



SEMINARIO

ENERGIE RINNOVABILI E AMBIENTE MONTANO

Venerdì 3 ottobre 2014 ore 8,30

Istituto d'Istruzione Superiore L. Cobianchi (Verbania) - Aula Magna

LA FILIERA BIOGAS IN ZONE MONTANE: VANTAGGI E PROBLEMATICHE (1° intervento)

LA PRODUZIONE DI BIOGAS: TECNOLOGIE E APPLICAZIONI (2° intervento)

Marco Fiala

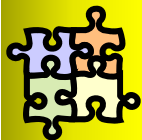
Università degli Studi di Milano

Dipartimento Scienze Agrarie e Ambientali. Produzione, Territorio, Agroenergie (DiSAA)





2



Digestione Anaerobica (DA)

DIGESTIONE ANAEROBICA (fermentazione metanica)

Processo biologico (consorzio di **batteri**) per mezzo del quale la sostanza organica di origine vegetale o animale, in assenza di ossigeno (**anerbiosi**), è degradata con formazione di una **miscela gassosa**, a elevata concentrazione di metano, con caratteristiche energetiche simili a quelle del gas naturale.

PRODOTTO
BIOGAS

COPRODOTTO
DIGESTATO

$PCI\ CH_4 = 9,9\ kWh/m^3_N$
 $= 8575\ kcal/m^3_N$
 $\cong 1\ dm^3\ gasolio$

COMPOSTO	VALORE
Metano (CH_4)	50 – 70%
Anidride carbonica (CO_2)	30 – 50%
Acqua (H_2O)	10%
Acido solfidrico o Idrogeno solforato (H_2S)	2%
Silossani	0,02%
Idrocarburi alogenati (VOC)	< 0,6%
Ammoniaca (NH_3)	< 1%
Ossigeno (O_2)	1%
Monossido di carbonio (CO)	< 0,6%
Azoto (N_2)	2%

USO ENERGETICO

EN. TERMICA



EN. ELETTRICA + TERMICA



€

BIOMETANO



€

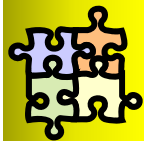
USO AGRONOMICO

AMMENDANTE

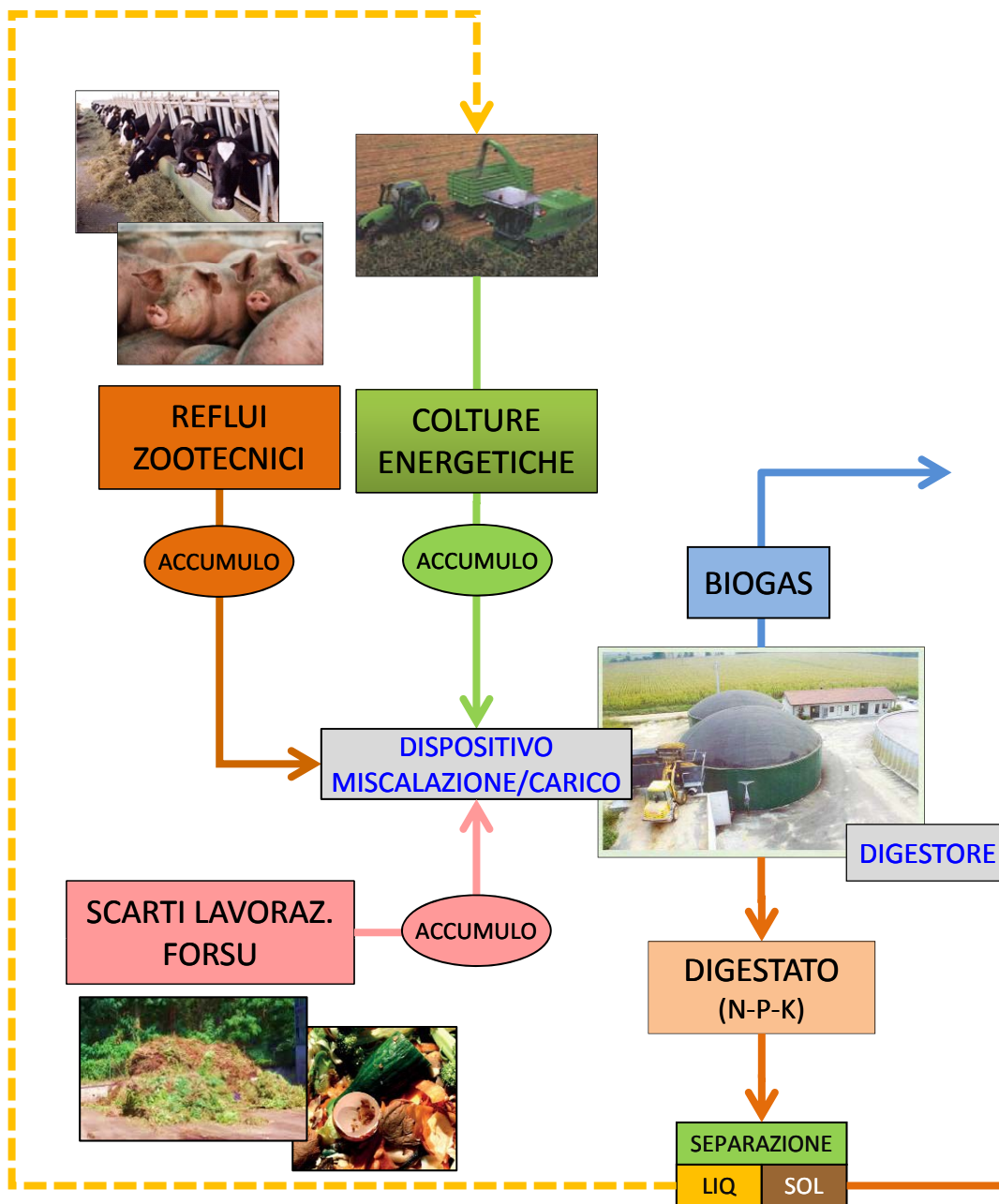




3



Seminario Energie Rinnovabili e Ambiente Montano
Verbania – 3 Ottobre 2014
Prof. Marco Fiala



Qualche precisazione

UTENZE
TERMICHE



RETE

AUTOVEICOLI



PRIVATI



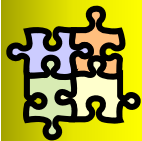
PUBBLICI

COMPOST

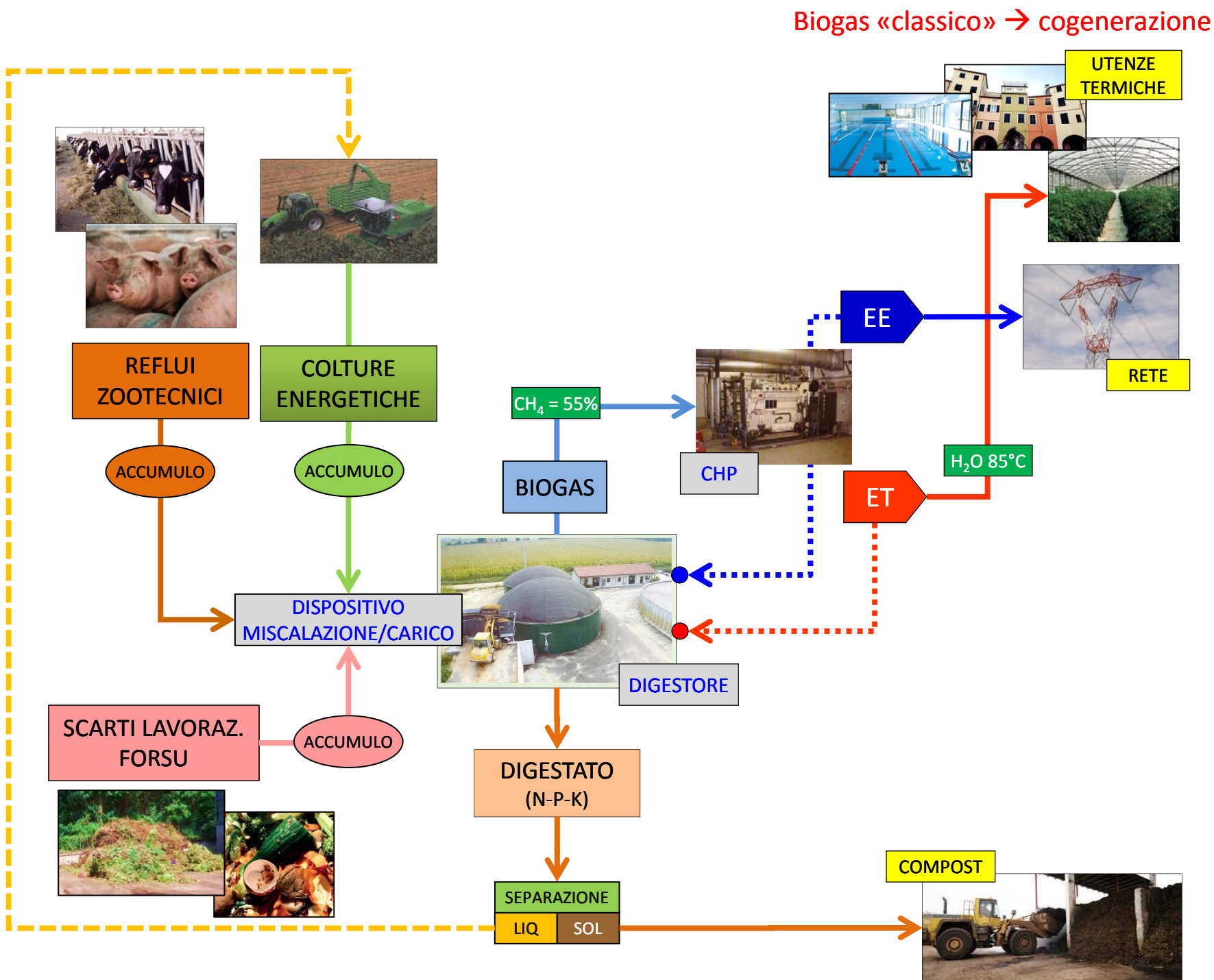




4

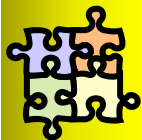


Seminario Energie Rinnovabili e Ambiente Montano
Verbania – 3 Ottobre 2014
Prof. Marco Fiala

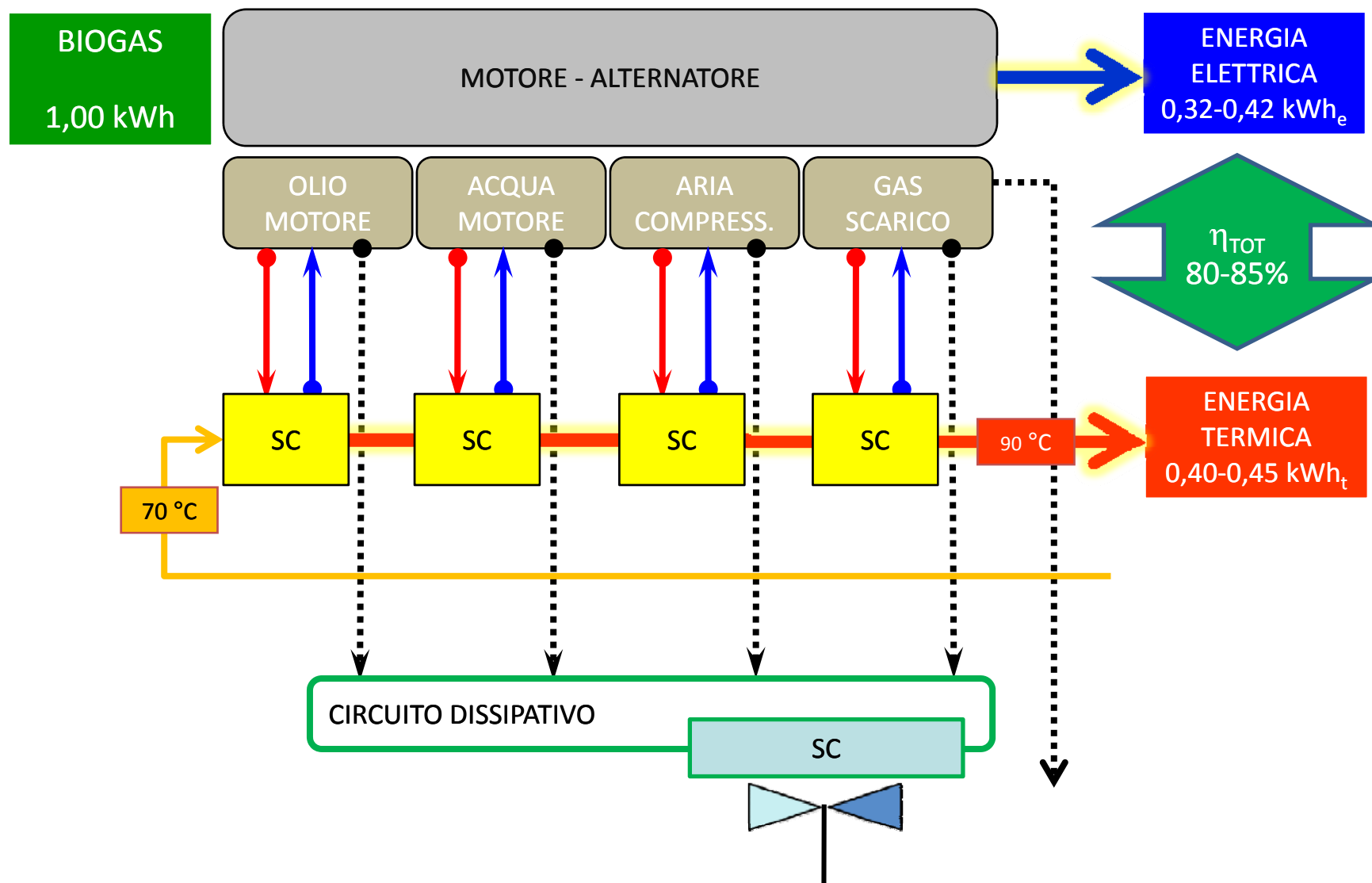




5

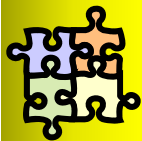


Cogenerazione





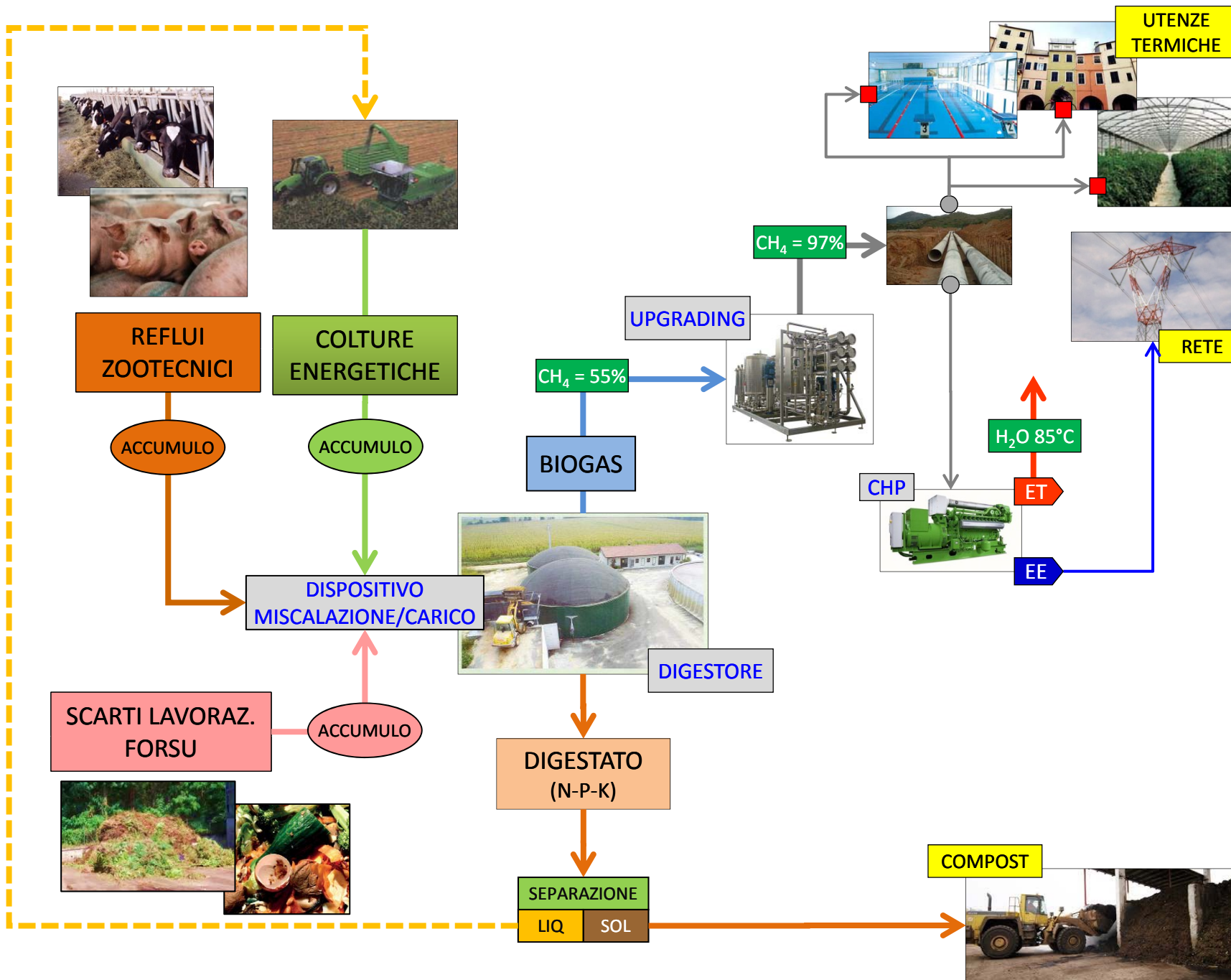
6



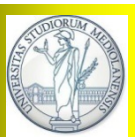
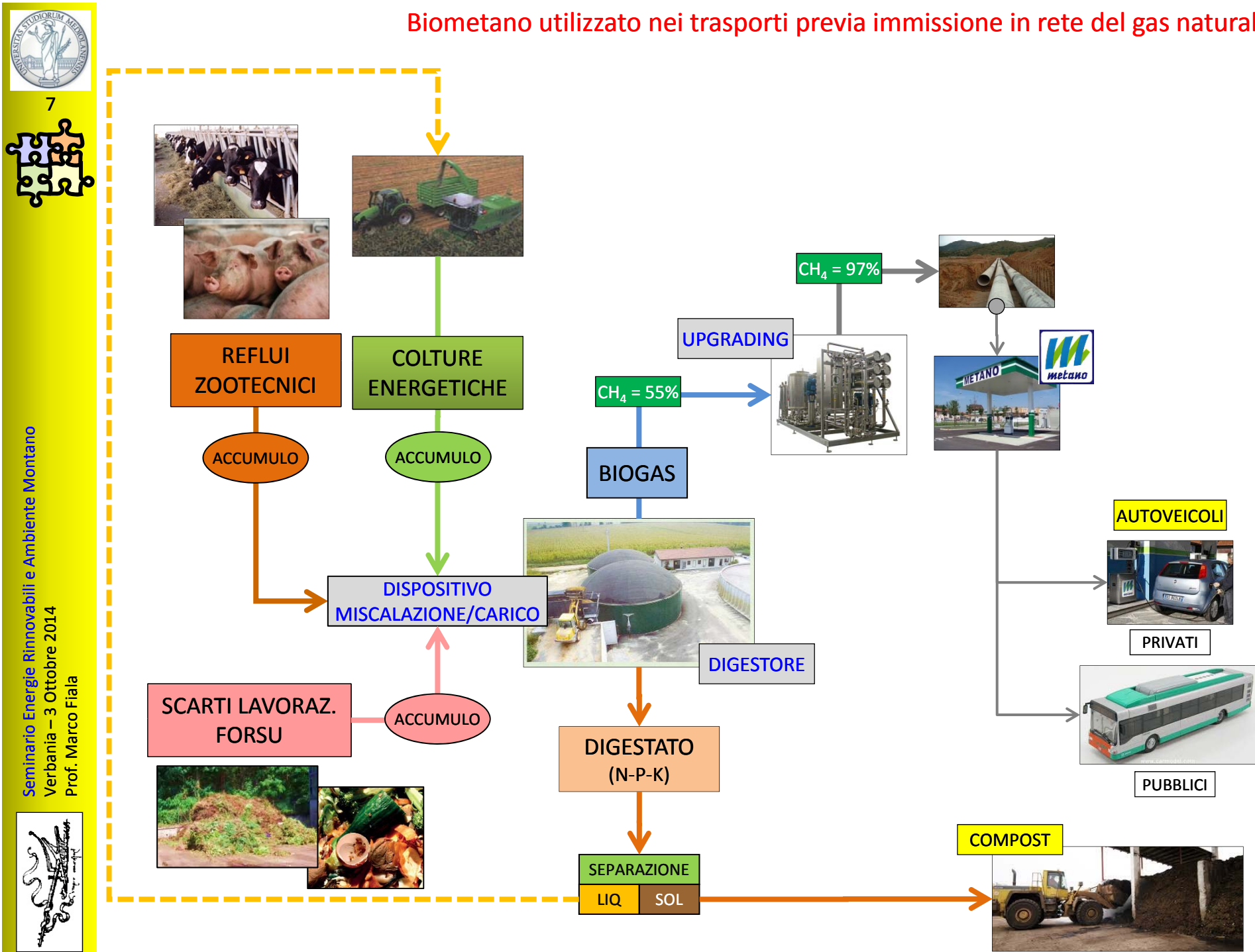
Seminario Energie Rinnovabili e Ambiente Montano
Verbania – 3 Ottobre 2014
Prof. Marco Fiala



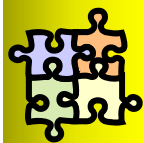
Biometano immesso nelle reti di trasporto e distribuzione del gas naturale



Biometano utilizzato nei trasporti previa immissione in rete del gas naturale



7

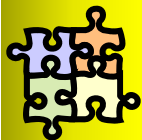


Seminario Energie Rinnovabili e Ambiente Montanaro
Verbania – 3 Ottobre 2014
Prof. Marco Fiala





8



SOLUZIONE	SCALA IMPIANTISTICA	FATTIBILITA' TECNICA	DIFFUSIONE	ATTRATTIVITA' ECONOMICA	NOTE
Biogas termico	Bassa	IT: Elevata EU: Elevata	IT: Bassa EU: Modesta	IT: Bassa	
Biogas cogenerazione	Bassa-Medio-Elevata	Elevata	IT: Elevata EU: Elevata	IT: Elevata	DM 6.7.2012
Biometano in rete	Medio-Elevata	IT: Assente EU: Elevata	IT: Assente EU: Modesta	IT: Media	DLgs n.28; 3.3.2011 Decreto MSE 5.12.2013 (decreto biometano)
Biometano per autotrazione	Medio-elevata	IT: Assente EU: Elevata	IT: Assente EU: Modesta	IT: Elevata	DLgs n.28; 3.3.2011 Decreto MSE 5.12.2013 (decreto biometano)

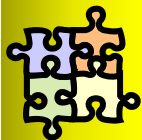
«DIREZIONE» IMPOSTA DAGLI INCENTIVI

Il DM 6.7.2012 sull'incentivazione del biogas – con la modulazione della tariffa incentivante - ha praticamente eliminato ogni interesse per impianti con Potenza Elettrica PE > 600 kW e, per quelli, con PE inferiore, la convenienza è riconducibile alla situazione in cui il substrato impiegato nei digestori risulta costituito per almeno il 70% del peso di sottoprodotti.

Il DM 5.12.2013 sull'incentivazione del biometano, seppur molto complesso nella declinazione di tutte le casistiche, esprime un particolare vantaggio verso il biometano per autotrazione.



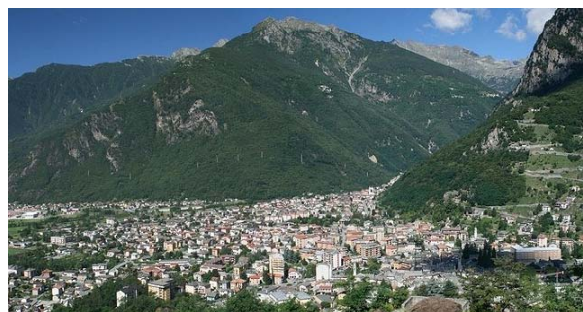
9



Seminario Energie Rinnovabili e Ambiente Montano
Verbania – 3 Ottobre 2014
Prof. Marco Fiala



Altitudine



Digestione Anaerobica e ambiti montani

ALPINO

Settori produttivi: allevamento bovino
Biomasse disponibili: reflui zootecnici
Quantità reperibili: molto modeste
Sistemi raccolta/recupero biomasse organizzati: assenti
Difficoltà trasporto: molto elevate
Taglia impiantistica: $50 < PE < 75$ kW
Tipologia impiantistica: molto semplificata

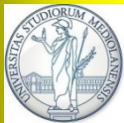
FONDOVALLE POCO URBANIZZATO

Settori produttivi: allevamento bovino; caseifici;
coltivazioni erbacee (cerealicole, foraggere)
Biomasse disponibili: reflui zootecnici; scarti lavorazione
umidi; sottoprodotti agricoli; FORSU
Quantità reperibili: modeste
Sistemi raccolta/recupero biomasse organizzati: modeste
Difficoltà trasporto: elevate
Taglia impiantistica: $75 < PE < 150$ kW
Tipologia impiantistica: semplificata

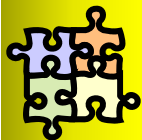
FONDOVALLE URBANIZZATO

Settori produttivi: allevamento bovino e suino; caseifici;
coltivazioni erbacee (cerealicole, foraggere, orticole);
trasformazioni agro-alimentari (vite, frutta); FORSU
Biomasse disponibili: reflui zootecnici; scarti lavorazione
umidi; sottoprodotti agricoli; FORSU
Quantità reperibili: medio-elevate
Sistemi raccolta/recupero biomasse organizzati: presenti
Difficoltà trasporto: modeste
Taglia impiantistica: $150 < PE < 400$ kW
Tipologia impiantistica: mediamente complessa

Quantità e tipo matrici, taglia e complessità impianto



10



Seminario Energie Rinnovabili e Ambiente Montano
Verbania – 3 Ottobre 2014
Prof. Marco Fiala

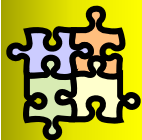


Caratteristiche base impianti (1)

	50 < PE < 75 kW	75 < PE < 150 kW	150 < PE < 400 kW
MATRICI PREVALENTI	reflui bovini, a costo nullo (se letame → paglia trinciata)	reflui bovini, sottoprodotti agricoli, scarti agro-industria;	reflui bovini, sottoprodotti agro- industria, sfalci urbani, FORSU
CARICO	prevasca miscelazione, pompe trit.	prevasca miscelazione, pompe trit. tramoggia + coclee	tramoggia + coclee (possibili pretrattamenti con FORSU)
DIGESTORE	monostadio. c.a., fuori terra o semi-int. elevato livello coibentazione	monostadio. c.a., acciaio, fuori terra o semi-int. elevato livello coibentazione	monostadio. c.a., acciaio, fuori terra. elevato livello coibentazione
MISCELAZIONE	continua, azionamento esterno	continua, azionamento esterno	continua
COPERTURA	soletta c.a. + serbatoio flessibile cupola gasometrica	cupola gasometrica	cupola gasometrica
SEPARAZIONE DIGESTATO	No	Si/No	Si
TRATTAMENTO BIOGAS	Si (H ₂ S fino a 2500 ppm → 120 ppm), solfobatteri + ossid. chimica (FeO)	Si (H ₂ S fino a 2500 ppm → 120 ppm), solfobatteri + ossid. chimica (FeO)	Si (solfobatteri) + chiller + scrubber
MOTORE IN ASSETTO COGENERATIVO	Si; $\eta_{EE} = 30-32\%$ recupero calore anche su fumi	Si; $\eta_{EE} = 34-36\%$ recupero calore anche su fumi	Si; $\eta_{EE} = 38-40\%$ recupero calore anche su fumi
FUNZIONAMENTO ANNUO	7500-8000 h/anno	8000 h/anno	8200-8500 h/anno
COMPLESSITÀ GESTIONALE	Elevata	Media	Media
AUTOMAZIONE RICHIESTA	Elevata	Elevata	Elevata
INVESTIMENTO SPECIFICO	6000-8000 €/kW	5000-6500 €/kW	5500-6500 €/kW
REPERIBILITÀ COMMERCIALE	Molto scarsa (in sviluppo)	Buona (in sviluppo)	Elevata Modesta (in sviluppo) per FORSU



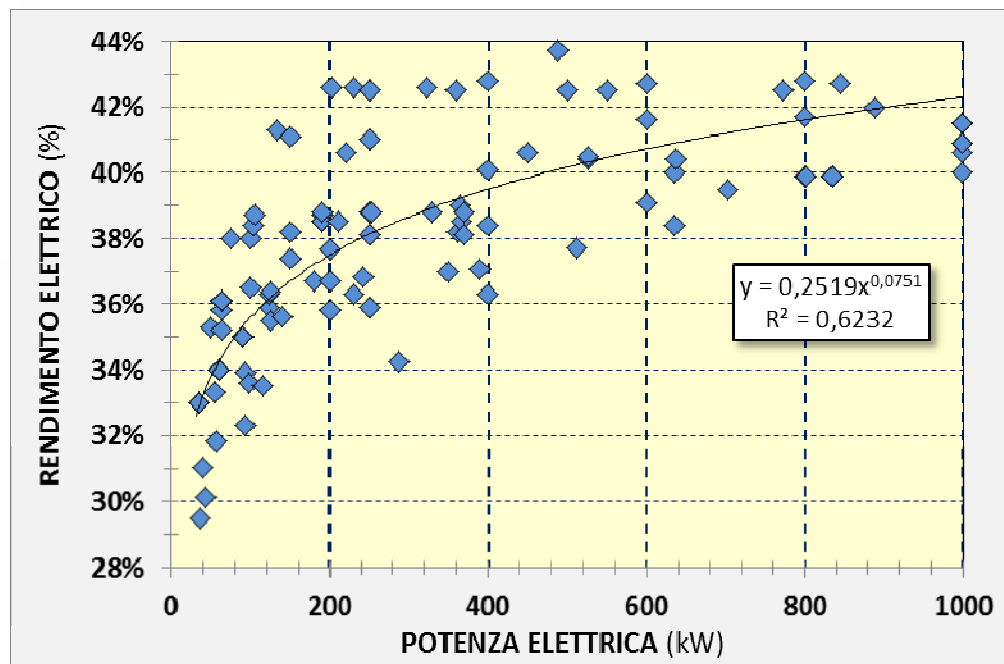
11



Seminario Energie Rinnovabili e Ambiente Montano
Verbania – 3 Ottobre 2014
Prof. Marco Fiala

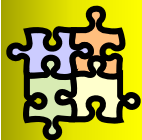


Rendimento elettrico vs. Potenza elettrica

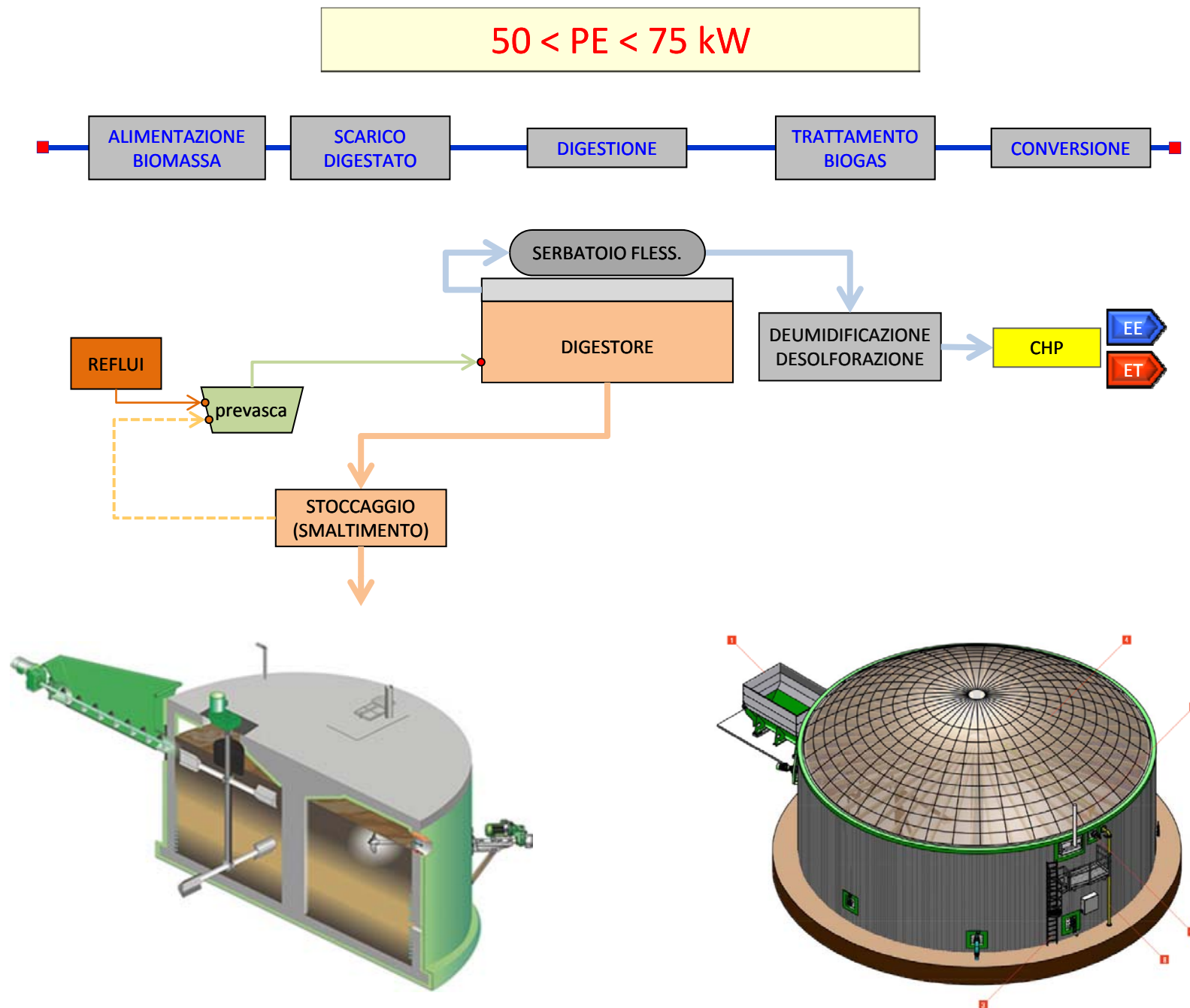




12

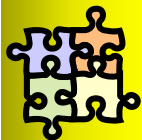


Schema impianti (1)

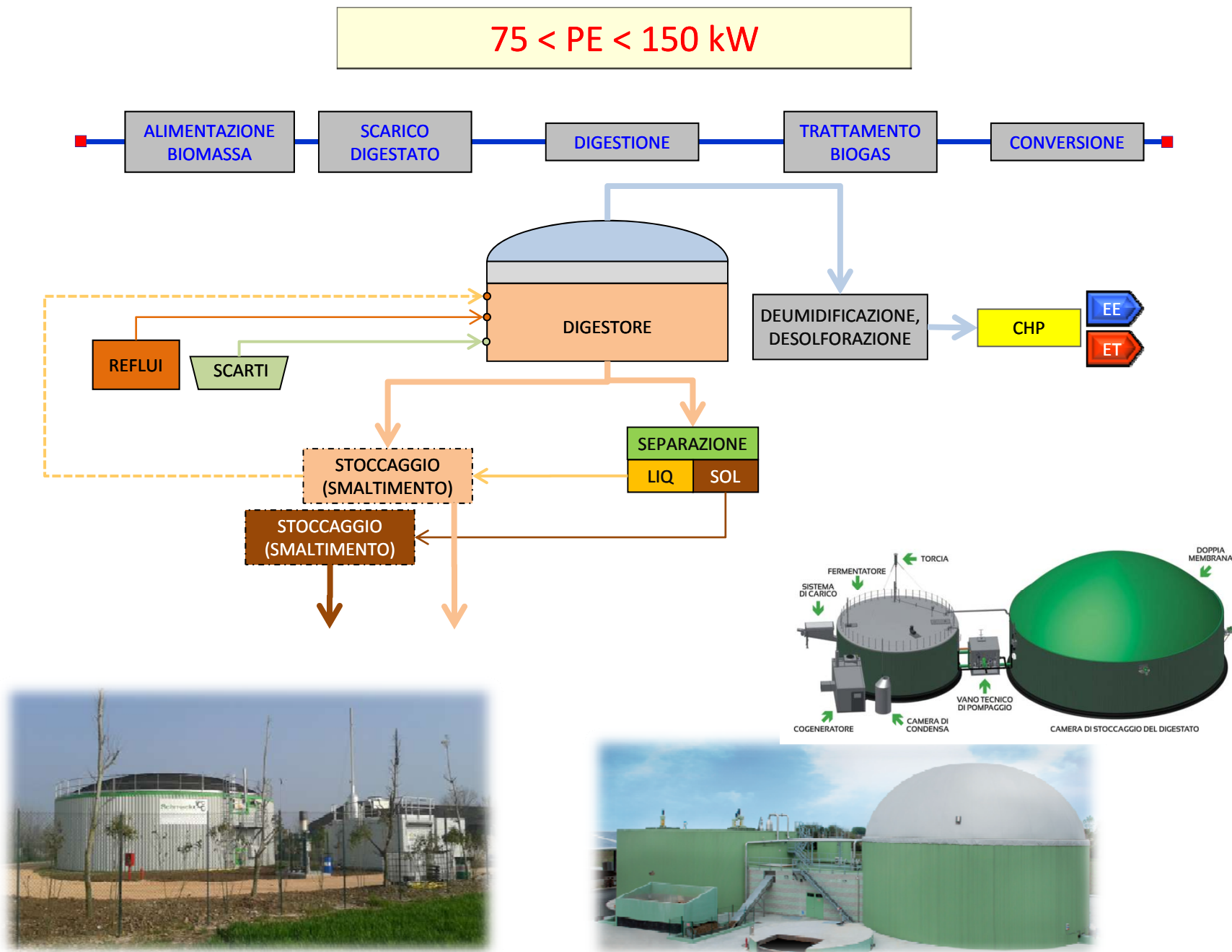




13

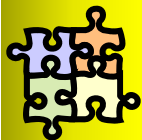


Schema impianti (2)

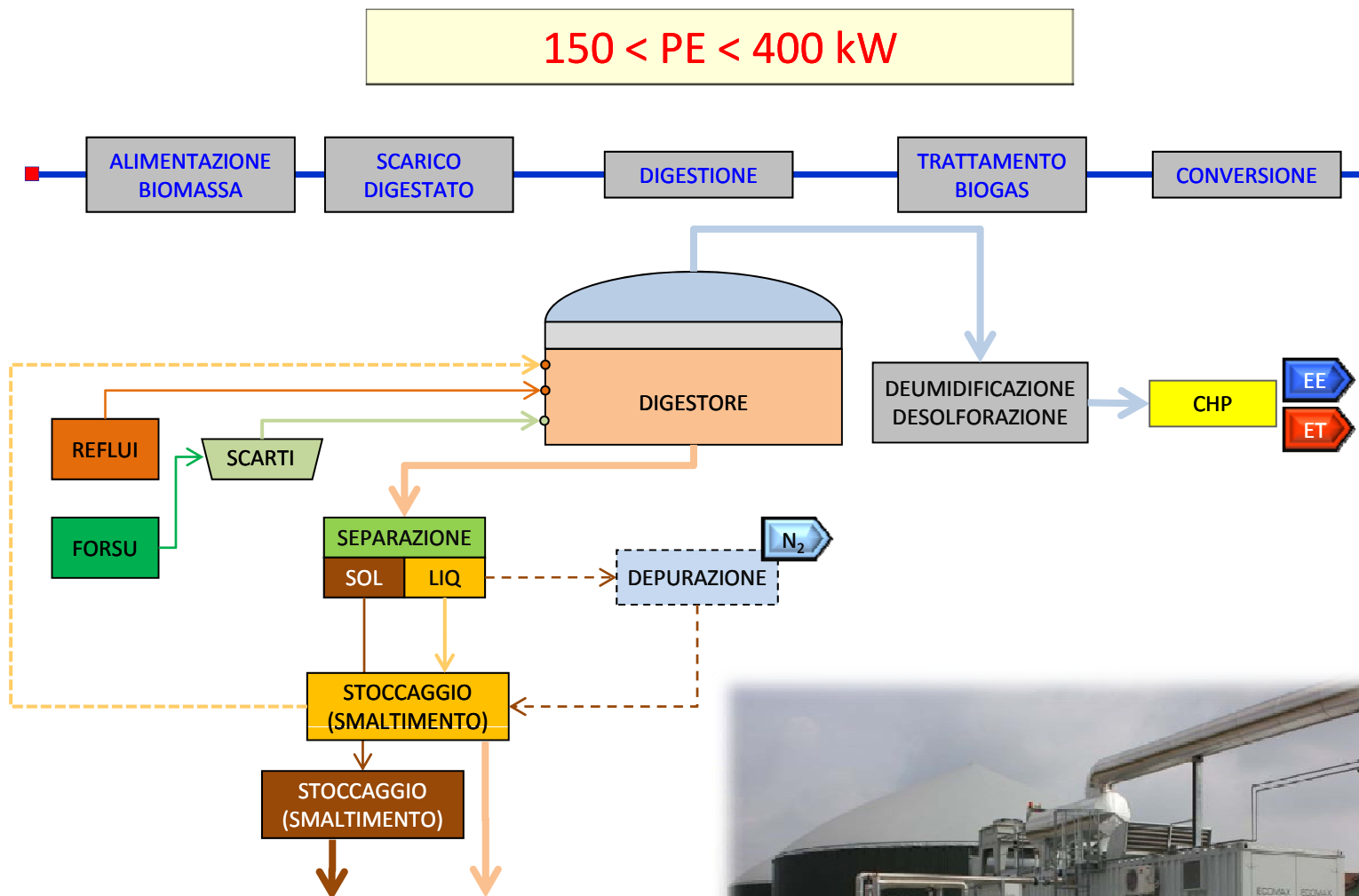




14

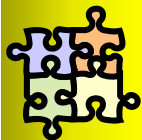


Caratteristiche base impianti (1)





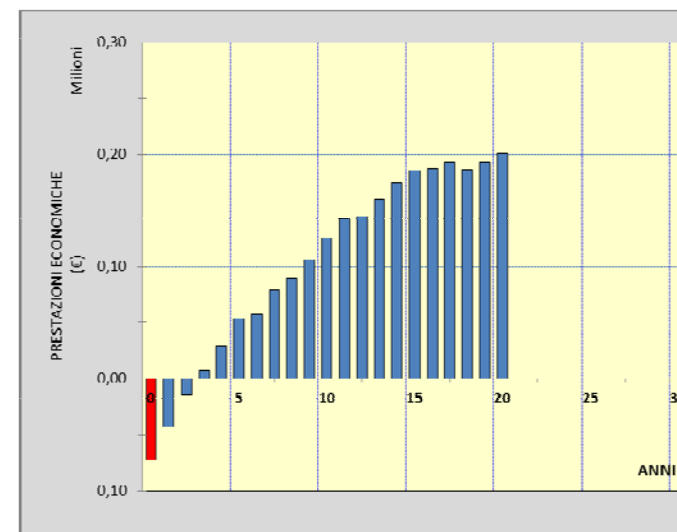
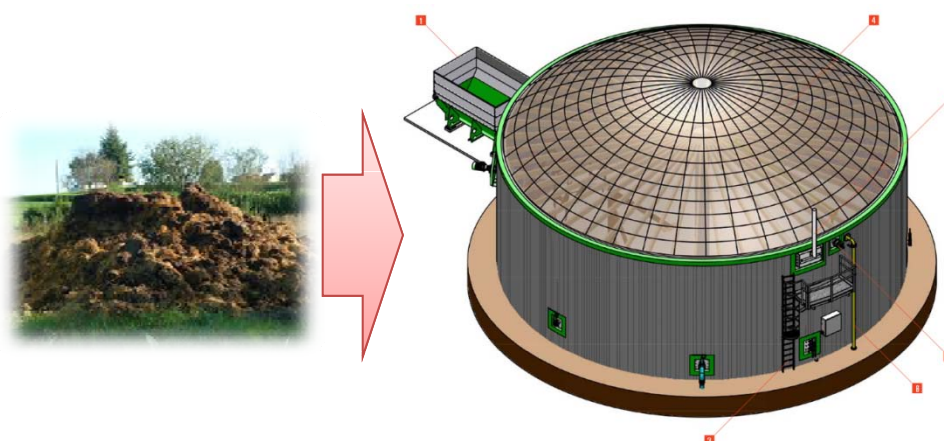
15



Esempio 1

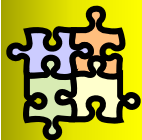
Matrice1: Letame bovino (250 capi eq.)	Palabile, ST = 15%	13,0 t _{TQ} /giorno 450 m ³ _N /t _{SV}
Matrice2:	-	-
Matrice3:	-	-
Regime termico	mesofilia	40-42 °C
Volume digestore	V _D	530 m ³
Tempo ritenzione	t _r	20 giorni
Potenza Elettrica	PE	50 kW
Investimento	I	360000 €
Funzionamento	t _f	8000 h/anno
Energia Elettrica Netta (autoconsumi: 10%)	EE _N	370 MWh
Energia Termica Netta (autoconsumi: 40-45%)	ET _N	330 MWh
Ricavi EE_N (0,230 €/kWh)	R _{EE}	85000 €/anno
Ricavi ET_N (50%; 0,114 €/kWh)	R _{ET}	18500 €/anno

$VAN_{(5,0\%)} = 200000 \text{ €}$; Indice Reddittività IR = 2,8; Pay Back PB = 3,0 anni





16

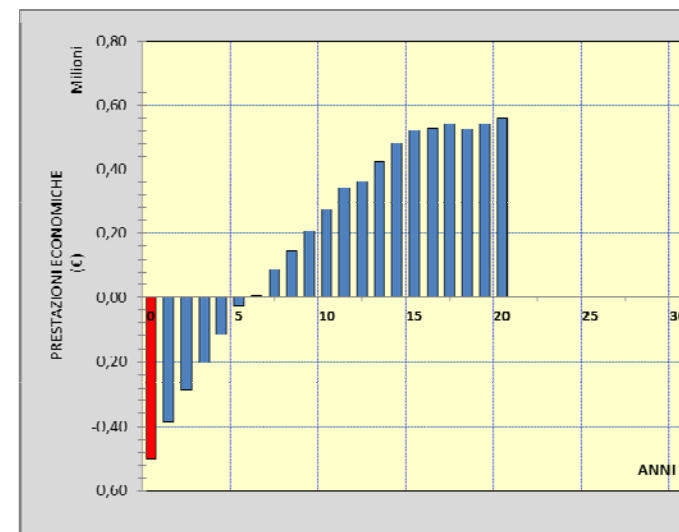


Seminario Energie Rinnovabili e Ambiente Montano
Verbania – 3 Ottobre 2014
Prof. Marco Fiala



Esempio 2

Matrice1: FORSU	Palabile, ST = 25%	40,0 t _{TQ} /giorno 400 m ³ _N /t _{SV}
Matrice2: Liquame	Pompabile, ST = 5%	25,0 t _{TQ} /giorno 350 m ³ _N /t _{SV}
Matrice3: Residui vegetali	Palabile, ST = 20%	5,0 t _{TQ} /giorno 500 m ³ _N /t _{SV}
Regime termico	mesofilia	40-42 °C
Volume digestore	V _D	3000 m ³
Tempo ritenzione	t _r	20 giorni
Potenza Elettrica	PE	310 kW
Investimento	I	2500000 €
Funzionamento	t _f	8000 h/anno
Energia Elettrica Netta (autoconsumi: 15-20%)	EE _N	2300 MWh
Energia Termica Netta (autoconsumi: 40-45%)	ET _N	1750 MWh
Ricavi EE _N (0,230 €/kWh)	R _{EE}	525000 €/anno
Ricavi ET _N (50%; 0,114 €/kWh)	R _{ET}	85000 €/anno
VAN _(5,0%) = 550000 €; Indice Reddittività IR = 1,1; Pay Back PB = 5,5 anni		

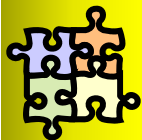


ENERGIE RINNOVABILI.
TUTTO E' POSSIBILE !
BEH... QUASI TUTTO.





18



Tariffa incentivante biogas (DM 6.7.2012)

DM 6.7.2012 → biogas; DURATA TARIFFA: 20 anni

	TIPOLOGIA SUBSTRATO	
	<u>Prodotti</u> di origine biologica	<u>Sottoprodotti</u> di origine biologica
POTENZA kW	TARIFFA BASE €/MWh	
< 300	180	236
300 < P < 600	160	206
600 < P < 1000	140	178
1000 < P < 5000	104	125
P > 5000	91	101

Massa Sottoprodotti ≤ 70% del totale

Decurtazioni annuali

	TIPOLOGIA SUBSTRATO	
	<u>Prodotti</u> di origine biologica	<u>Sottoprodotti</u> di origine biologica
	PREMI AGGIUNTIVI €/MWh	
VALORIZZAZIONE CALORE (impianto C.A.R.)	40	100
CALORE UTILIZZATO IN RETI TLR		40
RIDUZIONE EMISSIONI IN ATMOSFERA (1 < PE < 5 MW) rispetto a valori soglia predefiniti	10	10 20

Biometano: valore dei CIC

1 CIC = 10^7 kcal (L. 11 marzo 2006, n.81) = 11,62 MWh di biometano

Poiché (decreto 13 febbraio 2013 “*Specifiche convenzionali di carburanti e biocarburanti*”) il PCI del CH_4 è: $11,945 \text{ Gcal/t} = 9,44 \text{ kWh/m}^3_s$, allora si ha:

In termini volumetrici:

1 CIC = $1\,231 \text{ m}^3_s$ di biometano

In termini massici:

1 CIC = 0,8372 t di biometano

Sanzione per ogni CIC non immesso in commercio = 600 € (decreto del MiSE 23 aprile 2008, n.100).

Ipotizzando un valore dei CIC di 600 € si ottiene un incentivo di: $600 \text{ €/}1\,231 \text{ m}^3_s = 0,49 \text{ €/m}^3_s$; $600 \text{ €/}0,84 \text{ t} = 714,3 \text{ €/t}$.

Biometano: incentivi per autotrazione

Autotrazione

LIMITE IMPIEGO SOTTOPRODOTTI (% in massa)	Numero di CERTIFICATI IMMISSIONE al CONSUMO (CIC = 10^7 kcal = 1 t _{ep})			
	IMPIANTI NUOVI		IMPIANTI ESISTENTI	
	Vendita a i.d.m.a. (*)	i.d.m.a. proprio	Vendita a i.d.m.a.	I.d.m.a. proprio
<70%	1	$1 \cdot 1,5$ $(1^\circ \div 10^\circ \text{ anno})$ 1 $(11^\circ \div 20^\circ \text{ anno})$	$1 \cdot 0,7$	$1 \cdot 1,5 \cdot 0,7$ $(1^\circ \div 10^\circ \text{ anno})$ $1 \cdot 0,7$ $(11^\circ \div 20^\circ \text{ anno})$
$\geq 70\%$	1,7	$1,7 \cdot 1,5$ $(1^\circ \div 10^\circ \text{ anno})$ 1,7 $(11^\circ \div 20^\circ \text{ anno})$	$1,7 \cdot 0,7$	$1,7 \cdot 1,5 \cdot 0,7$ $(1^\circ \div 10^\circ \text{ anno})$ $1,7 \cdot 0,7$ $(11^\circ \div 20^\circ \text{ anno})$
100%	2	$2 \cdot 1,5$ $(1^\circ \div 10^\circ \text{ anno})$ 2 $(11^\circ \div 20^\circ \text{ anno})$	$2 \cdot 0,7$	$2 \cdot 1,5 \cdot 0,7$ $(1^\circ \div 10^\circ \text{ anno})$ $2 \cdot 0,7$ $(11^\circ \div 20^\circ \text{ anno})$

Sottoprodotti definiti in tabella 1A D.M. 6 luglio 2012 e/o materie di origine non alimentare tabella 1B D.M. 6 luglio 2012.

Nota (*): i.d.m.a.: impianto di distribuzione di metano per autotrazione.