



Aspetti e considerazioni tecniche nell'utilizzo dei sottoprodotti

F.Malpei, D. Scaglione

Politecnico di Milano, DIAR

BIOGAS E SOTTOPRODOTTI: FATTIBILITA' NORMATIVA E TECNICO-ECONOMICA

Cremona, 27 ottobre 2012





Chi produce/detiene il sottoprodotto

Chi usa/riceve il sottoprodotto

Gli enti di controllo e di autorizzazione

Quali gli elementi ed aspetti tecnici
di interesse per ciascuno ?



Qual è l' "equivalente in biogas" del proprio sottoprodotto ?

Putrescibilità/trasportabilità ?

Quale è la tecnologia di digestione più idonea ?

Possibilità di standardizzazione ?

Possibilità di riduzione elementi non idonei/indesiderabili ?



Qual è l' "equivalente in biogas" del sottoprodotto ?

Qual è la sua disponibilità temporale e la variabilità attesa delle caratteristiche ?

Componenti non idonee o indesiderabili ?

Putrescibilità/stoccaggio ?

Quanto ne posso utilizzare senza modificare assetto e stabilità del processo di digestione ?



Qual è la sua composizione ?

Presenza di elementi indesiderabili o rischi potenziali ?

Effetti sulla qualità del digestato ?

Effetti sulla qualità del biogas ?

Coerenza tra quantitativi e tipologia/potenzialità dell'impianto ?



SCHEDE SOTTOPRODOTTI IN PREPARAZIONE DI 7

CONCERTO CON LA PROVINCIA

Scheda sottoprodotto: SIERO DI LATTE

Descrizione:

Il siero è la parte liquida del latte che si separa dalla cagliata, cioè dalla precipitazione e dalla rimozione della caseina e dei grassi del latte durante il processo di caseificazione e rappresenta l'85 e il 95% in volume del latte utilizzato. Esiste il siero dolce e il siero acido (pH<6).

Impiego:

Il siero ha di per sé un elevato valore alimentare e contiene diverse componenti di pregio. Da alcuni anni, sono state sviluppate e sono disponibili sul mercato varie alternative tecnologiche finalizzate al recupero di queste componenti, in particolare il lattosio e le siero-proteine

Indicatori tecnici		
parametro	valore	fonte
tenore di secco - ST (%tq)	6.7-6.9	DIAR, Dinuccio et al. 2010
tenore di volatili SV (%ST)	87-91	DIAR, Dinuccio et al. 2010
produttività di metano - BMP (L CH ₄ /kgSV)	375-500	DIAR, Dinuccio et al. 2010
produttività di metano sul prodotto tal quale (L CH ₄ /kg tq)	23-31	
tenore di azoto N (%ST)	1.7-1.9	DIAR, Dinuccio et al. 2010
putrescibilità (tendenza ad acidificare rapidamente)		XX
possibile presenza materiali estranei (terra, ecc.)		0
criticità e note tecnologiche	Se in impianto solo siero consigliato reattore ad alto carico (UASB, IC, AnMBR, ecc.). Se in codigestione, limite superiore da valutare caso per caso (indicativamente 20% su SST in funzione del carico)	

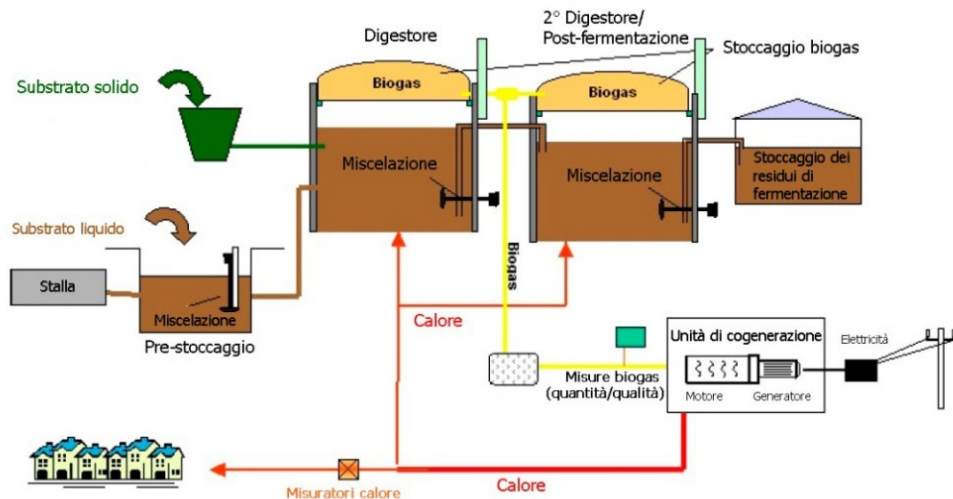


SOTTOPRODOTTO

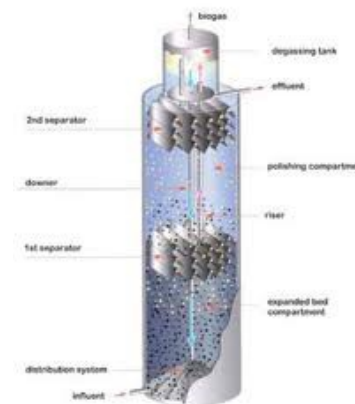
Codigestione in impianti esistenti di tipo agro-zootecnico

Digestione ad-hoc in impianti dedicati (es. intra-aziendali)

Impianti ad alto carico per sottoprodotti liquidi



- UASB
- IC





Disponibilità delle biomasse: stagionalità dei sottoprodotti													
PRODOTTO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Mesi (n.)
Pomodoro								■	■	■			3
Piselli, fagioli, fagiolini, mais dolce,					■	■	■		■				4
Bietola (polpe surpressate, melasso, foglie e coltetti)								■	■	■			3
Uva (vinaccia, buccette e feccia)								■	■	■			3
Mele, pere								■	■	■	■	■	5
Pesche, albicocche						■	■	■					3
Patate	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	10
Cipolla	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	10
SOA	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	12
Effluenti zootecnici	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	12

(fonte: Confcooperative Bologna 2012)



SOTTOPRODOTTI: aspetti quantitativi (Italia)

- **SOA Scarti di origine animale (macellazione – cat 3) – 1 milione t/anno:**

produzione regolare, alte rese, requisiti igienico sanitari da garantire, gestione delicata (azoto, grasso, odori..)

 - **Scarti vegetali** (vinacce, sanse, pastazzo agrumi, buccette pomodoro..) **2-35% materia prima**

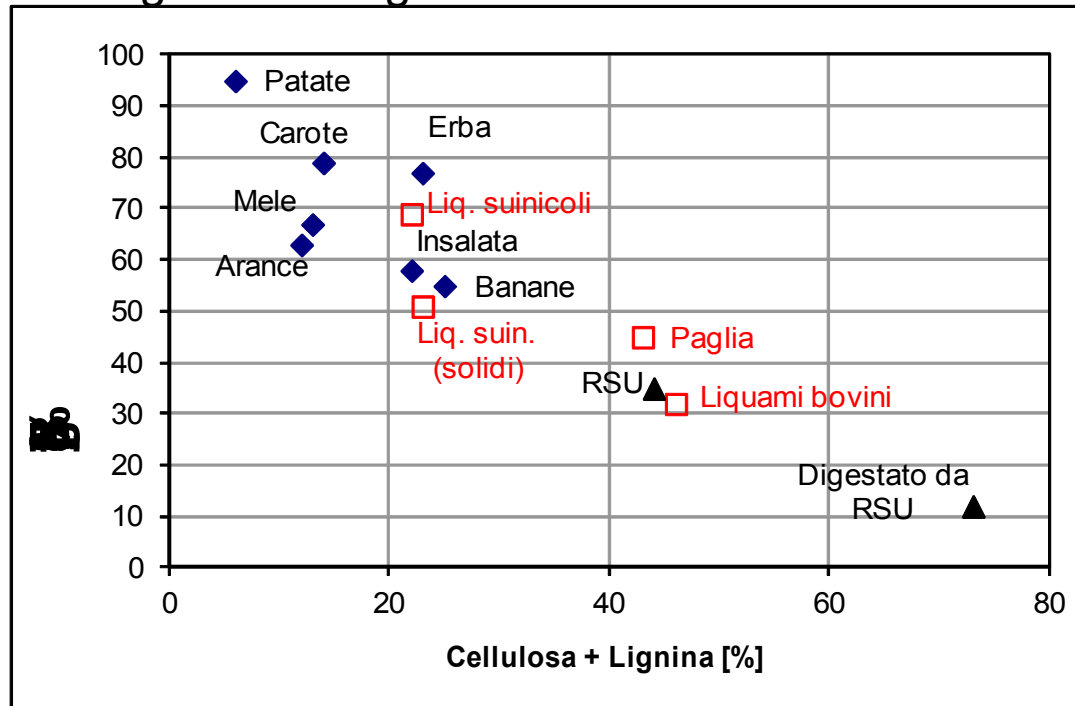
Provincia Bologna: 48.320 t/a scarti vegetali (10% del prodotto)
(Confcooperative Bologna 2012)

-**Industria di caseificazione: 9 milioni di t di siero/anno**

SOTTOPRODOTTI: degradabilità

Degradabilità delle matrici di interesse:

- Sostanze ben degradabili: proteine, grassi, amido, zuccheri, fibre digeribili
- Sostanze lentamente degradabili: cellulosa, emicellulosa
- Non degradabile: lignina



SOTTOPRODOTTI: produttività di biogas

BMP per diverse biomasse:

Matrice	mBIOGAS3 tSV alimentati-1
Fanghi di depurazione civile	250-350
Frazione organica VS dei rifiuti urbani (FORSU)	400-700
Deiezioni animali (suini, bovini, avicunicoli)	200-500
Colture energetiche (mais, sorgo zuccherino, erba, ecc)	550-750
Residui colturali (paglia, colletti di barbabietole, ecc.)	350-400
Scarti organici agroindustriali (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi reflui di distilleria, birrerie, cantine)	400-800
Scarti organici di macellazione (grassi, contenuto stomacale e intestinale, sangue, fanghi di flottazione, ecc.)	550-1000



- Produzione “regolare” e abbondante (oltre 100 milioni di t in Italia)
- idoneo alla digestione anaerobica, rese non elevatissime ma costo nullo
- substrato completo con buon “potere tampone” (ideale in co-digestione)

FATTORI che influenzano quantità e qualità refluo:

- Età degli animali e tipologia alimentazione
- Età del liquame, modalità di stabulazione e gestione deiezioni

es. Liquame suino

tracimazione continua: età media 20gg



Suini (liquame fresco)

Caratteristiche indicative

ST (%tq): 2,8-6,0

SV (%ST): 63-77

N (%ST): 6,3-9,7



Produttività metano

270-330 L CH₄/ kgSV

7,5-9,2 L CH₄/ kg tq

Bovini (liquame fresco)

Caratteristiche indicative

ST (%tq): 5,7-10,7

SV (%ST): 64-82

N (%ST): 2,8-6,6



Produttività metano

180-270 L CH₄/ kgSV

11-16 L CH₄/ kg tq

Fonte: CRPA - DIAR



Pollina (da broiler o da ovaiole) e lettiera avicola

Caratteristiche

ST (%tq): 25-74

SV (%ST): 58-87

N (%ST): 2,7- 6,9

Esempio: test BMP su pollina diluita



Produttività metano

140 - 220 L CH₄/ kgSV

26-107 L CH₄/ kg tq

Pollina

Caratteristiche

ST (%tq): 77

SV (%ST): 70

N (%ST): 2,7



Produttività metano (test 1% ST)

145 L CH₄/ kgSV

78 L CH₄/ kg tq

Fonte: Costa et al. 2004



Buccette e semi provenienti dall'industria di trasformazione del pomodoro (circa 3-4% in peso rispetto alla materia prima)

-disponibilità limitata nel tempo (3-4 mesi all'anno)
Necessità insilamento

Caratteristiche:

ST (%tq): 32-33

SV (%ST): 97-98

N (%ST): 3.1



Produttività di metano:

190-210 L CH₄/ kgSV

Fonte: Dinuccio et al. 2010 - CRPA
55-64 L CH₄/kg tq



*Scarti provenienti dall'industria della patata (bucce e strati sottostanti).
Circa il 13-14% in peso della materia prima*

- produzione irregolare, ma distribuita in 10 mesi all'anno
conveniente insilamento

Caratteristiche:

ST (%tq): 16

SV (%ST): 92

N (%ST): 3.8



Produttività di metano:

270-380 L CH₄/ kgSV

40-55 L CH₄/kg tq Fonte: C. Frighi et al. (2009)



In Italia 62.000 ha dedicati alla coltivazione di bietola da zucchero

Sottoprodotti valorizzabili:

- foglie e collietti
- polpe di restituzione



Disponibilità limitata nel tempo (3-4 mesi all'anno)



Necessità insilamento



Produttività di metano

Foglie e colletti

ST (%tq) 15-25

SV (%ST) 75-88

N (%ST) 2.3

Foglie e colletti freschi 326 CH₄/ kgSV

Foglie e colletti insilati 251 CH₄/ kgSV

Fonte: Ciuffreda, Agrofer 2011

Polpe di restituzione

ST (%tq) 15-25

SV/ST (%) 75-88

N (%ST) 2.3

Polpe insilate 430 CH₄/ kgSV

Fonte: Kryvoruchko et al. 2009



Residuo liquido del latte che si separa dalla cagliata durante il processo di caseificazione

Il siero rappresenta l'85-95% in volume del latte utilizzato

Componente	Siero Dolce	Siero Acido
pH	5,9 ÷ 6,3 (≥ 6)	<u>4,3 ÷ 4,6</u> (< 6)
Solidi Totali (%)	6,3 ÷ 6,5	6,0 ÷ 6,2
Proteine (%sul secco)	11,5 ÷ 13,5	<u>5,3 ÷ 12,1</u>
Grasso (%sul secco)	0,8 ÷ 7,9	< 1
Lattosio (%sul secco)	71,8 ÷ 77,4	67,7 ÷ 80,7
Ceneri (%sul secco)	7,8 ÷ 9,7	<u>13,1 ÷ 14,0</u>
Acido Lattico (%sul secco)	0,7 ÷ 0,78	<u>~ 6,4</u>
Sali minerali (%sul secco)	~ 8,5	<u>$\leq 12,5$</u>

Limitato uso alimentare



Vantaggi

- L'ottima degradabilità anaerobica, l'assenza di materiale particolato, la rapida idrolizzabilità del siero consente di trattarlo in **REATTORI ANAEROBICI ad ALTO CARICO**
- **IMPIEGO in LOCO** dell'energia termica di cogenerazione prodotta
- **POSSIBILITA'** di **TRIGENERAZIONE** (Necessità di condizionamento e refrigerazione)

Problematiche

- Bassa alcalinità e rapida fermentabilità del siero (siero deP) →
 - dosaggio significativo di alcalinità ($0,2 \div 1$ gNaHCO₃/gCOD) (*Mockaitis et al., 2006*)
 - codigestione del siero (20-50% VS alimentati) con le deiezioni zootecniche (*Gelegenis et al., 2007*)

Caso di studio: siero di latte VS permeato di

lattosio

Digestione diretta
siero di latte

SIERO
 Q (m³/d)= 250
 COD (g/L)= 59,3
 N (g/L)= 1,3
 Proteine (g/L)=8,3
 Grassi (g/L)=0,5
 Lattosio (g/L)=46,2
 COD/N = 45,6

UASB

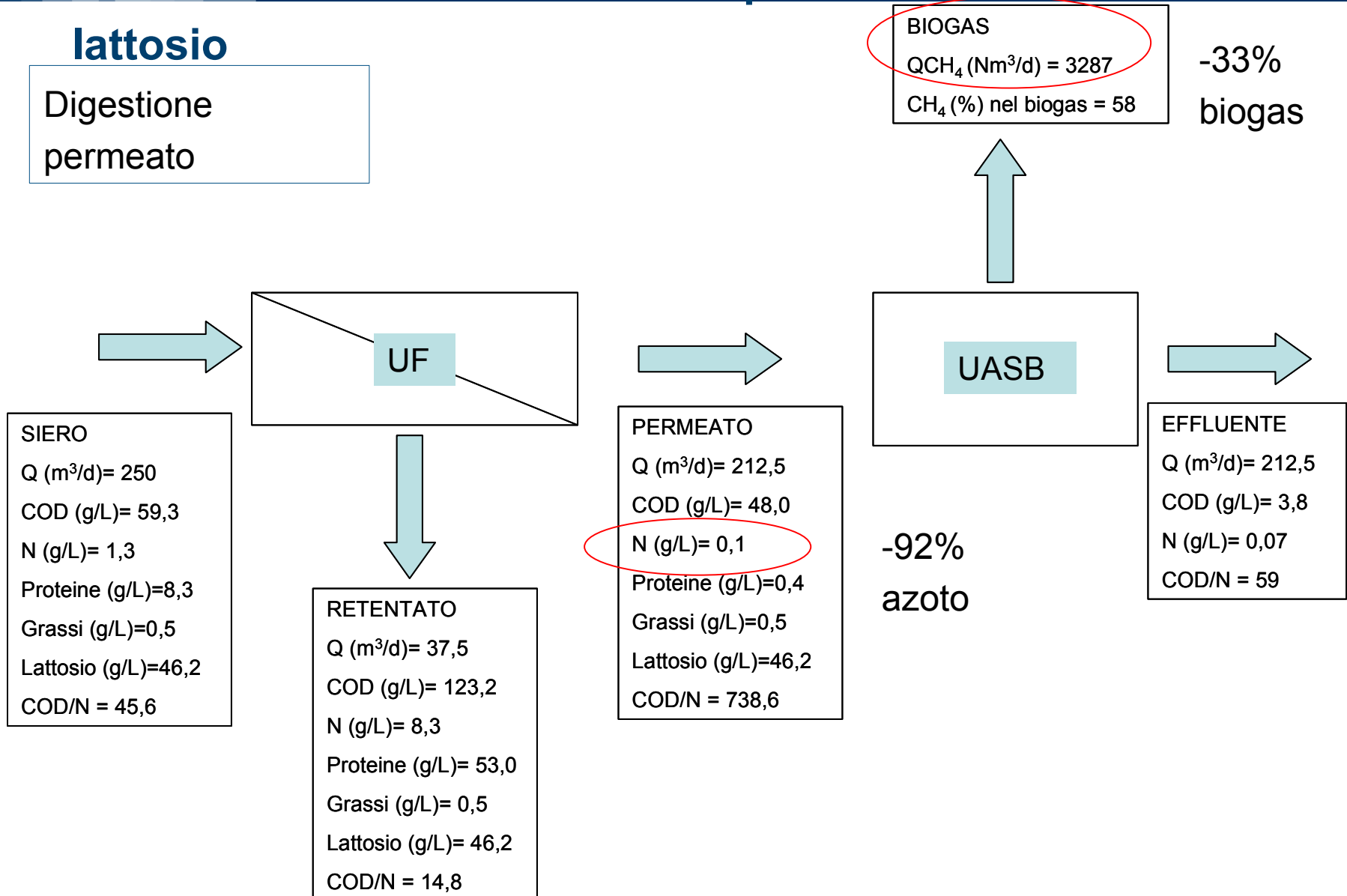
BIOGAS
 QCH₄ (Nm³/d) = 4879
 CH₄ (%) nel biogas = 58

EFFLUENTE
 Q (m³/d)= 250
 COD (g/L)= 3,6
 N (g/L)= 1,3
 COD/N = 3

Caso di studio: siero di latte VS permeato di

lattosio

Digestione
permeato

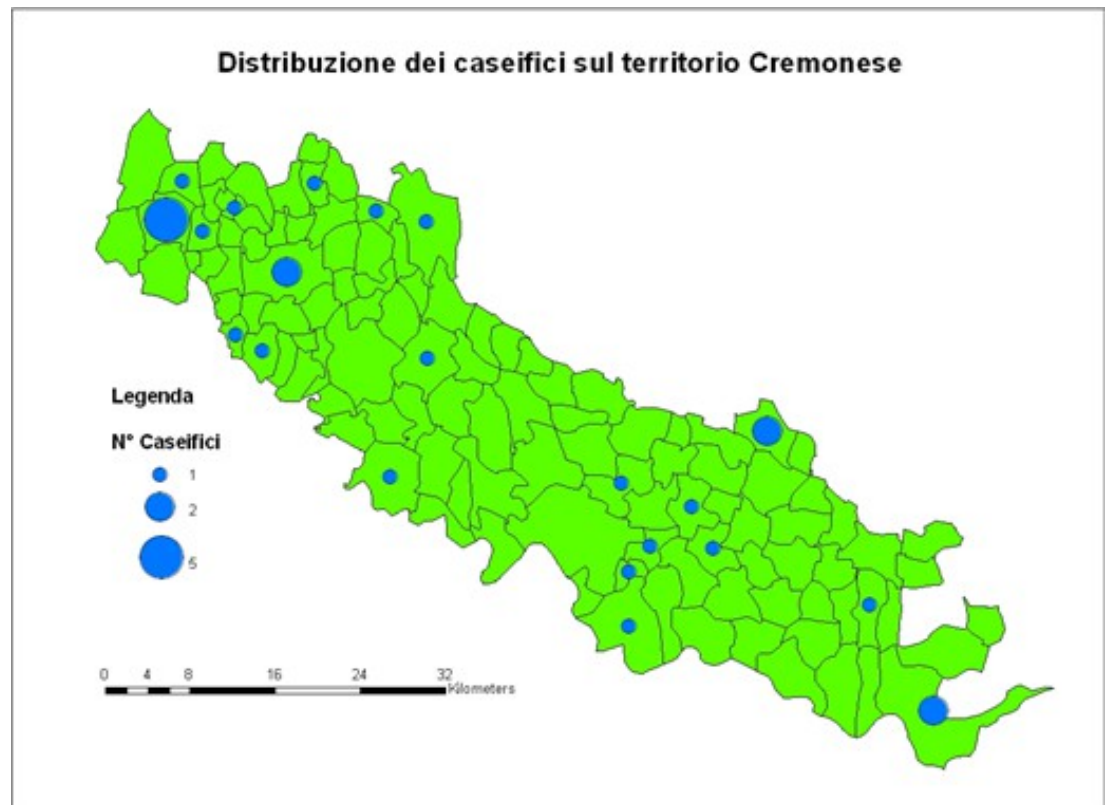




Dati ARPA riferiti al 2009

Codice	Latte [t/d]	Siero [t/d]
L1	0,02	0,02
L2	0,04	0,04
L3	0,15	0,14
L4	0,20	0,18
L5	0,22	0,20
L6	0,55	0,49
L7	1,41	1,27
L8	1,84	1,66
L9	2,48	2,23
L10	5,21	4,68
L11	10,87	9,79
L12	14,10	12,69
L13	16,62	14,96
L14	17,99	16,20
L15	22,13	19,92
L16	22,56	20,30
L17	25,50	22,95
L18	40,72	36,65
L19	62,27	56,05
L20	71,70	64,53
L21	72,08	64,87
L22	79,69	71,72
L23	102,99	92,70
L24	242,68	218,41
L25	269,38	242,44
L26	272,41	245,17
L27	462,91	416,62
L28	806,65	725,98
Totale	2'625,37	2.362 t/d

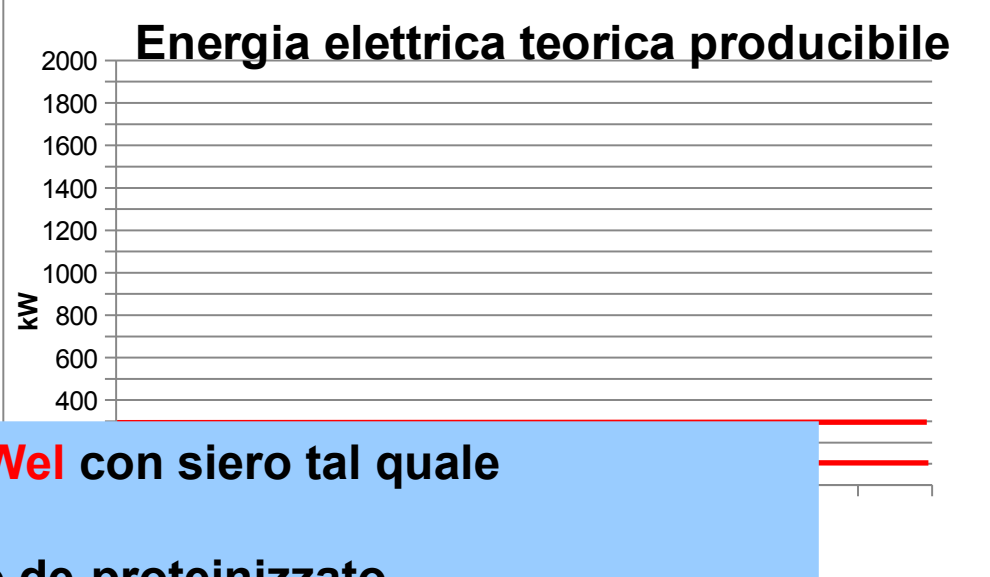
- Siero pari al 90% del latte lavorato





Ipotesi di calcolo:

- ▶ Efficienza degradazione del substrato: 91%
- ▶ Efficienza elettrica del motore: 38%



Totale potenza installabile: 6 MWel con siero tal quale

4 MWel con siero de-proteinizzato

Siero prodotto giornalmente



Classificazione in base alla potenza del motore:

- ▶ Oltre 300 kW el
- ▶ Tra 100 e 300 kWel
- ▶ Meno di 100 kWel

Classificazione in base al siero prodotto:

- ▶ Oltre 120 t/d
- ▶ Tra 40 e 120 t/d
- ▶ Meno di 40 t/d





Caseificio “Landfrisch” a Wels (Austria)

Qsiero IN = 50.000 ton/anno



ULTRAFILTRAZIONE



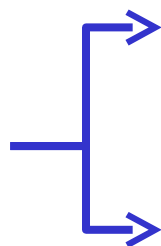
permeato

Digestione anaerobica

(UASB)



Potenze installate



500 kW energia elettrica

ca.8200 kWhel/d effettiva prod.

580 kW energia termica





Caseificio “Daisy Brand” in Texas (USA)

Siero + acqua di lavaggio
Q IN = 190 m³/d
[COD]medio IN = 60 kgCOD/m³



Bioreattore AnMBR
Condizioni mesofile



Efficienza degradativa
> 99%



[COD]medio OUT = 0,2 kgCOD/m³
produzione CH₄ = 4000 Nm³/d
~14000 kWh_{el}/d





PRO:

- **Riuso energetico di residui di attività produttive**
- **Via di collocazione/destino finale di scarti dei quali è necessario disfarsi**
- **Possibile bilanciamento della composizione dell'alimento al digestore: effetto "codigestione" con incremento sinergico della produzione di biogas**
- **Ampie disponibilità (comunque da definire e studiare, anche in ragione delle distanze di trasporto: **biogas da filiera**)**



CONTRO:

- **Difficile standardizzazione ed ampia variabilità delle caratteristiche (chimico-fisiche, rapidità di biodegradazione, pezzatura, ecc.) soprattutto per alcuni sottoprodotti**
- **Possibile presenza di elementi estranei e non idonei (terra, noccioli, materiale inerte): effetti di breve/medio/lungo termine su funzionalità digestore, quali riduzione volume utile, abrasione, ecc.**
- **Eventuale incremento di componenti indesiderabili (azoto, zolfo, ...)**
- **Elevata putrescibilità, necessità di idonee modalità stoccaggio (silos, contenitori chiusi..)**



<http://www.fabbricabioenergia.polimi.it>

Home Ric

News

- [Convegno anaerobico biomassa](#)
- [Convegno](#)
- [Linea S impianti](#)
- [Linea F Pretratt](#)
- [Linea F azoto c](#)

Grazie per l'attenzione

francesca.malpei@polimi.it

...di
attività.
...ci e
...uscita,
...parto
...mente
...di estrazione multidisciplinare.



- **Aumento della tariffa incentivante base: dal 10 al 30% circa, al ridursi della potenzialità**
- **Uso di sottoprodotti costituisce elemento di priorità nella graduatoria di iscrizione al registro/selezione**
- **Verifica di provenienza e tracciabilità (eseguita da MiPAF)**
- **Verifica di quantità di sottoprodotto impiegate su base annuale, con procedure semplificate se $P < 300$ kW (con modalità predisposte da MiPAF)**



Alternative per la valorizzazione del siero – Filiera di trattamento per la valorizzazione del siero

