

IREF

***Istituto Regionale Lombardo di Formazione per
l'Amministrazione Pubblica***

**ENERGIE RINNOVABILI IN
AGRICOLTURA: IL BIOGAS**

Martedì 23 Gennaio 2007

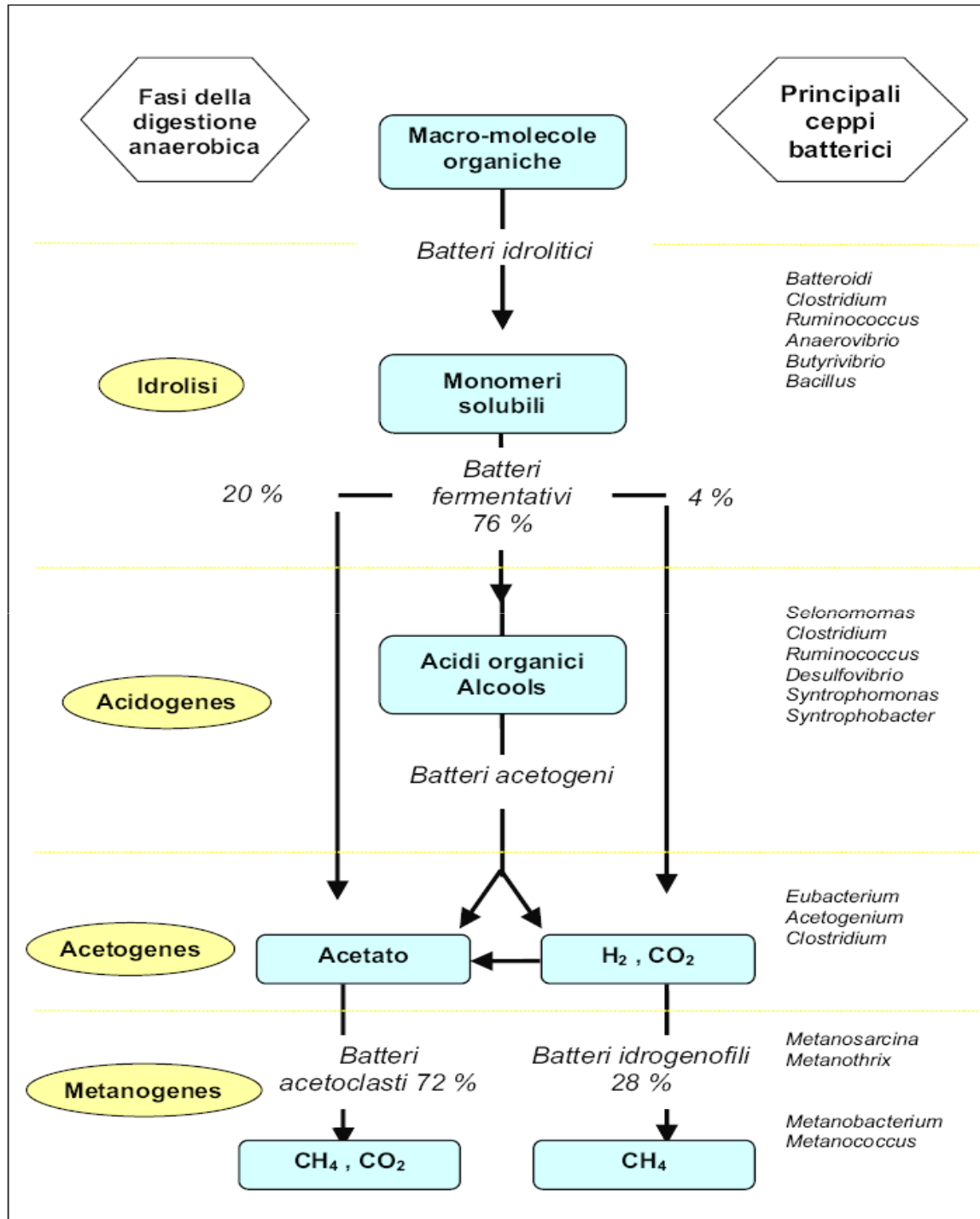
LE TECNOLOGIE ED I COSTI

Pierluigi Navarotto - Università di Milano

La digestione anaerobica

- **è un processo biologico per mezzo del quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in biogas (energia rinnovabile) costituito principalmente da metano e anidride carbonica;**
- **la percentuale di metano nel biogas varia a secondo del tipo di sostanza organica digerita e delle condizioni di processo, da un minimo del 50% fino all'80% circa.**

Schema del processo biologico di digestione anaerobica



Le tecniche di digestione

Le tecniche di digestione anaerobica possono essere suddivise in due gruppi principali:

- Digestione a secco (*dry digestion*), quando il substrato avviato a digestione ha un contenuto di solidi totali (ST) $\geq 20\%$;
- Digestione a umido (*wet digestion*), quando il substrato ha un contenuto di ST $\leq 10\%$.

Processi con valori di secco intermedi (10 – 14% ST) vengono definiti processi a semisecco.

Le tecniche di digestione

La digestione anaerobica può essere condotta o in condizioni mesofile (circa 35°C), con tempi di residenza di 25-30 giorni, o termofile (circa 55°C), con tempi di residenza inferiori ai 14 - 16 giorni.

Con impianti semplificati è possibile operare anche in psicrofilia (10 - 25 °C), con tempi di residenza dell'ordine dei 60 giorni.

Lo sviluppo della tecnologia in Italia

- inizia alla fine degli anni '70 per esigenze ambientali (L. 10/05/1976 (L. Merli), L. 650/'79, etc...).
- Lo scopo principale che ci si riprometteva era risolvere l'impatto ambientale indotto dagli allevamenti intensivi (suinicoli soprattutto).
- 1980 progetto di ricerca "Biogas" dell'E.R. (CRPA, ENEA, ENI, ENEL, Università).
Costruzione di 5 impianti dimostrativi e 3 impianti sperimentali.

La ricerca evidenzia:

- La insufficiente efficienza depurativa della digestione anaerobica (tab. A, C - L. Merli).
- L'inadeguatezza delle tecnologie utilizzate nell'industria (costose e complesse) per il settore zootecnico.
- La necessità di incentivi che rendano conveniente “gestire” l'impianto (non solo contributi per la costruzione):

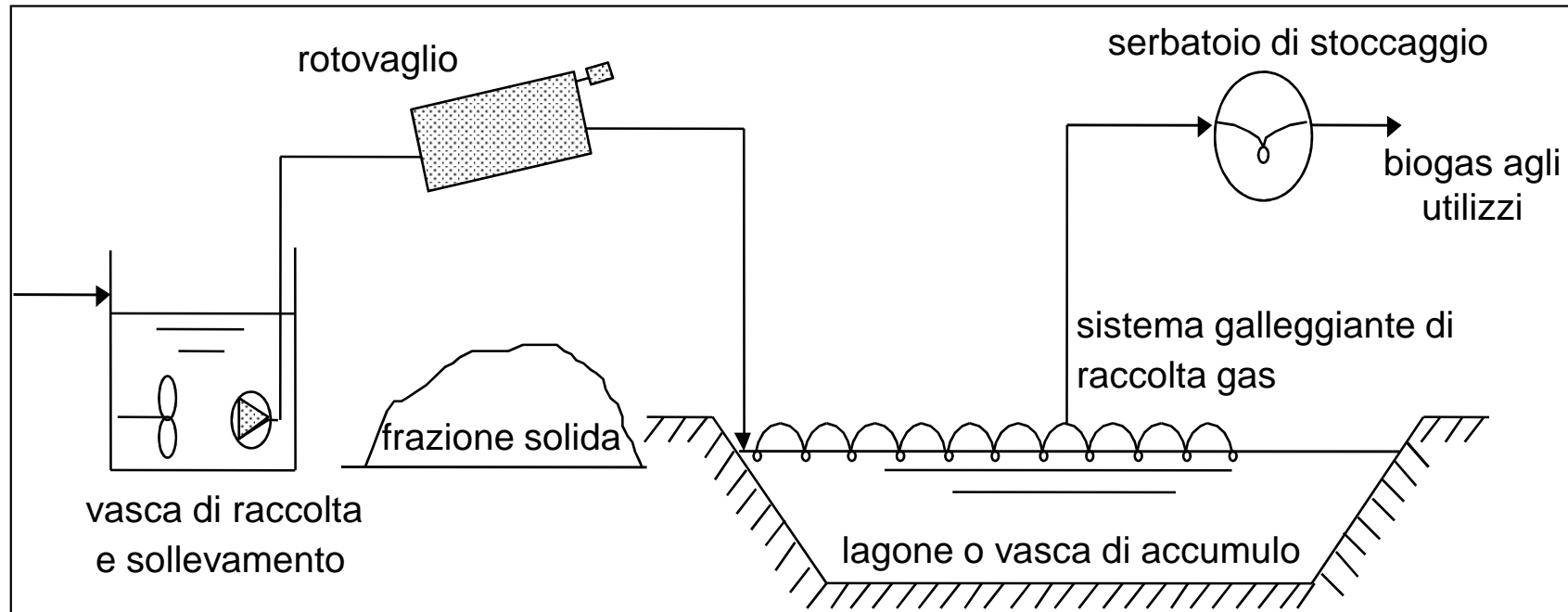
> valorizzazione della energia prodotta

- L'insufficiente contenuto energetico dei soli reflui zootecnici per giustificare il costo di impianti sofisticati.

- **nel frattempo:**

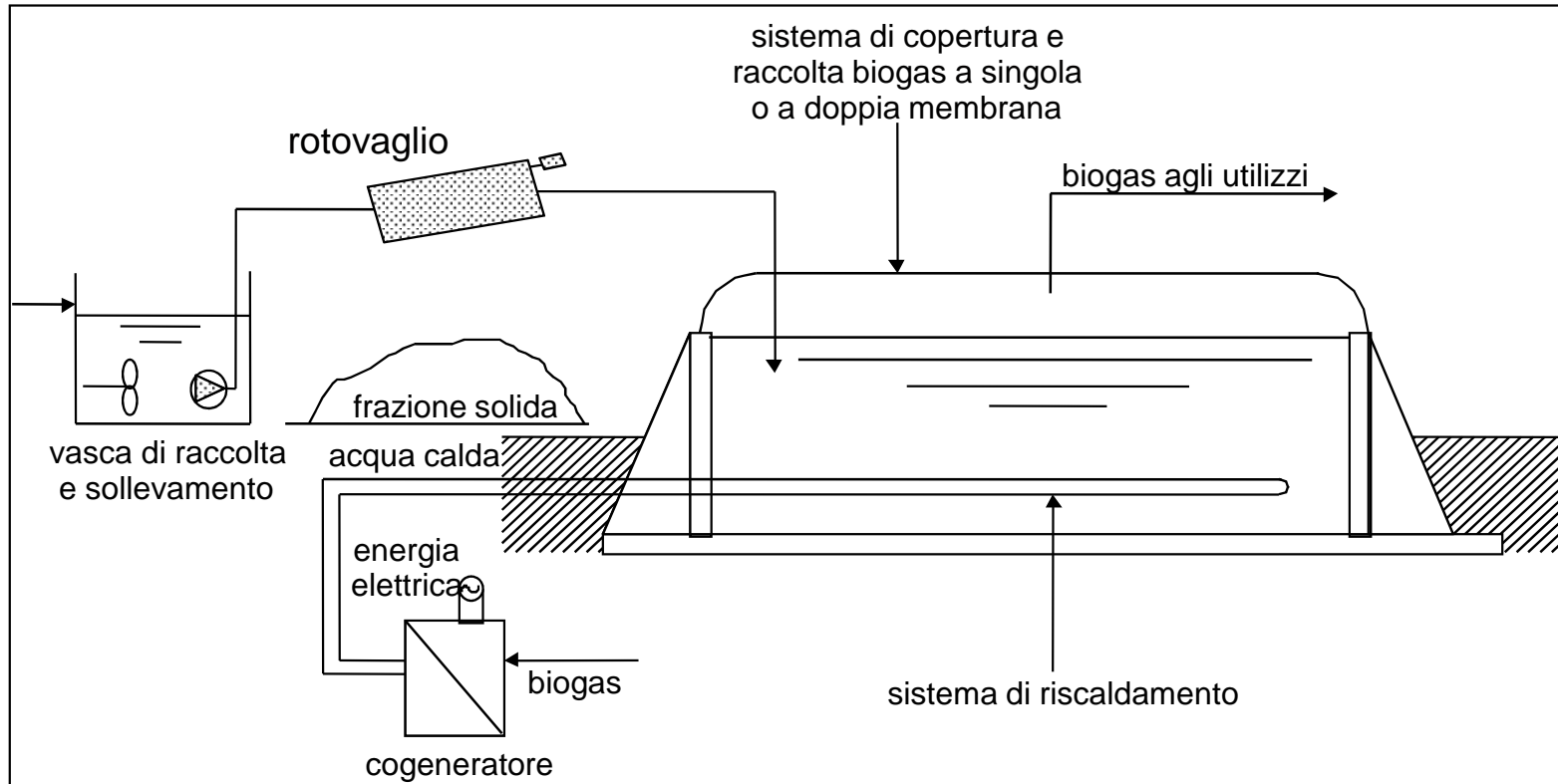
- l'Utilizzazione Agronomica viene individuata come la soluzione da privilegiare per lo smaltimento degli effluenti zootecnici.
- ciò rende nuovamente interessante la D.A. grazie alla sua valenza ambientale (stabilizzazione - riduzione odori - emissioni) a patto che i costi dell'impianto siano contenuti.
- da qui lo sviluppo di tecnologie semplificate (a basso costo).
- la CIP6/92: premia la produzione di E.E. da fonti rinnovabili e favorisce ulteriormente la diffusione di tale tipologia di impianto.

Schema di impianto di biogas semplificato, senza riscaldamento



La produzione di metano ottenibile è di circa 15 m³/anno per 100 kg di peso vivo suino (circa 25 m³/anno di biogas)

Schema di impianto di biogas semplificato con riscaldamento



**La produzione di metano ottenibile è di circa
21 m³/anno per 100 kg di peso vivo suino
(circa 35 m³/anno di biogas)**

PER AVERE

>

PRODUZIONE DI

ENERGIA 

>

QUANTITA' DI SOSTANZA
ORGANICA



**CODIGESTIONE DI:
LIQUAMI ZOOTECNICI + COLTURE
ENERGETICHE + SCARTI ORGANICI**

E' una tecnologia sviluppata in Germania ove si sono realizzati (dal '98) più di 3000 impianti grazie agli incentivi previsti dalle loro normative

Biomasse e scarti organici avviabili a D.A. e loro resa in Biogas (m³ per ton di solidi volatili)

Materiali	m ³ biogas/t SV
Deiezioni animali (suini, bovini, avicunicoli)	200 - 500
Residui colturali (paglia, collietti barbabietole..)	350 - 400
Scarti organici agroindustria (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine..)	400 - 800
Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale ed intestinale, sangue, fanghi di flottazione...)	550 - 1000
Fanghi di depurazione	250 - 350
Frazione organica rifiuti urbani	400 - 600
Colture energetiche (mais, sorgo zuccherino...)	550 - 750

I requisiti di buona realizzazione

- Sufficiente coibentazione del digestore
- Sistema di riscaldamento idoneo a fornire il calore di termostatazione (35 – 40°C);
- Oblò di controllo;
- Mixer interno efficace;
- Alimentazione dei “*maprov*” direttamente nel digestore;
- Disponibilità di sufficiente stoccaggio del biogas;

Sono comunque solo un prerequisito...

Il trattamento del biogas

- essiccazione: nella condensa si concentrano pure NH_3 , H_2S , polveri ed altre impurità.
- desolfurazione:
 - biologica (*sulfobacter oxidans*):
 - interna al digestore
 - esterna al digestore
 - chimica (+ FeCl_3 o FeCl_2):
 - interna al digestore
 - esterna al digestore
- filtrazione finale su carboni attivi... e finalmente...

...alla cogenerazione

- **motori a gas**

rendimenti in Energia Elettrica 35 – 40 % circa

- **motori a diesel-gas (iniezione pilota)**

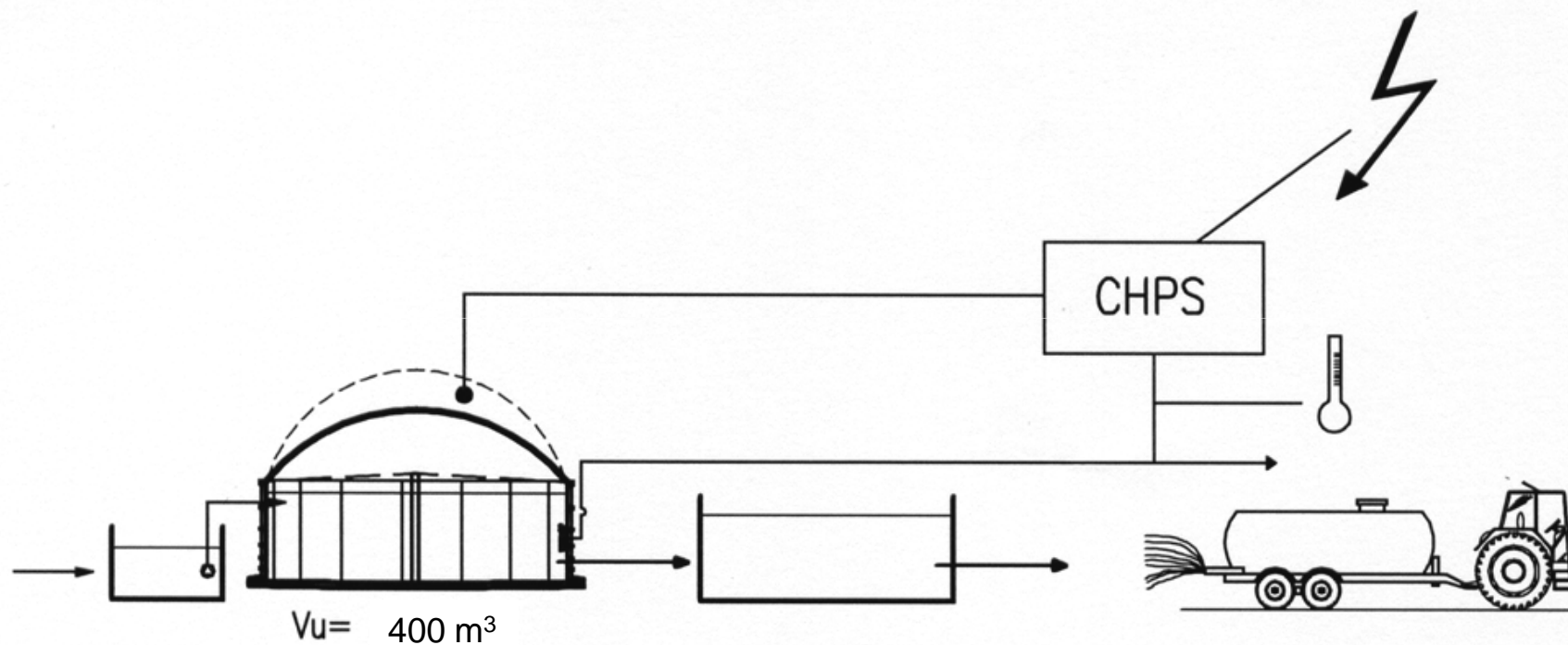
rendimenti in Energia Elettrica 39 – 44 % circa

- **turbine a gas**

rendimenti in Energia Elettrica 30 % circa

...utilizzo Energia Termica!

Impianto per 100 vacche da latte e relativa rimonta (kW 35)



Impianto per 100 vacche da latte e relativa rimonta (kW 35)

Liquami 8,10 m³/d

S.T. 1,00 t/d

S.V. 0,80 t/d

Biogas prodotto 310 m³/d

E.Elettrica netta prodotta 240.000 kWh/y

Investimento 250.000,00 €

Ammortamento (n=12; i= 5%)

a= € 28.200,00

Costi gestione

Lavoro 1,5 h/d (15,00 €/h) +
manutenzione cogeneratore
e varie (0,03 €/kWh)

€ 16.600,00

Totale costi

€ 44.800,00

Ricavi

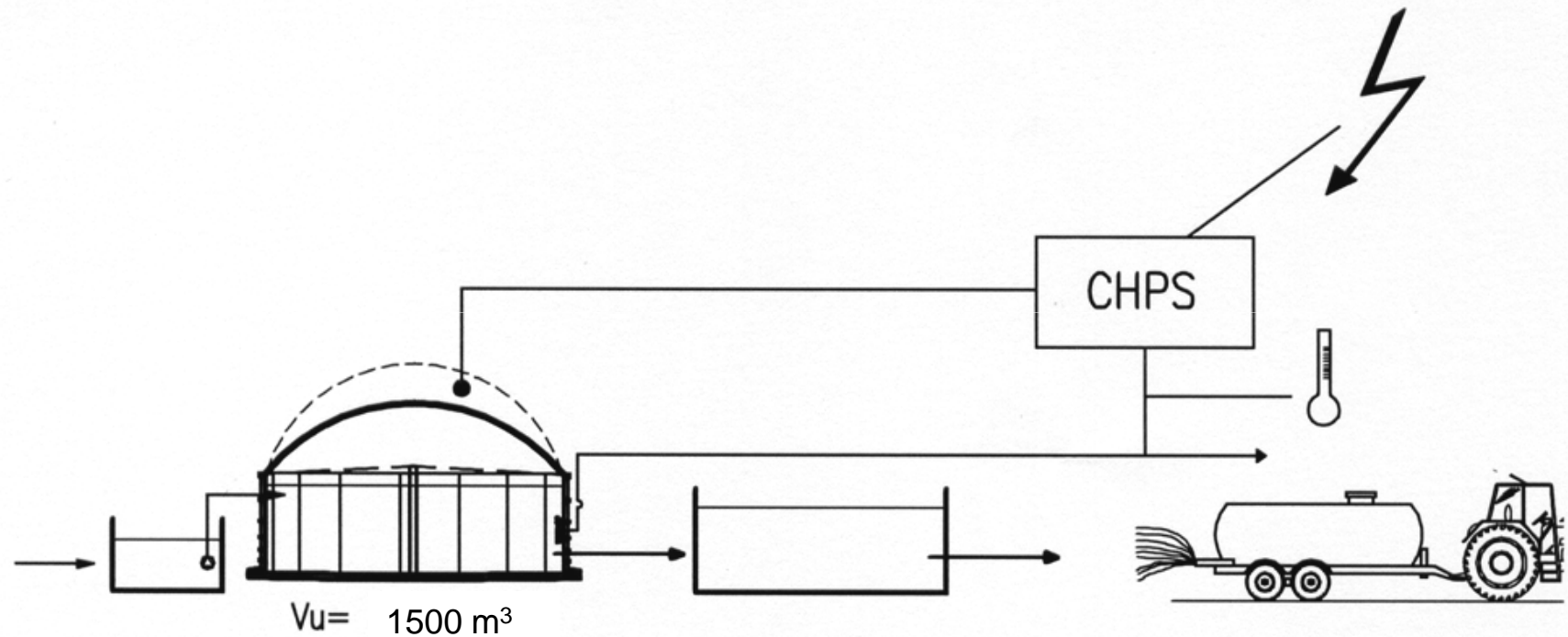
Vendita Certificati Verdi (0,125 €/kWh)	€ 30.000,00
Energia autoconsumata in azienda (20%)	€ 5.500,00
Energia venduta (Del. 34/05)	€ 17.500,00
Totale ricavi	€/y 53.000,00

Risultato di gestione

€/y 8.200,00

N.B.: si tratta di valori orientativi ottimali suscettibili di variazioni, anche importanti, in funzione delle specifiche condizioni

Impianto per 500 vacche da latte e relativa rimonta (kW 170)



Impianto per 500 vacche da latte e relativa rimonta (kW 170)

Liquami 40,15 m³/d

S.T. 4,86 t/d

S.V. 3,89 t/d

Biogas prodotto 1.500 m³/d

E.Elettrica netta prodotta 1.300.000 kWh/y

Investimento 900.000,00 €

Ammortamento (n=12; i= 5%)

a= € 101.500,00

Costi gestione

Lavoro 2,5 h/d (15,00 €/h) +
manutenzione cogeneratore e
varie (0,03 €/kWh)=

€ 53.000,00

Totale costi

€ 154.500,00

Ricavi

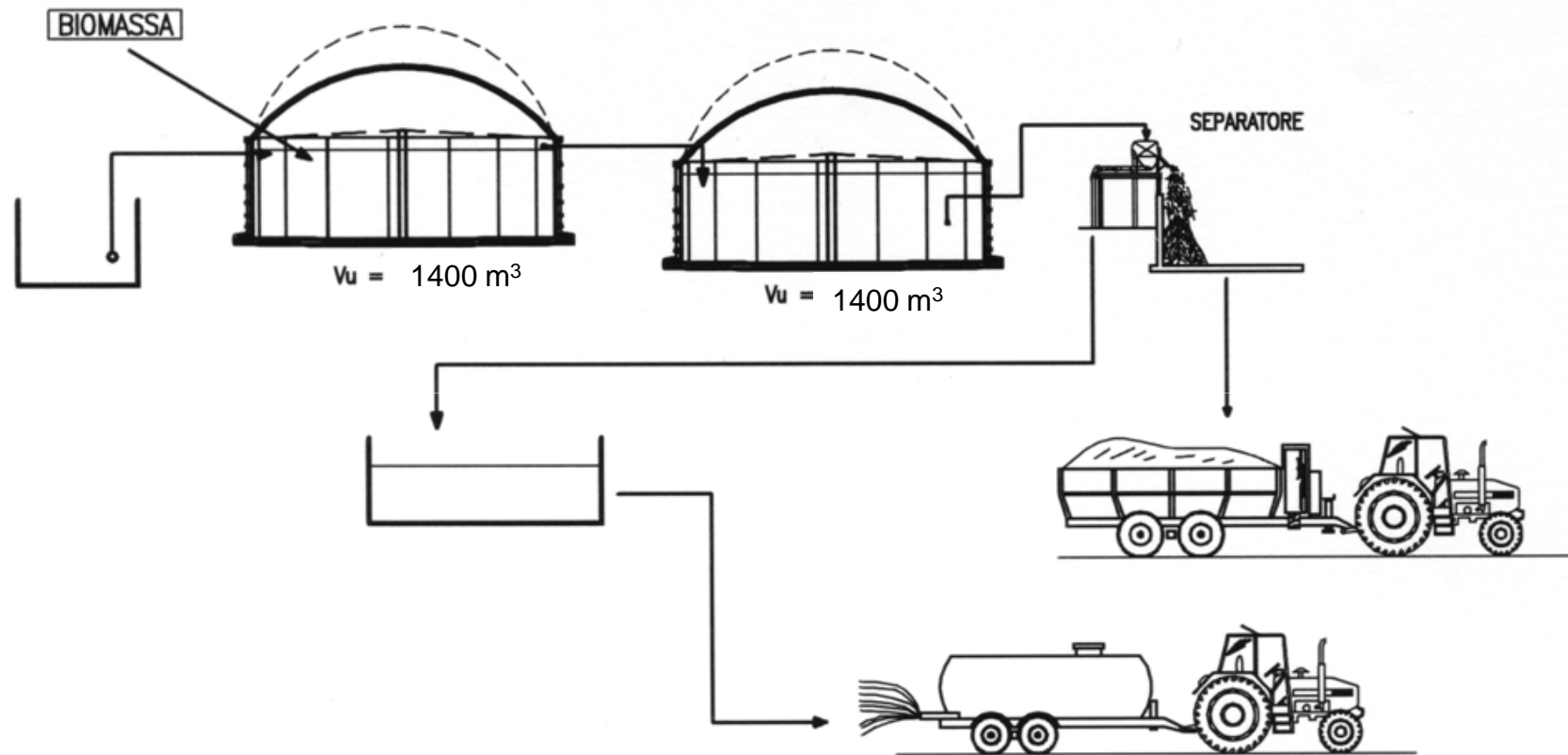
Vendita Certificati Verdi (0,12528 €/kWh)	€ 154.500,00
Energia autoconsumata in azienda (15%)	€ 21.000,00
Energia venduta (Del. 34/05)	€ 87.000,00
Totale ricavi	€/y 262.500,00

Risultato di gestione

€/y 108.000,00

N.B.: si tratta di valori orientativi ottimali suscettibili di variazioni, anche importanti, in funzione delle specifiche condizioni

Impianto per 500 vacche da latte + biomassa (kW 320)



N.B.: va considerata la SAU necessaria per l'utilizzo agronomico del digestato con maggior N per biomassa

Impianto per 500 vacche + biomassa (kW 320)

Liquami 40,50 m³/d

Silomais 9,00 t/d

S.T. 7,58 t/d

S.V. 6,07 t/d

Biogas prodotto 2.970 m³/d

E.Elettrica netta prodotta 2.300.000 kWh/y

Investimento 1.200.000,00 €

Ammortamento (n=12; i= 5%) a= € 135.000,00

Costi gestione

Lavoro 6,0 h/d (15,00 €/h) +
manutenzione cogeneratore e
varie (0,03 €/kWh) € 207.000,00

Biomassa 3300 t x 30 €/t = € 98.550,00

Totale costi (escluso silomais aggiunto) € 342.000,00

Ricavi

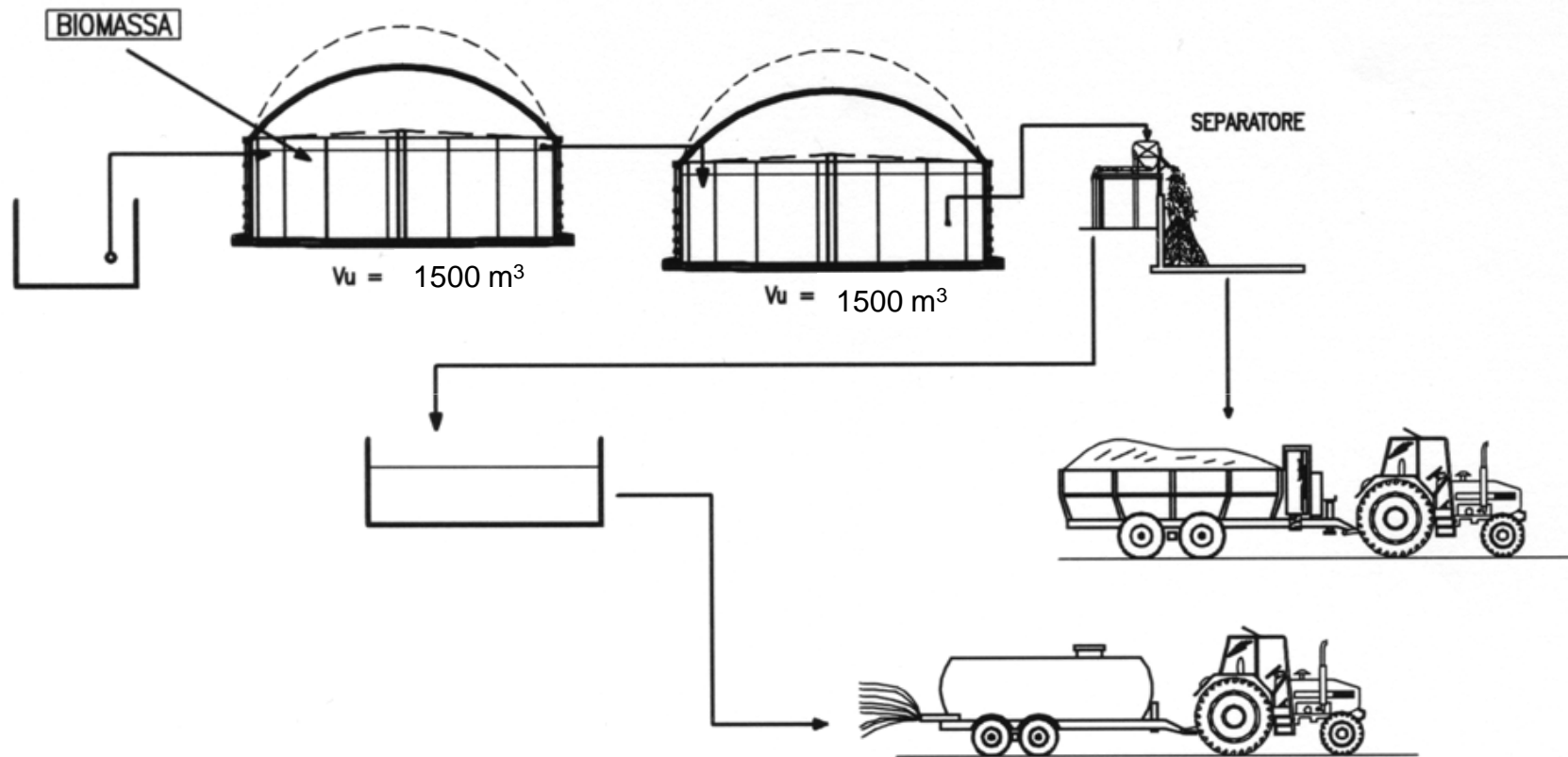
Vendita Certificati Verdi (0,125 €/kWh)	€ 285.000,00
Energia autoconsumata in azienda (5%)	€ 13.000,00
Energia venduta (Del. 34/05)	€ 170.000,00
Totale ricavi	€/y 468.000,00

Risultato di gestione €/y 261.000,00

Risultato detratto l'ammortamento €/y 117.000,00

N.B.: si tratta di valori orientativi ottimali suscettibili di variazioni, anche importanti, in funzione delle specifiche condizioni

Impianto a sola biomassa (kW 500)



+ 125 ha di SAU per uso agronomico

digestato per presenza insilato di mais

Impianto a sola biomassa (kW 500)

Silomais 27,00 t/d

S.T. 9,45 t/d

S.V. 8,03 t/d

Biogas prodotto 5.000 m³/d

E.Elettrica netta prodotta 3.900.000 kWh/y

Investimento 1.750.000,00 €

Ammortamento (n=12; i= 5%) a= € 197.500,00

Costi gestione

Lavoro 8,0 h/d (15,00 €/h) +
manutenzione cogeneratore e
varie (0,03 €/kWh) € 153.000,00

Biomassa 9.855 x 30 €/t = € 295.000,00

Totale costi € **645.500,00**

Ricavi

Vendita Certificati Verdi (0,125 €/kWh) € 450.000,00

Energia venduta (Del. 34/05) € 230.000,00

Totale ricavi €/y **680.000,00**

Risultato di gestione

-escluso ammortamento = €/y 232.000,00
(valorizzazione biomassa €/t 53,00)

-compreso ammortamento = €/y 34.500,00
- (valorizzazione biomassa €/t 33,00)

N.B.: si tratta di valori orientativi ottimali suscettibili di variazioni, anche importanti, in funzione delle specifiche condizioni

Vanno inoltre considerati:

- il miglioramento dell'impatto ambientale;
- controllo degli odori;
- fluidificazione del liquame con miglioramento della distribuzione;
- riduzione delle emissioni di gas serra
(~ 13 kg di CO₂ / m³ biogas utilizzato);
- energia disponibile a costo ridotto per eseguire i trattamenti di riduzione del carico azotato dei liquami zootecnici.

Conclusioni

- Le nuove tecniche, unite alle attuali normative di incentivazione, hanno la potenzialità per rendere conveniente la produzione di EE da biogas.
- La loro corretta applicazione ed una attenta gestione sono comunque elementi essenziali perché tale potenzialità diventi reale opportunità.

Grazie per l'attenzione!

e-mail: pierluigi.navarotto@unimi.it