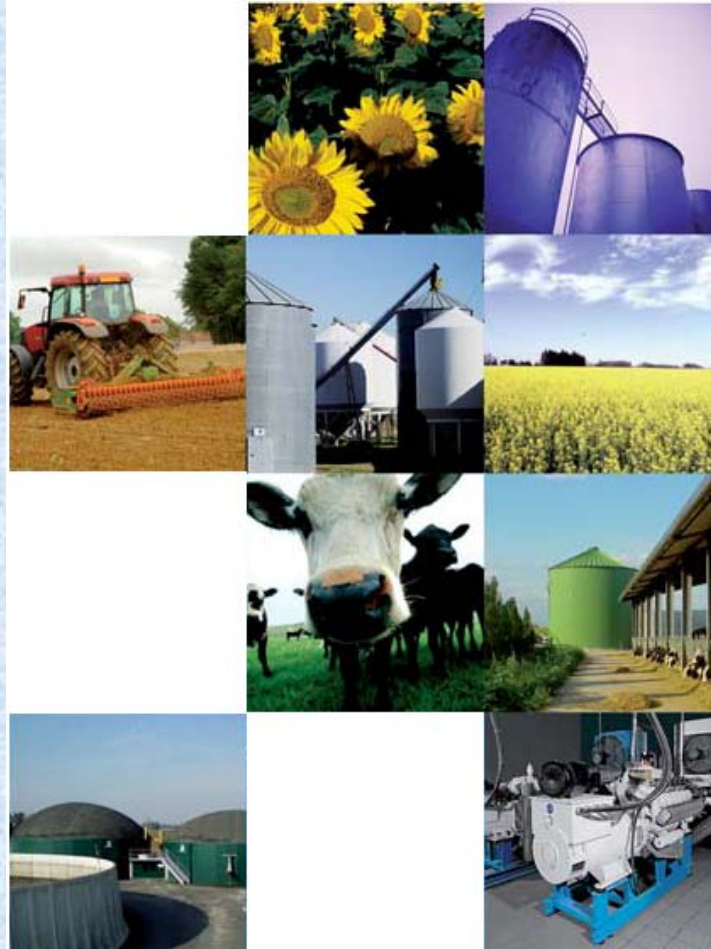


Pasian di Prato, 30 nov. 2007



## Il punto sulla tecnologia della digestione anaerobica di biomasse agricole, zootecniche ed agro- industriali e sulla gestione del digestato

Roberto Chiumenti

Alessandro Chiumenti

<http://web.uniud.it/biogas/>

[achiumenti@hotmail.com](mailto:achiumenti@hotmail.com)



**DiSA**

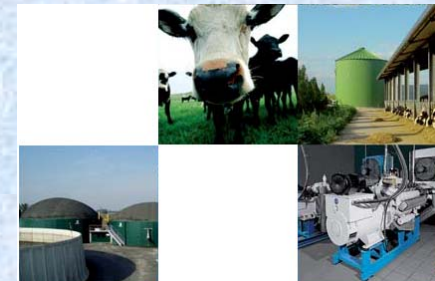
Dip. Scienze Agrarie e Ambientali  
Università degli studi di Udine

**Il titolo della nostra relazione è .... in realtà.... quello della giornata ....**

**.... cercheremo comunque di affrontare gli aspetti più significativi del processo della digestione anaerobica, che non sono solo quelli impiantistici, ma anche quelli della valenza agronomica del processo, della convenienza dell'utilizzo delle biomasse, della sostenibilità ambientale e ovviamente della sostenibilità economica degli impianti.**



**Prima di affrontare gli aspetti prettamente tecnici del processo ci sembra utile fare riferimento alla contingenza particolarmente favorevole per la produzione di energia elettrica con la digestione anaerobica: i contatti avuti in questi giorni con i Ministeri dell'Agricoltura e dell'Ambiente danno segnali molto interessanti**





- **la normativa energetica promette incentivi alla produzione di energia elettrica maggiori di quelli attuali**
- **è in dirittura finale il decreto ambientale che porterà alla derubricazione da rifiuto delle biomasse utilizzate per la produzione di energia elettrica nei processi di digestione anaerobica e di combustione**
- **i PSR in fase di attivazione da parte delle Regioni prevedono la finanziabilità degli impianti**



## **PIANO SVILUPPO RURALE 2007 -2013**

**Le misure agroambientali della Regione FVG, di cui parlerà il dott. Gottardo, prevedono la finanziabilità degli impianti di digestione anaerobica, con contributo differenziato per le diverse figure imprenditoriali, per la zona, per la vendita o meno dell'energia dal 20% (nel caso di cessione in rete dell'energia) e 40% come massimo.**

**Sono interventi che potrebbero essere utili a finanziare le infrastrutture dell'impianto (silos, vasche, ecc) dato il limitato costo ammissibile**



# NORMATIVA ENERGETICA

**DISEGNO DI LEGGE “CONVERSIONE IN LEGGE, CON MODIFICAZIONI, DEL DECRETO LEGGE 1 OTTOBRE 2007 N. 159” - TESTO RITORNATO AL SENATO IN SECONDA LETTURA IL 22 NOVEMBRE 2007**

**382. La produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati da biomasse e **biogas derivante da prodotti agricoli, di allevamento e forestali ... ottenuti entro un raggio di 70 km dall'impianto** che li utilizza per produrre energia elettrica, autorizzata in data successiva al 31 dicembre 2007, è incentivata con i meccanismi di cui ai successivi commi.**

**382-bis. La produzione di energia elettrica **mediante impianti alimentati dalle fonti di cui al comma 382 e di potenza elettrica superiore ad 1 megawatt (MW), è incentivata mediante il rilascio di certificati verdi, per un periodo di quindici anni.****





# NORMATIVA ENERGETICA

**382-ter.** La produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati dalle fonti di cui al comma 382 e di **potenza elettrica non superiore ad 1 MW, immessa nel sistema elettrico, ha diritto, in alternativa ai certificati verdi di cui al comma 382-bis e su richiesta del produttore, a una tariffa fissa omnicomprensiva pari a 0,30 euro per ogni kWh, per un periodo di quindici anni.**

**382-quinquies.** Per gli impianti alimentati dalle fonti di cui al comma 382 l'accesso agli incentivi di cui ai commi da 382 a 382-quinquies è **cumulabile con altri incentivi pubblici di natura nazionale, regionale, o comunitaria in conto capitale o conto interessi con capitalizzazione anticipata, non eccedenti il 40 per cento del costo dell'investimento.**



# NORMATIVA AMBIENTALE

SCHEMA DI DECRETO LEGISLATIVO RECANTE ULTERIORI  
DISPOSIZIONI CORRETTIVE ED INTEGRATIVE DEL D.LGS. 3 APRILE 2006,  
N. 152, RECANTE NORME IN MATERIA AMBIENTALE

*"ART. 185 (Limiti al campo di applicazione)*

1. Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del presente decreto: .....

3) le carogne ed i seguenti rifiuti agricoli: **materie fecali ed altre sostanze naturali non pericolose utilizzate nelle attività agricole anche dopo trattamento in impianti aziendali ed interaziendali agricoli, quali gli impianti per la produzione di biogas, .....**

4) **materie fecali e vegetali di provenienza agricola ed agroalimentare destinate, nell'ambito di specifici accordi, senza trasformazioni, alla combustione in impianti aziendali e interaziendali ed alla produzione di fertilizzanti, nonché ai trattamenti di cui all'allegato III del decreto interministeriale 7 aprile 2006;**





**Ci sono, dunque, tutti i presupposti per una terza fase di sviluppo della tecnologia della digestione anaerobica.**



**I<sup>a</sup> fase - anni '80**

**fase di messa a punto  
della tecnologia**



**realizzazione di una  
cinquantina di impianti di cui  
qualcuno ancora attivo**



## II<sup>a</sup> fase - anni 1995-2006

**Scoperta della co-digestione e sviluppo di impianti di potenza elevata (anche > 1 MW) con prevalente utilizzo di biomasse vegetali**



**Una cinquantina di impianti realizzati nella pianura padana, favoriti dal basso prezzo del mais**



**Oggi la convenienza economica del mais per la digestione anaerobica è in discussione per il suo elevato costo**



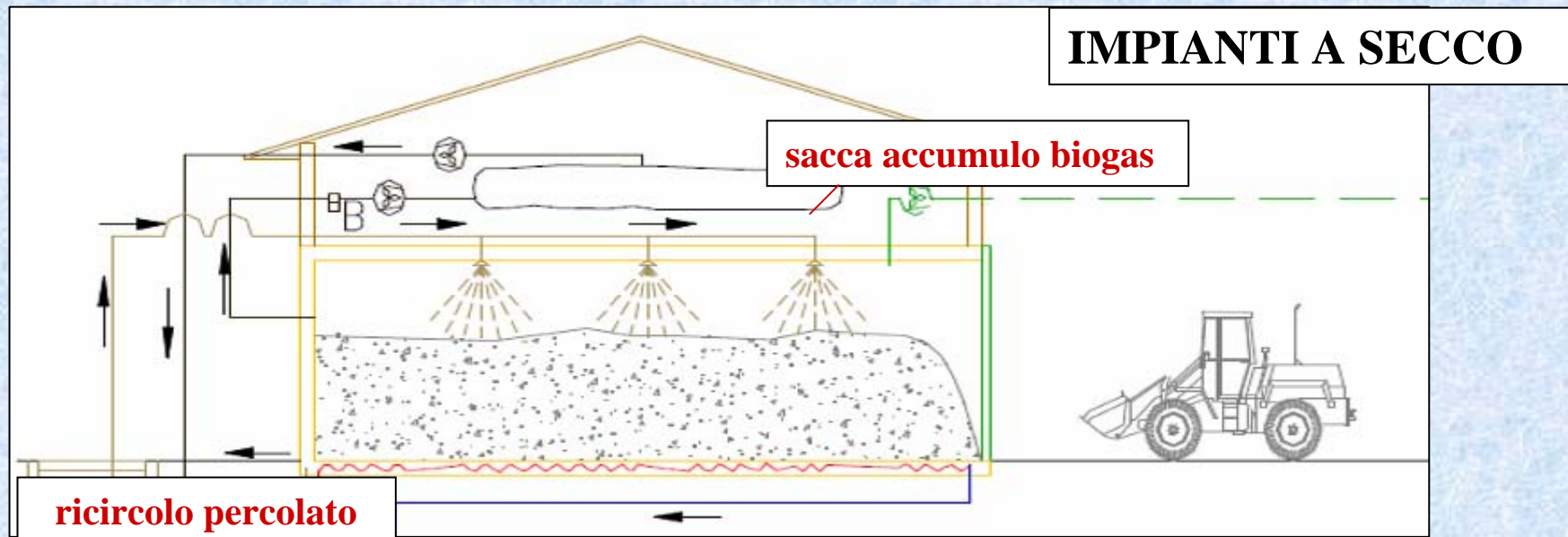


## **III<sup>a</sup> fase .... dal 2008**

**Valorizzazione degli impianti aziendali, sia quelli di piccola taglia, operanti su sole deiezioni animali, che quelli di elevata potenza con co-digestione di effluenti di allevamento e biomasse vegetali.**

**Se finora in agricoltura si è fatto ricorso solo a impianti di digestione anaerobica ad umido (wet anaerobic digestion) oggi si comincia a parlare anche degli impianti a secco (dry anaerobic digestion).**





**La struttura di questi impianti è tipo container, con porta di carico-scarico a chiusura ermetica con riscaldamento attuato mediante tubazioni inserite nelle pareti e nella pavimentazione. La biomassa viene sistemata con altezza del cumulo di 3-4 metri e viene mantenuta in ambiente anaerobico per 30-35 giorni per poi essere scaricata con la stessa pala con la quale si era effettuato il carico.**



## IMPIANTI A SECCO

**Considerata la produzione discontinua di biogas occorre disporre di almeno 3-4 celle.**

**Data la limitata disponibilità di referenze bibliografiche su questi impianti su reflui agricoli - i primi sono del 2005 - preferiamo rimandare ogni valutazione su rendimenti ed affidabilità alle relazioni delle ditte costruttrici.**





## IMPIANTI AD UMIDO

**Per gli impianti ad umido iniziamo l'analisi tecnologica dal tema**

***“piccoli o grandi impianti”.***

**La taglia minima per un impianto economicamente sostenibile può essere indicata in impianti della potenza di 50 kW, che corrisponde per impianti zootecnici ad allevamenti di**

**suini 400 - 500 tonnellate Peso Vivo**

**bovini 200 - 250 tonnellate Peso Vivo**



**Per una stima approssimata della produzione di biogas nella digestione anaerobica si possono assumere i seguenti indici di trasformazione della sostanza organica in biogas**

### **Dalle deiezioni animali**

	<b>m<sup>3</sup>/kg SV</b>
• <b>bovini</b>	<b>0,25-0,30</b>
• <b>suini</b>	<b>0,30-0,50</b>
• <b>avicoli galline</b>	<b>0,35-0,60</b>



<b>ANIMALI</b>	<b>Peso</b>	<b>Produzione</b>	<b>Sostanza</b>		<b>Produzione</b>	<b>Metano</b>
	<b>di liquami</b>	<b>di liquami</b>	<b>Secca</b>	<b>Organica</b>	<b>di biogas</b>	<b>nel biogas</b>
	<b>(kg)</b>	<b>(litri/giorno)</b>	<b>(%)</b>	<b>(% sul secco)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/giorno)</b>	<b>(%)</b>
<b>Vacca da latte</b>	<b>650</b>	<b>50- 60</b>	<b>10-12</b>	<b>75-85</b>	<b>1,2-1,5</b>	<b>55-60</b>
<b>Manza</b>	<b>500</b>	<b>40- 50</b>	<b>10-12</b>	<b>75-85</b>	<b>0,9-1,3</b>	<b>55-60</b>
<b>Vitellone</b>	<b>400</b>	<b>30- 40</b>	<b>8-10</b>	<b>75-85</b>	<b>0,8-1,2</b>	<b>55-60</b>
<b>Suini</b>	<b>100</b>	<b>8- 10</b>	<b>3-5</b>	<b>70-80</b>	<b>0,07-0,15</b>	<b>70-75</b>





## Dalle altre biomasse

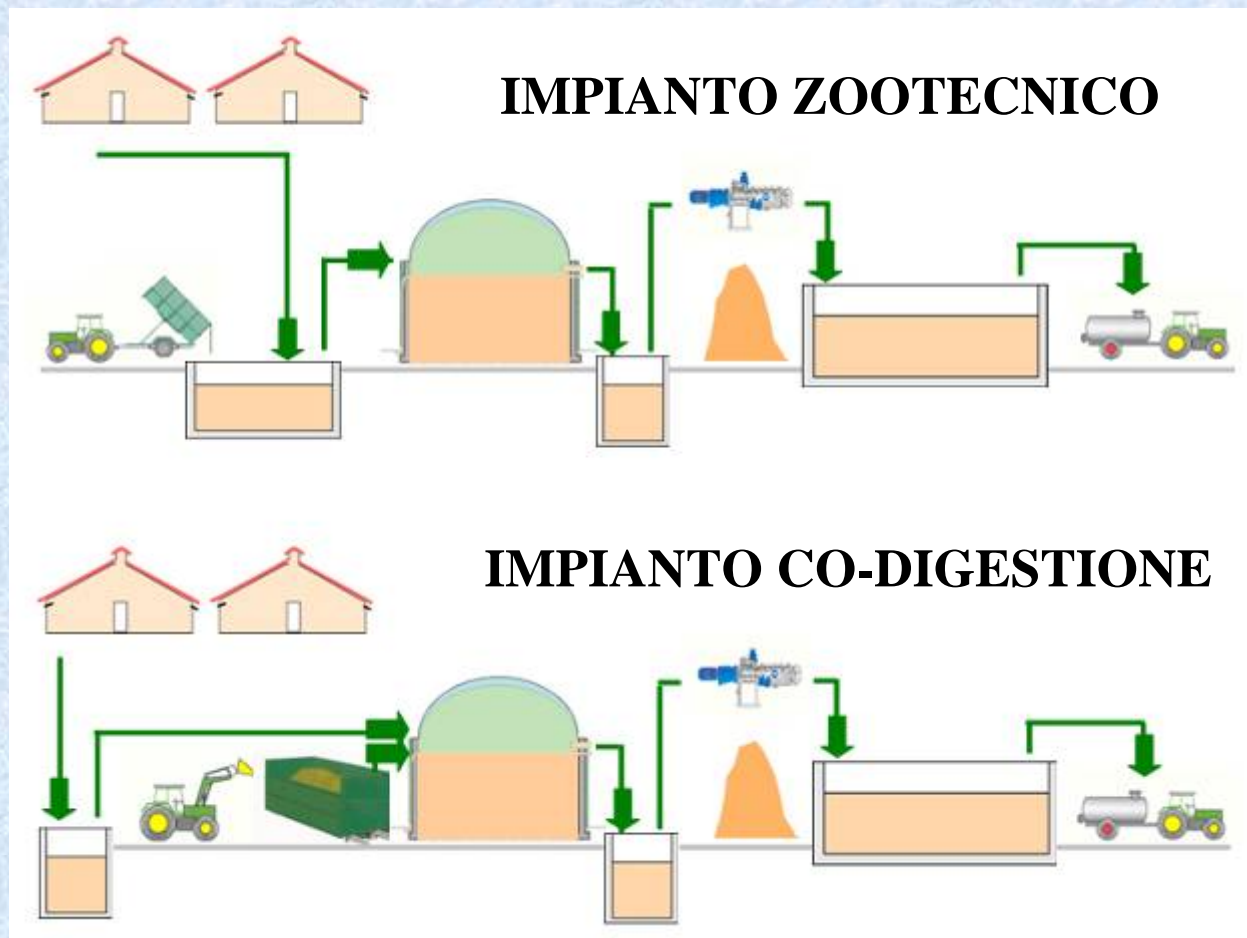
	<b>m<sup>3</sup>/kg SV</b>
• <b>paglia</b>	<b>0,35-0,45</b>
• <b>erba</b>	<b>0,40-0,55</b>
• <b>insilato di mais, orzo ceroso</b>	<b>0,50-0,60</b>
• <b>granella di mais</b>	<b>0,80-1,00</b>
• <b>insilato di erba</b>	<b>0,40-0,55</b>
• <b>scarti di patate</b>	<b>0,40-0,50</b>
• <b>scarti di frutta</b>	<b>0,20-0,50</b>
• <b>grassi e olii</b>	<b>0,70-1,50</b>
• <b>residui alimentari</b>	<b>0,50-0,60</b>
• <b>siero di latte</b>	<b>0,80-0,90</b>



**L'impianto zootecnico, di piccola taglia, ha notevoli vantaggi:**

- è tecnologicamente più semplice, anche per i minori problemi di miscelazione delle biomasse, con costi di gestione inferiori**
- ha tempi di ritenzione inferiori (20 giorni per i liquami suinicoli e 30 giorni per quelli bovini, contro i 45 gg con prevalenza di biomasse vegetali)**
- minori costi di allacciamento alla rete per impianti fino a 50 kW**





Roberto Chiumenti, Alessandro Chiumenti DISA - Università di Udine  
Pasian di Prato, 30 novembre 2007





# IMPIANTO ZOOTECNICO



**L'impianto di piccola taglia ha, però, anche *svantaggi***

**- maggior costo per unità di potenza**

**fino a 6.000 euro/kW per un impianto da 50-100 kW**

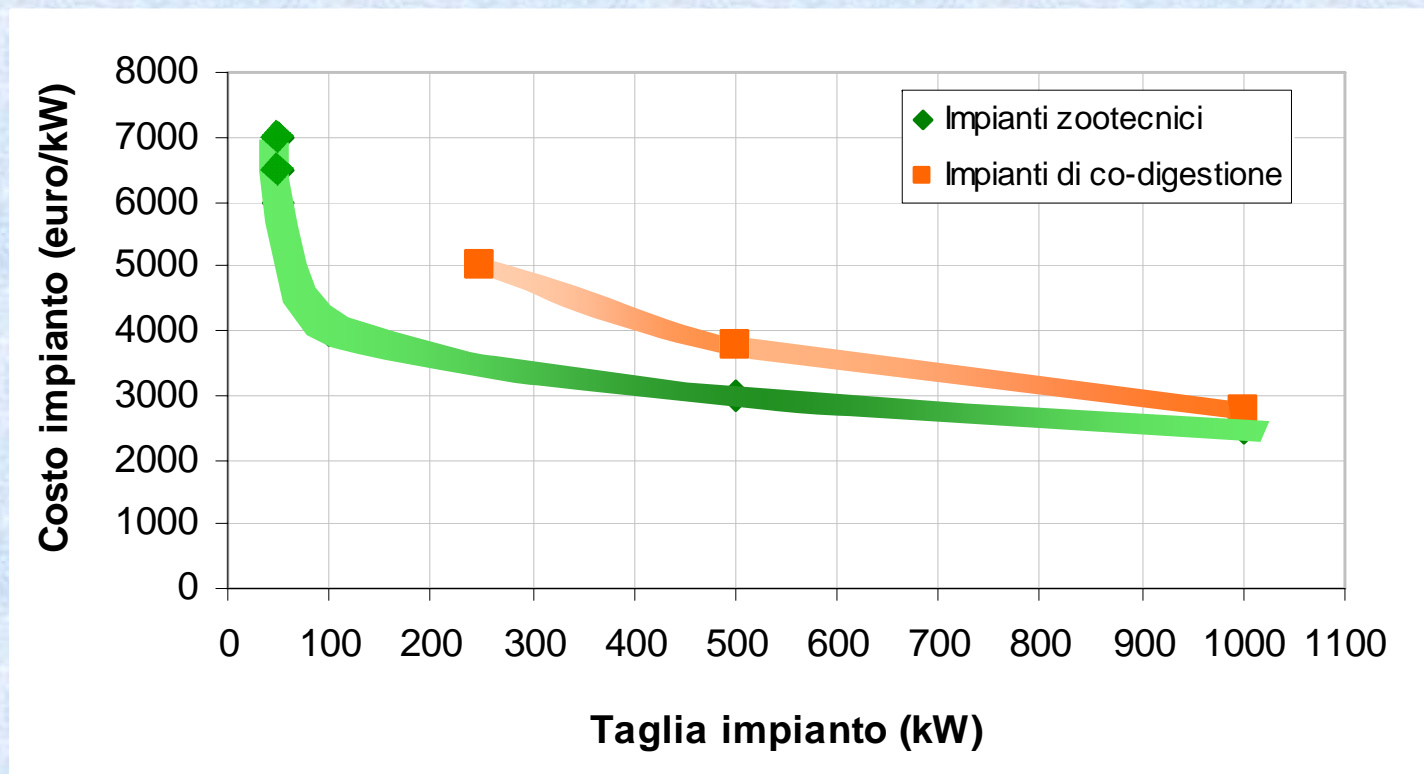
**3.000 euro/kW per impianti oltre i 700 kW**

**- minore rendimento del gruppo di co-generazione**

**1,6-1,8 kWh/m<sup>3</sup> biogas per motori da 50-100 kW**

**2,0-2,2 kWh/m<sup>3</sup> per motori oltre i 700 kW**





**Costo di realizzazione degli impianti di digestione anaerobica in funzione della taglia: si evidenziano andamenti differenziati nel caso di impianti prettamente zootecnici e di impianti di co-digestione.**





## IMPIANTO PER 550 BOVINI 75 kW

			entrate	uscite
<b>costo dell'impianto</b>	<b>euro</b>	<b>350.000</b>		
energia elettrica prodotta	kWh/anno	622.500		
energia elettrica finanziata dai CV (al netto dell'autoconsumo)	kWh/anno	560.250	67.230	
energia elettrica utilizzata <sup>1</sup>	kWh/anno	80.000	3.200	
vendita energia elettrica <sup>2</sup>	kWh/anno	480.250	38.420	
costo biomassa	euro			--
ammortamento-interessi <sup>3</sup>	euro			40.000
quote varie <sup>4</sup>	euro			3.500
manutenzione <sup>5</sup>	euro			12.450

<sup>1</sup> per sala mungitura e altre utenze - minor costo per l'azienda di 0,04 euro/kWh;

<sup>2</sup> a 0,08 euro/kWh;

<sup>3</sup> in 12 anni con interessi al 6%;

<sup>4</sup> 1% del costo dell'impianto;

<sup>5</sup> 0,02 euro/kWh (Navarotto, 2007).

utile operativo	52.900 euro/anno
<i>pay-back</i>	<b>6,6 anni</b>



kWh a 0,3 euro

## IMPIANTO PER 550 BOVINI 75 kW

			entrate	uscite
<b>costo dell'impianto</b>	<b>euro</b>	<b>350.000</b>		
energia elettrica prodotta	kWh/anno	622.500		
energia elettrica finanziata dal conto energia <sup>2</sup>	kWh/anno	560.250	168.000	
energia elettrica utilizzata <sup>1</sup>	kWh/anno	80.000	3.200	
vendita energia elettrica	kWh/anno			
costo biomassa	euro			--
ammortamento-interessi <sup>3</sup>	euro			35.000
quote varie <sup>4</sup>	euro			3.500
manutenzione <sup>5</sup>	euro			12.450

<sup>1</sup> per sala mungitura e altre utenze - minor costo per l'azienda di 0,04 euro/kWh;

<sup>2</sup> a 0,3 euro/kWh;

<sup>3</sup> in 15 anni con interessi al 6%;

<sup>4</sup> 1% del costo dell'impianto;

<sup>5</sup> 0,02 euro/kWh (Navarotto, 2007).

utile operativo

120.000 euro/anno

*pay-back*

**2,9 anni**



## CO-DIGESTIONE

**L'utilizzo di biomasse vegetali appare energeticamente interessante, dato che da un ettaro è possibile ricavare in una annata agraria fino a**

**20.000 kWh con mais in primo raccolto (60 t/ha)**

**30.000 kWh con orzo o altro cereale autunno vernino in primo raccolto e mais in secondo (90 t/ha)**

**.... a 0,3 euro/kWh ..... si comincia a ragionare....**





## IMPIANTO CO-DIGESTIONE

			entrate	uscite
<b>costo dell'impianto</b>	<b>euro</b>	<b>3.000.000</b>		
<b>energia elettrica prodotta</b>	<b>kWh/anno</b>	<b>8.300.000</b>		
<b>energia elettrica finanziata dai CV (al netto dell'autoconsumo)</b>	<b>kWh/anno</b>	<b>7.470.000</b>	<b>896.400</b>	
<b>energia elettrica utilizzata <sup>1</sup></b>	<b>kWh/anno</b>	<b>1.000.000</b>	<b>40.000</b>	
<b>vendita energia elettrica<sup>2</sup></b>	<b>kWh/anno</b>	<b>6.470.000</b>	<b>517.600</b>	
<b>costo biomassa</b>	<b>euro</b>			<b>600.000</b>
<b>ammortamento-interessi<sup>3</sup></b>	<b>euro</b>			<b>360.000</b>
<b>quote varie <sup>4</sup></b>	<b>euro</b>			<b>30.000</b>
<b>manutenzione <sup>5</sup></b>	<b>euro</b>			<b>166.000</b>

- <sup>1</sup> trascurabile;
- <sup>2</sup> a 0,08 euro/kWh;
- <sup>3</sup> in 12 anni con interessi al 6%;
- <sup>4</sup> 1% del costo dell'impianto;
- <sup>5</sup> 0,02 euro/kWh (Navarotto, 2007)

<b>utile operativo</b>	<b>298.000 euro/anno</b>
<b><i>pay-back</i></b>	<b>10 anni</b>



kWh a 0,3 euro

## IMPIANTO CO-DIGESTIONE

			entrate	uscite
<b>costo dell'impianto</b>	<b>euro</b>	<b>3.000.000</b>		
<b>energia elettrica prodotta</b>	<b>kWh/anno</b>	<b>8.300.000</b>		
<b>energia elettrica finanziata dal conto energia<sup>2</sup></b>	<b>kWh/anno</b>	<b>7.300.000</b>	<b>2.190.000</b>	
<b>energia elettrica utilizzata<sup>1</sup></b>	<b>kWh/anno</b>	<b>1.000.000</b>		
<b>vendita energia elettrica</b>	<b>kWh/anno</b>			
<b>costo biomassa</b>	<b>euro</b>			<b>600.000</b>
<b>ammortamento-interessi<sup>3</sup></b>	<b>euro</b>			<b>360.000</b>
<b>quote varie<sup>4</sup></b>	<b>euro</b>			<b>30.000</b>
<b>manutenzione<sup>5</sup></b>	<b>euro</b>			<b>166.000</b>

<sup>1</sup> trascurabile;

<sup>2</sup> a 0,3 euro/kWh;

<sup>3</sup> in 15 anni con interessi al 6%;

<sup>4</sup> 1% del costo dell'impianto;

<sup>5</sup> 0,02 euro/kWh (Navarotto, 2007)

**utile operativo**

**1.034.000 euro/anno**

***pay-back***

**3 anni**



# IMPIANTO CO-DIGESTIONE



## CARICO BIOMASSE SOLIDE





## CO-DIGESTIONE

**Con l'aggiunta di biomasse vegetali alle deiezioni animali aumenta l'azoto da gestire. Per il calcolo dell'azoto dalle deiezioni animali e di quello apportato con le biomasse vegetali occorre fare riferimento ai dati del Decreto 7 aprile 2006 e alla normativa regionale di recepimento.**

**Con l'eventuale separazione liquido/solido a valle della digestione anaerobica è possibile una riduzione dell'azoto totale affluente all'impianto per una quota indicativamente pari a 1/3 dell'azoto apportato con la biomassa vegetale ma solo a condizioni che i solidi separati non siano gestiti dall'azienda**



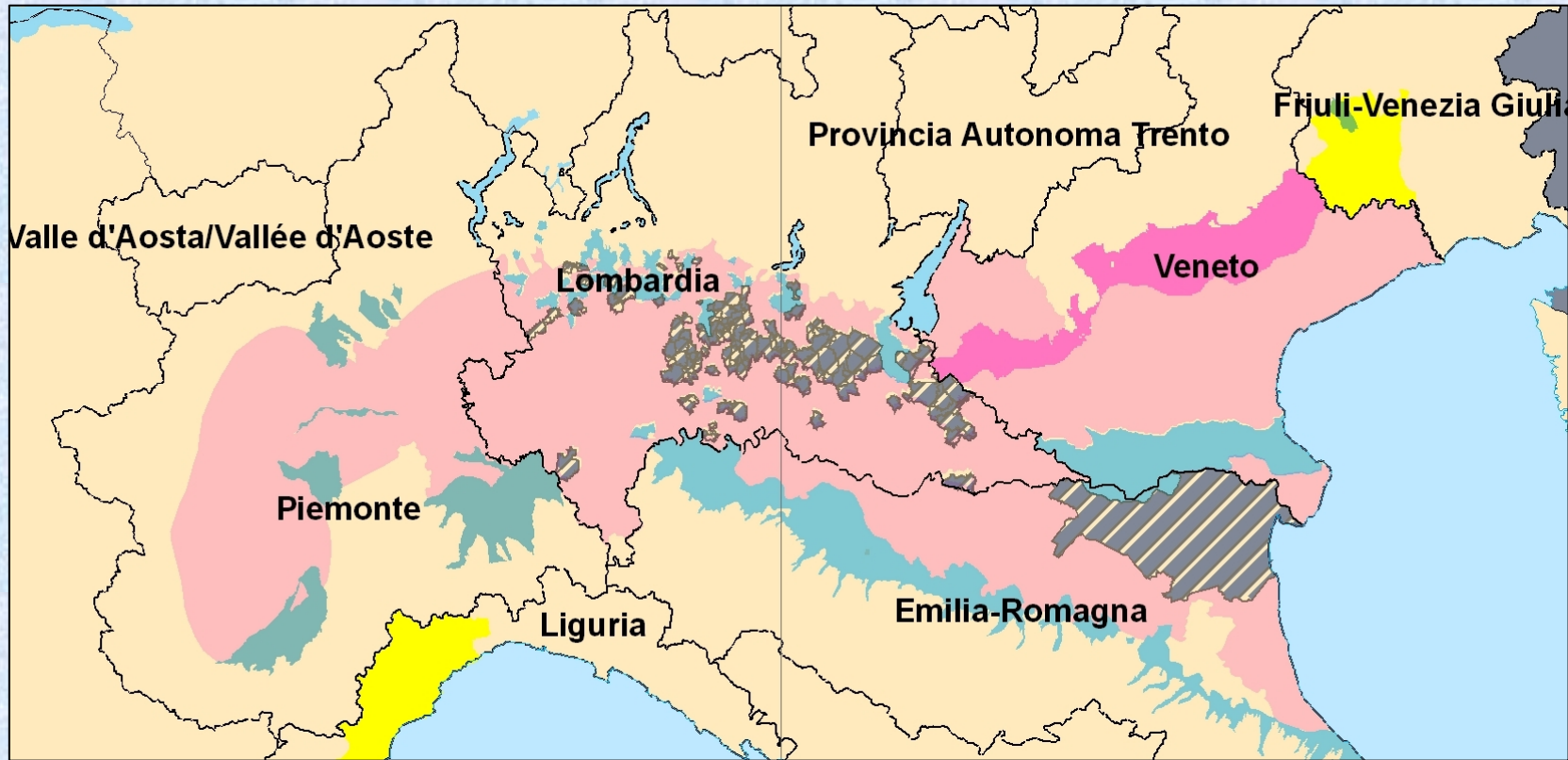
## LA DIRETTIVA NITRATI

**In aree vulnerabili da nitrati il limite vincolante dei 170 kg di azoto distribuibile per ettaro e per anno va considerato riferito solo ai liquami zootecnici; l'azoto apportato con le biomasse non zootecniche potrebbe essere considerato nei piani di utilizzazione agronomica in quota azoto inorganico (vds. normativa Regione Veneto).**

**Sembra che il limite dei 170 kgN/ettaro sia aumentabile a 230 kg per chi fa il doppio raccolto (provvedimento in fase di emanazione alla CEE al pari della decisione definitiva in ordine alle aree vulnerabili della Pianura padana**







**Vulnerable zones**

**Year of official publication**

-  Designated zone before 2000
-  Designated zone 2000-2003
-  New designated zones (since 2004)
-  Draft zone in progress
-  Valid drafted zone
-  Proposed NVZs (zones designated after 31/10/2004 and before 31/12/2005)
-  ADAS estimates of areas requiring further studies
-  ADAS estimates of areas requiring designation

© 2006 Copyright, JRC, European Commission

Map produced by: Institute for Environment and Sustainability

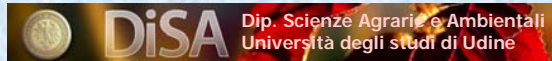


EUROPEAN COMMISSION

DIRECTORATE-GENERAL

Joint Research Centre

**NITRATE VULNERABLE ZONES**



Roberto Chiumenti, Alessandro Chiumenti

Pasian di Prato, 30 novembre 2007





# LA DIRETTIVA NITRATI

**Il problema del surplus di azoto rispetto alla SAU disponibile sta assumendo sempre più importanza e gli studi e le proposte di soluzioni per l'abbattimento dell'azoto si stanno moltiplicando.**

**La soluzione più affidabile e sostenibile sotto l'aspetto ambientale è, a tutt'oggi, il processo di nitro/denitrificazione con il quale è possibile ridurre l'azoto del digestato fino all'80% con piena sostenibilità ambientale del processo che libera in atmosfera azoto molecolare.**





**Con questo schema di trattamento si può raggiungere l'obiettivo dell'abbattimento del 70% dell'azoto affluente dalle porcilaie**



**La spesa energetica di un trattamento di abbattimento dell'azoto del 70% può essere indicata dell' ordine di 20 kWh per m<sup>3</sup> di liquame suinicolo affluente**



**2,4 euro/m<sup>3</sup> di liquame**  
**0,03 euro/kg carne prodotta**  
**1,4 euro/kg N rimosso**







**DIGESTIONE ANAEROBICA**

**ALLEVAMENTI**

**DENITRIFICAZIONE**

**Con la digestione anaerobica in testa si può raggiungere l'obiettivo dell'abbattimento del 80% dell'azoto**



**NITRIFICAZIONE**

**SEDIMENTAZIONE**

**FANGHI**



**STOCCAGGIO**

**EVAPORAZIONE**



**UTILIZZO AGRONOMICO**



**Il processo di evaporazione dell'acqua contenuta del liquame sottoposto a processo di nitrificazione e denitrificazione garantisce una notevole riduzione della massa di liquami da distribuire (1:5).**

**Il processo è IPPC-compatibile, perché ad emissioni ammoniacali non significative.**



**Il costo di evaporazione per metro cubo di liquame nelle condizioni della pianura padana può essere indicato in**

**15-16 kWh/m<sup>3</sup>**

**1,8-2,0 euro/m<sup>3</sup>**

**In presenza di un impianto di biogas, sfruttando il calore reso disponibile il costo scende a 1/3.**

**La convenienza economica va, in ogni caso, definita sulla base del costo della distribuzione con il carrobotte che l'azienda dovrebbe in alternativa sostenere.**





**Negli impianti a biomasse l'abbattimento dell'azoto nel digestato è più complesso rispetto a quello di soli liquami suinicoli, dato che il contenuto di materiale organico è decisamente superiore, potendo superare nel digestato l'8% di sostanza secca.**

**Dovendosi ricorrere alla centrifugazione come processo primario, la spesa energetica risulta superiore a quella dei liquami suinicoli ed il costo di un trattamento per l'abbattimento del 70% dell'azoto può essere indicato dell'ordine di**

**2,5 euro/kg N rimosso**



## IMPATTO AMBIENTALE IMPIANTI

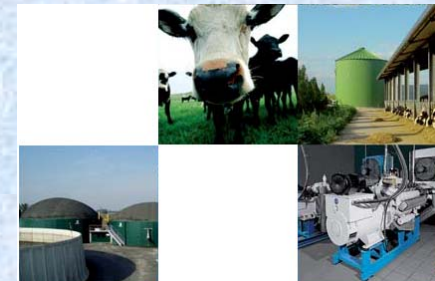
**Agli impianti di digestione anaerobica non sono accreditabili particolari problemi di impatto ambientale:**



➤ *problemi di odori* si possono avere solo nel caso di necessità di miscelazione di liquami zootecnici con altre biomasse. Se non si vuole fare il carico differenziato senza miscelazione si può fare ricorso a vasche chiuse.



- ***qualche problema di odore*** si può avere dai silos delle biomasse: è problema comune a tutte le stalle
- ***problemi di odori*** non si hanno dalle vasche di stoccaggio del digestato: anzi, considerata la deodorizzazione indotta dal processo queste possono restare scoperte senza i tipici problemi di emissioni delle vasche con liquami non trattati
- ***problemi di impatto paesaggistico*** sono gli stessi imputabili ai silos dei cereali. Non riteniamo sia un vero problema
- ***problemi di traffico***: potrebbe risultare un problema per grandi impianti consortili in cui si ha un continuo spostamento di liquami dalle aziende all'impianto e da questo ai terreni destinatari del digestato





**In definitiva, la sostenibilità ambientale di impianti “aziendali” dovrebbe poter essere riconosciuta senza problemi.**

**A proposito della definizione di “impianto aziendale” occorre ricordare che perché si abbia questo requisito il gestore deve essere imprenditore agricolo a titolo principale e produrre più della metà della biomassa necessaria alla produzione di energia.**



## VANTAGGI AGRONOMICI E AMBIENTALI

**I vantaggi agronomici della digestione anaerobica nel trattamento dei liquami zootecnici sono noti dai primi anni '80:**

- stabilizzazione e deodorizzazione dei liquami,
- eliminazione della fitotossicità,
- devitalizzazione dei semi delle infestanti,
- abbattimento dei patogeni,



**distribuzione anche in copertura**



## *Per concludere*

**Non siamo volutamente entrati nella descrizione degli impianti di digestione anaerobica, perché se ne parlerà approfonditamente nella giornata.**

**Sarebbero stati molti gli aspetti da approfondire....**







# TIPOLOGIE DI DIGESTORI





## TERMOSTATAZIONE







## MISCELAZIONE







## ACCUMULO ESTERNO BIOGAS



**Ne parleremo in una futura giornata di approfondimento che stiamo organizzando con l'associazione allevatori del FVG, nella quale verrà distribuito il volume sulla digestione anaerobica in fase di stampa con il patrocinio della Regione FVG e dell'ERSA.**

*Grazie dell'attenzione*

