| Liquame <b>con acque lavaggio</b> sala mungitura   | 48,9   | 40,9   | 83,6%   | 4,6   |
| Liquame <b>senza acque lavaggio</b> sala mungitura | 80,4   | 63,4   | 78,8%   | 4,3   |
| Letame   | 163,9  | 137,3  | 83,7%   | 2,9   |

Disponibilità totale SV: **9,7 kg/capo produttivo/giorno**

# Caratteristiche liquami/digestato

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

| Tipologia di effluente          | ST     | SV     |       | NTK      |       |
|---------------------------------|--------|--------|-------|----------|-------|
|                                 | [g/kg] | [g/kg] | [%ST] | [mg/kg ] | [%ST] |
| Miscela media al carico         | 97     | 81,3   | 83,98 | 3.236    | 3,34  |
| Digestato tal quale (n=19)      | 56,36  | 40,86  | 72,23 | 3.400    | 5,6   |
| Digestato chiarificato (n=2)    | 45,9   | 29,18  | 63,52 | 3.419    | 7,47  |
| Digestato solido separato (n=1) | 259    | 231    | 89,2  | 5.111    | 1,97  |

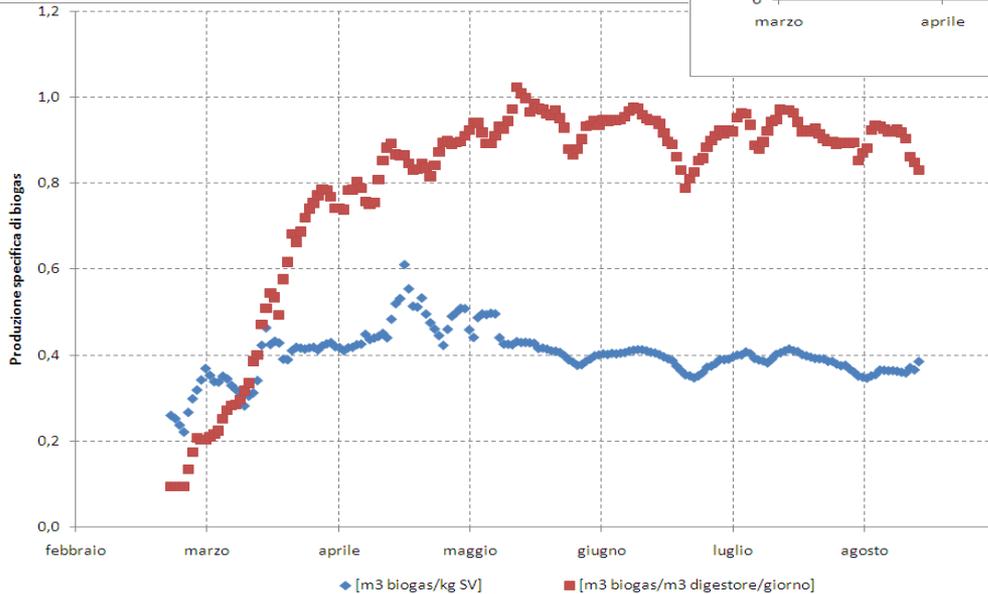
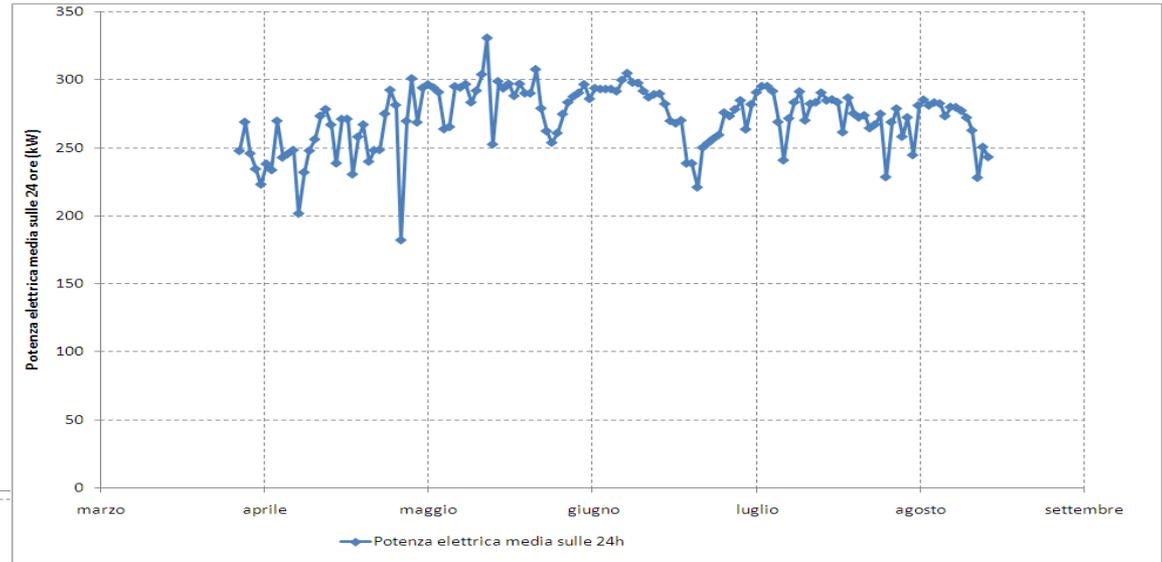
**Efficienza di digestione: 50,4%**



# Performances produttive

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

Potenza elettrica media  
**272 kW**  
0,3 kW/capo produttivo



Produzione biogas/metano  
**380-400 m<sup>3</sup>/tSV al 54,5% CH<sub>4</sub>**  
16,8-19,3 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t effluente



# Bilancio elettrico

| Parametro                                     | KWh/giorno   | % della produzione lorda |
|---|--------------|--------------------------|
| Produzione lorda                              | 6.500        | -                        |
| Miscelazione+triturazione carico effluenti    | 335          | 5,1%                     |
| Autoconsumi digestore                         | 445          | 6,8%                     |
| Ausiliari CHP                                 | 160          | 2,5%                     |
| <b>Produzione netta</b>                       | <b>5.560</b> | <b>85,5%</b>             |
| <i>Trattamento separazione solido-liquido</i> | 122          | 1,9%                     |

**14,4%**

Produzione annua stimata  
**2.030 MWh**

Fatturato annuo previsto  
**560.000 €**

# Dieci requisiti per una buona progettazione

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

1. riduzione o gestione oculata delle acque di processo e meteoriche;
2. vasca di omogeneizzazione in testa alla linea di carico degli effluenti, possibilmente preriscaldata e miscelata;
3. preparazione della miscela al carico con trituratore per le frazioni fibrose lunghe;
4. corretto dimensionamento del digestore;
5. abbondante disponibilità di potenza radiante nel sistema di riscaldamento e un ottimo isolamento del digestore;
6. ampia disponibilità di volume gasometrico;
7. scelta oculata dei sistemi di miscelazione e possibilità di manovra degli stessi (modifica altezza e direzione di lavoro);
8. controllo qualità del biogas;
9. controllo dei principali parametri di processo
10. nea ronda ispettiva di tutti gli apparati elettromeccanici installat



# Una linea guida per la costruzione e gestione di impianti

Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

Si tratta di uno strumento di lavoro sia per gli allevatori che intendono orientarsi alla costruzione e gestione di un impianto di biogas che per i professionisti che devono progettare.

Il lavoro è stato realizzato da CRPA nell'ambito dell'incarico ricevuto dalla Direzione Agricoltura della Regione Emilia-Romagna per la conduzione di "Attività di informazione e documentazione sulle opportunità e sulle tecniche da utilizzare nel settore agro-energetico"  
(CIG E45J10000060001)

Le linee guida sono scaricabili gratuitamente in formato integrale nella sezione "Pubblicazioni – e-book" sul sito internet [www.crpa.it](http://www.crpa.it).



Regione Emilia-Romagna



# Modello Metabolico



## “Modello Metabolico”

### Biogas da effluenti zootecnici una risorsa per l'economia circolare

Modello Metabolico economico/ambientale come strumento per un futuro sostenibile nelle aziende zootecniche da latte per il Parmigiano Reggiano

- MISURA 1 OPERAZIONI 1.1.01ID Domanda di sostegno: 5005261 – Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: “produttività e sostenibilità dell'agricoltura” – Focus Area 5E –

**Grazie**