

### > Introduzione

Biomassa è sostanza organica derivante direttamente o indirettamente (attraverso le catene alimentari) dalla fotosintesi clorofilliana.

Mediante la fotosintesi, le piante assorbono dall'ambiente anidride carbonica che viene trasformata, con l'apporto di energia solare, acqua e sostanze nutrienti, presenti nel terreno, in materiale organico.

Ogni anno si stima vengano fissate complessivamente 2x10<sup>11</sup> tonnellate di CO<sub>2</sub>, con un contenuto energetico equivalente a 70 miliardi di tonnellate di petrolio, circa 10 volte l'attuale fabbisogno energetico mondiale.

La Biomassa è la più antica e più diffusa delle fonti energetiche, sostituita gradualmente, negli ultimi 150 anni, dai combustibili fossili. Anche i combustibili fossili hanno origine organica, ma non sono ritenuti rinnovabili.

Inoltre bruciare combustibili fossili significa bruciare "Vecchia biomassa" per produrre "Nuova anidride carbonica"; bruciare "Nuova biomassa" in modo ciclico, non contribuisce alla produzione di "Nuova anidride carbonica", in quanto le quantità emesse sono bilanciate dalle quantità assorbite.

### > Tipologia della risorsa energetica

La Biomassa utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili o trasformati in altre sostanze (solide, liquide o gassose) di più facile e conveniente utilizzazione negli impianti di conversione.

Le principali tipologie di biomassa utilizzabili per la produzione di energia sono:

- > legna derivante dalle operazioni di cura e manutenzione dei boschi
- > residui dell'attività agricola ( paglia , potature)
- > residui delle attività agroindustriali (sansa, gusci, noccioli, lolla, pula)
- > scarti della lavorazione primaria del legno
- > reflui industriali, reflui civili, deiezioni animali, frazione organica dei rifiuti solidi organici.
- > colture energetiche dedicate (ligneocellulosiche, oleaginose, amidacee zuccherine) coltivate per essere destinate alla produzione di energia e/o combustibili.

### > Tecnologia

Le alternative più valide per l'utilizzazione energetica delle biomasse sono sostanzialmente:

Conversione Termochimica: produzione di calore per il riscaldamento domestico, civile e industriale, o generazione di vapore per produrre forza motrice o energia elettrica (combustione diretta, carbonizzazione, pirolisi, gassificazione). Utilizzabile per prodotti e/o residui cellulosici e legnosi in cui il rapporto C/N abbia valori superiori a 30 ed il contenuto di umidità non superi il 30 %.

Conversione biochimica: permette di ricavare energia attraverso reazioni chimiche in presenza di enzimi, funghi e altri microrganismi, da biomasse in cui il rapporto C/N sia inferiore a 30 e l'umidità superiore al 30% ( fermentazione alcoolica, estrazione di olii con produzione di biodiesel, produzione di biogas attraverso la fermentazione anaerobica)

## > Perché utilizzare le biomasse

Le biomasse si possono considerare risorse rinnovabili e quindi inesauribili nel tempo, purché vengano impiegate ad un ritmo non superiore alla capacità di rigenerazione biologica.

L'utilizzazione energetica può essere vantaggiosa quando le fonti di biomassa si presentano concentrate nello spazio e con sufficiente continuità nel tempo, mentre una eccessiva dispersione sul territorio e una produzione stagionale rendono difficili ed onerosi la raccolta, il trasporto e lo stoccaggio. La biomassa rappresenta infatti la fonte rinnovabile di energia più difficile da utilizzare.

Le difficoltà derivano dalla complessità delle problematiche riconducibili alle varie filiere: gestione dei materiali, utilizzazione finale, tecnologie, impatto socio-economico, articolazione dei sistemi, normative, numerosi soggetti coinvolti.

Il loro successo dipende non solo da una adeguata valorizzazione della componente energetica ma soprattutto da una puntuale pianificazione territoriale.

Vi è una stretta interdipendenza fra biomasse e territorio: il sistema biomasse attinge dal territorio la materia prima e al territorio restituisce buona parte delle uscite sia in termini di energia sia in termini di sottoprodotti utili per il sistema agricolo.

L'energia prodotta dalle biomasse è una fonte rinnovabile ed indigena che, al contrario dei combustibili fossili:

- > non subisce rischio di esaurimento;
- > ha un prezzo stabile nel tempo (il mercato è in fase di sviluppo ma ogni zona è indipendente nella produzione e non deve fare affidamento su altre realtà politico sociali);
- > sfrutta trasporti brevi con fornitura semplice e sicura.
- > ha effetti positivi sul territorio e sul sistema produttivo agricolo ( nuovi sbocchi produttivi per le aree agricole eccedentarie o abbandonate, prevenzione dell'erosione, dal degrado e dal dissesto idrogeologico di vaste zone collinari e montane ).

### COMUNITÀ MONTANA DEL BALDO



#### Progetto integrato per la valorizzazione della filiera biomasse/energia nel territorio della Comunità Montana del Baldo

Il progetto è finalizzato a stimolare la filiera di produzione ed impiego delle biomasse lignocellulosiche a fini energetici nell'ambito del territorio della Comunità Montana del Baldo. Tale risultato passa attraverso la predisposizione di un piano locale di interventi di utilizzo delle biomasse per uso energetico che, a partire dalla definizione della domanda e dell'offerta di energia attualmente in essere nel territorio oggetto di studio, fornisca le basi per avviare azioni di pianificazione incentivanti la domanda e l'offerta di biomassa.

Una stima delle quantità di biomassa disponibile è presentata nella seguente tabella.

*Stima della disponibilità di residui a fini energetici nel territorio della Comunità Montana del Baldo*

	Da agricoltura				Vite	Da foreste
	Cereali	Frumento	Fruttiferi	Olivo		
Brentino Belluno	4,6	4,6	21,0	0,4	779,2	2.185,8
Brenzone	-	-	51,7	42,7	-	3.369,2
Caprino Veronese	132,5	53,5	34,0	33,6	579,1	4.511,7
Costermano	34,1	16,4	3,4	15,3	220,1	856,3
Ferrara di Monte Baldo	-	-	-	-	-	2.671,4
Malcesine	-	-	-	56,7	-	2.793,4
Rivoli Veronese	89,6	28,4	31,9	5,7	816,4	4.159,3
San Zeno di Montagna	1,3	-	91,7	3,1	5,6	4.159,3
Torri del Benaco	9,1	3,9	4,4	65,5	18,1	-
<b>TOTALE</b>	<b>271,2</b>	<b>106,8</b>	<b>238,1</b>	<b>223,1</b>	<b>2.418,5</b>	<b>20.547</b>

Dati espressi in tonnellate/anno

## > L'utilizzo delle biomasse ligneo-cellulosiche come fonte di calore

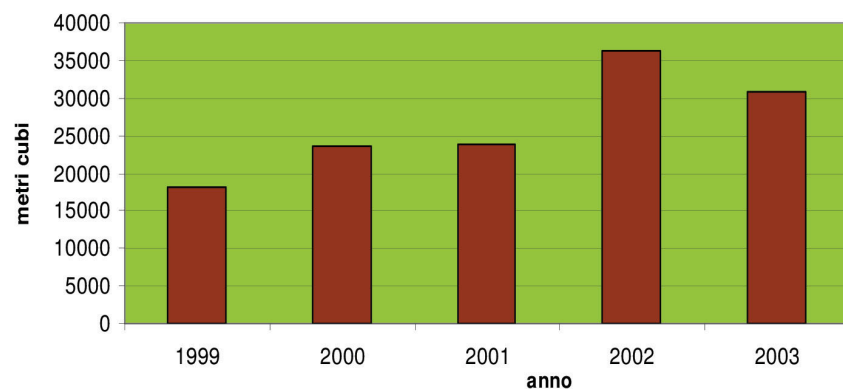
### Disponibilità delle risorse boschive

Il territorio provinciale risulta coperto da superfici boscate sia nel territorio del Monte Baldo sia in quello dei Monti Lessini.

Secondo il censimento dell'agricoltura svolto dall'ISTAT nell'anno 2000, in provincia di Verona vi sono complessivamente 22303 ettari di superficie a bosco, pari al 10,17 % della superficie totale.

Analizzando l'andamento della superficie boscata, così come riportata in tabella e relativa ai censimenti svolti negli anni 1970, 1982 e 1990, dopo un periodo di notevole contrazione della superficie, passata dai 25178 ettari del 1970 ai 18613 ettari del 1990, negli ultimi 10 anni si rileva una inversione di tendenza arrivando agli attuali 22303 ettari di bosco.

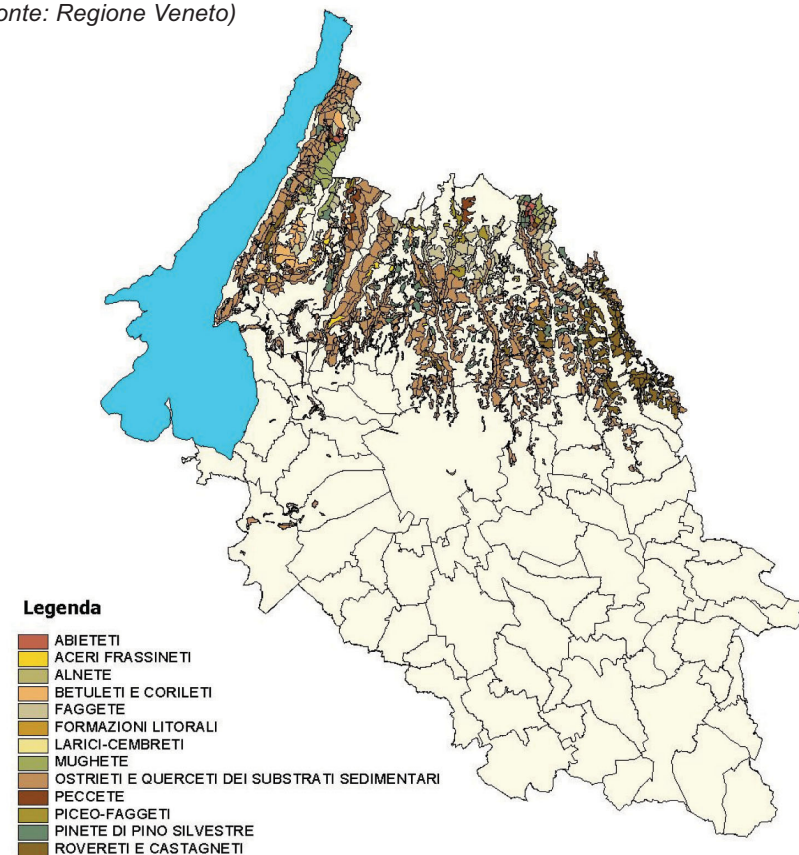
*Legna destinata a combustibile negli anni 1999 – 2003 in Provincia di Verona (Fonte: Servizio Forestale Regionale – Ufficio di Verona).*



Nel Veneto questo aumento della superficie boscata è significativo per le province di Verona e Rovigo, mentre nelle restanti province si ha una continua diminuzione di tale superficie.

Analizzando inoltre a livello locale l'utilizzo di legna per combustibile, dato questo ricavabile dalle rilevazioni trimestrali trasmesse dal Servizio forestale regionale all'ISTAT, si nota come negli ultimi cinque anni vi è stato un continuo aumento di legna destinata a fini energetici.

*Rappresentazione della superficie boscata a Verona suddivisa per le specie presenti (Fonte: Regione Veneto)*



## ***Il legno in pellets***

Il termine pellet significa letteralmente pallina, grumo, pastiglia e viene usato per indicare un corpo di forma cilindrica o sferica ottenuto a seguito di lavorazione di un certo materiale. In questo caso il materiale di partenza è il legno nelle seguenti forme:

- > ramaglie ottenute dallo scarto di pratiche colturali in aziende agro forestali e di gestione del verde urbano;
- > residui di processi di lavorazione del legno quali refili, sciaveri, segatura, ecc.;
- > prodotti legnosi a fine ciclo quali pallets, imballaggi, ecc.

Il processo di produzione di pellets può essere preceduto da una fase preliminare di macinazione e di essiccazione. Viene quindi effettuata la compressione del materiale legnoso fino alla formazione di un corpo cilindrico di ridotte dimensioni, generalmente comprese tra 12 – 18 mm di lunghezza e 6 – 12 mm di diametro, il pellet per l'appunto.

A parità di energia termica ottenibile, i principali vantaggi del legno in pellet rispetto alla legna in pezzi o cippata, sono:

- > basso volume di ingombro e minor peso specifico che ne favoriscono le operazioni di trasporto, stoccaggio ed utilizzo finale che in questo caso può essere completamente automatizzato;
- > ottimizzazione della combustione se effettuata nelle apposite caldaie, stufe o camini che determina l'emissione in atmosfera di una quantità ridottissima, paragonabile a quella ottenibile con la combustione del metano.

Gli svantaggi sono invece rappresentati, oltre che dal costo di produzione, anche dall'impegno energetico per effettuare l'operazione: il pellet infatti è ottenuto con macchine che comprimono e trafilano aventi potenza elevata.

## ***Il legno in pezzi ed il legno cippato***

La densità energetica è inversamente proporzionale alla quantità di ossigeno contenuto: il carbone di antracite ha una percentuale di ossigeno inferiore alla lignite ed ancora inferiore alla biomassa legnosa; allo stesso tempo la densità energetica dell'antracite è pari a 35 MJ/KG di massa secca, rispetto ai 10 MJ/KG del legno.

Per ottenere legno idoneo all'utilizzo come combustibile si possono individuare quattro fasi di lavorazione, la depezzatura o sminuzzamento, il trasporto, l'essiccazione ed il deposito.

### *Depezzatura – sminuzzamento*

E' l'operazione necessaria ad ottenere il legno nella dimensione adatta per essere utilizzato come combustibile in un certo generatore di calore. La depezzatura avviene attraverso operazioni di taglio, spaccatura e cippatura. Nel caso dei tronchetti la depezzatura può avvenire subito dopo il taglio della pianta in bosco ovvero prima della fase di stagionatura nel deposito stagionale o, infine, prima dell'utilizzo in caldaia.

Nei generatori di calore innovativi si utilizzano tronchetti o scaglie.

- > il tronchetto è la pezzatura che meglio si presta ad essere utilizzata nei piccoli generatori di calore. La sua dimensione varia, in funzione della dimensione del combustore, da un minimo di 30 ad un massimo di 100 cm. Il tronchetto è di solito venduto dopo due anni di stagionatura con un valore di umidità intorno al 25%.
- > il cippato è ottenuto dallo sminuzzamento del legno fresco appena tagliato. Di solito proviene dagli scarti dei tagli in bosco o dei pioppeti, ma anche dalle potature degli alberi cittadini. Se il cippato non proviene dall'industria di prima lavorazione del legno è di solito commercializzato fresco con un contenuto di umidità del 35%.

## Trasporto

Il trasporto ha lo scopo di assicurare il flusso del legno, dalla produzione all'utilizzo in caldaia, attraverso le tappe della filiera. Le modalità di trasporto da adottare devono essere attentamente valutate in relazione all'incidenza economica che può avere l'operazione sul costo finale del combustibile pronto all'uso.

Nel caso di piccoli generatori le quantità di legno interessate dall'operazione possono variare da 100 fino a 300 quintali, a stagione, per utenza.

Il trasporto può avvenire utilizzando trattori con rimorchi agricoli o comuni mezzi da strada. Le operazioni di carico e scarico dipendono dalla pezzatura del legno da trattare e possono avvenire manualmente o con l'ausilio di benne, pinze idrauliche ecc.

La scelta delle modalità di trasporto dipenderanno pertanto da:

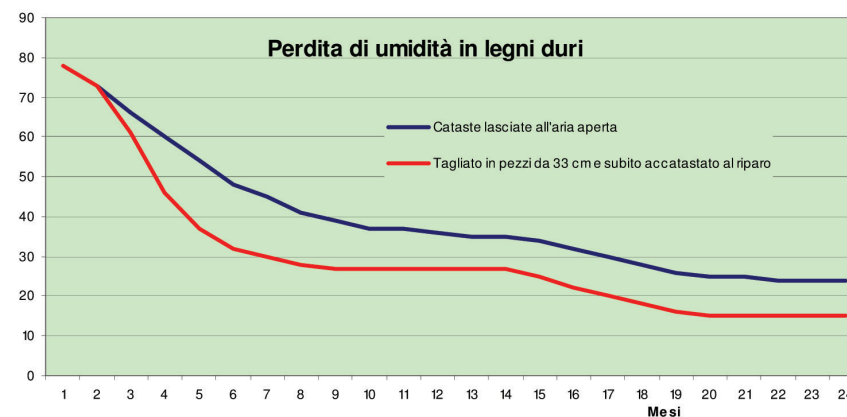
- > distanza e tipologia della strada da percorrere;
- > accessibilità della sede di partenza e di arrivo del materiale;
- > dimensioni e quantità di materiale da trasportare all'anno;
- > disponibilità di macchinari o manodopera per le operazioni di carico- scarico.

## Essiccazione

Prima dell'abbattimento il legno presenta un contenuto d'acqua piuttosto elevato ma molto variabile a seconda della specie. Ai fini della combustione è importante utilizzare legna con un contenuto di umidità inferiore al 30% (meglio se inferiore al 25%) e pertanto risulta necessario operare una buona essiccazione.

L'essiccazione viene effettuata nel deposito stagionale ossia un luogo dove viene favorita la perdita d'acqua dal libero passaggio dell'aria tra i pezzi di legno. Per tale motivo tali depositi devono essere sollevati da terra e provvisti di una tettoia che li ripari dalle precipitazioni atmosferiche. Sono da evitare le cataste poggiate direttamente a terra e coperte con un telo.

Nel grafico sotto riportato è descritta l'evoluzione media della perdita di umidità in tronchi di latifoglie lasciati sul piano di taglio all'aria libera per 6 mesi e poi accatastati sul ciglio della strada e lo stoccaggio sottotettoia di tronchetti da 33 cm depezzati subito dopo il taglio in bosco.



A un anno dal taglio l'umidità dei tronchetti tagliati a 33 cm raggiunge il 28% di umidità mentre nella catasta lasciata all'aria aperta l'umidità è circa del 35%. Dopo due anni l'umidità della legna lasciata all'aria aperta è circa del 24% mentre nel caso della legna depezzata e tagliata l'umidità può arrivare fino al 15%.

## Deposito

Il deposito è la sede di ricovero del combustibile legnoso fino al momento del suo utilizzo. Si possono distinguere due tipi di deposito, quello stagionale e quello locale.

Nel deposito stagionale spesso avviene la fase di essiccamento del legno e per tale motivo la sua capienza dovrebbe consentire la presenza del legno necessario per tre annate: quella in corso con legno pronto all'uso (e stagionato per due anni); l'anno seguente con legno al primo anno di stagionatura, e l'anno successivo ancora con legno fresco di taglio.

Il deposito locale è la sede di stoccaggio che assicura la disponibilità immediata di combustibile per una o due settimane di pieno funzionamento del generatore di

calore. Deve risultare in un luogo riparato e facilmente accessibile ai carichi provenienti dal deposito stagionale e comodo per i continui prelievi per l'alimentazione della caldaia.

## ***Impianti di combustione a legna***

Il riscaldamento degli ambienti mediante la combustione della legna da ardere in pezzi è la forma più diffusa di utilizzo delle biomasse per scopi energetici. Le tradizionali stufe a legna utilizzate per ambienti singoli, hanno bassi rendimenti di conversione energetica, talvolta inferiori al 20% ed inoltre necessitano di molta manutenzione.

L'evoluzione tecnologica delle moderne caldaie a legna ha permesso la realizzazione di impianti con ottime prestazioni e ridotta manutenzione.

### *Caldaie a tiraggio naturale*

Il principio di funzionamento è simile a quello delle caldaie tradizionali dove il legno viene caricato nella parte inferiore e la combustione si alimenta per convezione naturale dal basso verso l'alto. Non si ha un controllo preciso della combustione perché la ventilazione naturale della camera di combustione non permette l'esatta taratura dell'aria di combustione.

Il rendimento di questa caldaia è intorno al 40% ed i fumi prodotti da questo tipo di combustione contengono ancora dei gas incombusti che, mandati in atmosfera attraverso la canna fumaria, portano con sé buona parte di energia rimasta inutilizzata.

### *Caldaie a fiamma inversa*

Tali caldaie hanno due camere di combustione. La legna viene caricata nella prima camera dove avviene la combustione primaria. I fumi di combustione sviluppati, con un sistema di ventilazione forzata, passano alla seconda camera di combustione

dove vengono incendiati liberando l'energia contenuta con una temperatura di combustione a 800-900°C.

Questi impianti consentono di avere rendimenti fino all'80%, con ridotto consumo di legna, buon controllo del calore erogato, ridotta manutenzione e basse emissioni in atmosfera.

L'impianto prevede una un serbatoio dell'acqua calda per i momenti di maggiore richiesta.

Impianti di questo tipo soddisfano utenze singole o aggregati di poche famiglie (25-80 kw) con una spesa ridotta ad un terzo rispetto ad un equivalente impianto a gasolio.

### *Caldaie a cippato di legno per impianti di piccole e medie dimensioni*

Tali impianti utilizzano il legno in forma di cippato, ossia in particelle di dimensioni massime di 3 – 4 cm, e la loro alimentazione in caldaia è completamente automatica. Il cippato infatti, viene stoccato in silos e portato alla camera di combustione mediante una coclea.

Tale impianto si può utilizzare per singole abitazioni ma le utenze ideali sono quelle con più elevata richiesta di energia termica tipo scuole, uffici, condomini o piccoli complessi residenziali dove le caldaie a pezzi di legno a caricamento manuale non sono proponibili.

Le sezioni che costituiscono tali impianti sono una caldaia, che può essere a griglia fissa o a griglia mobile in funzione delle dimensioni e della quantità di umidità del legno, una tramoggia di carico con serranda taglia fuoco per evitare ritorni di fiamma verso il silos di stoccaggio, un sistema di alimentazione per combustibili solidi ed un silos di stoccaggio che consenta una autonomia di almeno una settimana.

## Caldaie a pellet

Il pellet è una biomassa combustibile con elevate caratteristiche energetiche che ben si presta ad essere utilizzato in impianti quali:

- > caldaie a gasolio, previa sostituzione del combustore e grazie ad alcuni accorgimenti necessari per ottimizzare l'aria di combustione;
- > caldaie a cippato di legno senza alcuna modifica impiantistica;
- > caldaie a legno in pezzi assemblando il pellet sotto forma di bricchetti dall'aspetto di piccoli tronchi di legno.

Riscaldare con pellets conviene rispetto all'uso di combustibili fossili, tuttavia presenta un costo maggiore rispetto al cippato o al legno in pezzi: i vantaggi sono legati alla comodità di utilizzo ed al basso inquinamento prodotto.

In particolare il pellet è da preferire in impianti residenziali piccoli e medi per la bassa umidità (< al 12%), l'elevata densità ed uniformità che conferiscono a questo combustibile caratteristiche di alto potere calorico (pci 4000-4500 kcal./kg) e di affinità ad un combustibile fluido.

## Costi del riscaldamento a legna

La valutazione della convenienza di un impianto termico alimentato a legna rispetto ad altri impianti a combustibile fossile dipende da una serie di considerazioni legate soprattutto al livello di automazione dell'impianto.

I vantaggi maggiori dell'utilizzo degli impianti rispetto a quelli a combustibile fossile sono:

- > utilizzo di energia rinnovabile disponibile localmente;
- > miglioramento dello stato dei boschi destinati ad approvvigionamento del legname e conseguente riduzione del pericolo di incendi;
- > costo del legno, per caloria prodotta, più basso rispetto al combustibile fossile nel caso in cui si utilizzino scarti. Diversamente il costo del legno è più elevato per la manutenzione più elevata;

Gli svantaggi degli impianti a legna rispetto a quelli a combustibile fossile sono legati a:

- > costo dell'impianto solitamente più elevato soprattutto quando sono dotati di sistemi automatici di alimentazione;
- > manutenzione più elevata;
- > occorre molto più spazio per lo stoccaggio del combustibile;
- > difficoltà di modulazione della potenza;
- > rendimento nettamente inferiore (25-50%) degli impianti a legna tradizionali rispetto agli impianti a combustibile fossile (>90%): negli impianti innovativi si hanno rendimenti fino all'80%;

## Costo del combustibile ad uso riscaldamento

Tipo di combustibile	Unità di misura	Prezzo €/unità di misura	Quantità di combustibile per produrre 100KWh di calore	Costo per produrre 100 KWh in €
Gasolio	Litri	0,83	12-17	9,96-14,11
Legno da ardere essiccato all'aria e depezzato (faggio, robinia, rovere)	Kg	0,07-0,11	38-53	2,66 – 5,83
Bricchette di legno sminuzzato e compresso	Kg	0,19	30-43	5,70 – 8,17
Legno in pellets	Kg	0,19	30-43	5,70 – 8,17

## COMUNITÀ MONTANA DEL BALDO



### STUDIO DI FATTIBILITÀ

Installazione di una centrale termica alimentata a biomassa con annessa rete di teleriscaldamento in comune di Tregnago

La Comunità montana del Baldo ha commissionato uno studio al C.E.T.A., Centro di Ecologia Teorica ed Applicata, uno studio di fattibilità per la costruzione di una centrale alimentata a biomassa per la fornitura di energia termica ad alcuni edifici all'interno del Comune di Tregnago.

Le utenze pubbliche che potrebbero essere interessate dall'intervento comprendono una casa di riposo, una scuola materna, una scuola elementare e media, una palestra, il municipio e l'ospedale. Le utenze private comprendono 6 edifici, suddivisi tra abitazioni civili ed esercizi commerciali.

La centrale termica si compone di:

- > caldaia a biomassa
- > caldaia integrativa a metano
- > impianti a servizio della rete di teleriscaldamento
- > silos di stoccaggio ed alimentazione.

La biomassa combustibile sarà costituito da biomasse di origine forestale e agricola e da residui lignocellulosici di origine civile.

Secondo i risultati di una indagine appositamente condotta, si può considerare una disponibilità annua nella Provincia di Verona di circa 35-40.000 t/ anno di biomassa cippata (avente un PCI di 2500-3000 kcal ) largamente sufficiente a coprire il fabbisogno dell'impianto.

La disponibilità di biomasse lignocellulosiche della Provincia di Verona è come di seguito ripartita:

> fornita da Consorzi di rifiuti:	6.500 t/anno
> fornita da Genio Civile:	2.000 t/anno
> derivante da attività di servizio dei Consorzi di Bonifica:	2.000 t/anno
> derivante da attività di gestione linee Ferrovie dello Stato:	1.500 t/anno
> residui operazioni selvicolturali nelle Foreste di proprietà Regionale:	15.000 t/anno
> residui lignocellulosici Amia:	9.000 t/anno

Il fabbisogno annuo stimato per l'impianto in oggetto, considerando un pci di 4,3 kWh/kg s.s. e un contenuto di umidità medio della biomassa del 35% circa, è pari a circa 1.050 t/anno.

Si stima che l'impianto possa produrre circa 4.500.000 kWh/anno.

Dalla realizzazione del progetto sono attesi benefici ambientali ed economici, diretti ed indiretti, a vantaggio della collettività, ed in particolare delle utenze interessate dall'intervento

## > La produzione di biogas da reflui zootecnici ed agroindustriali

### **Introduzione**

La gestione dei reflui provenienti dalle attività agro-zootecniche ed agroalimentari rappresenta una problematica complessa, in particolare nelle aree a più forte concentrazione di insediamenti produttivi.

L'utilizzazione tal quale dei reflui come fertilizzanti o, meglio, come integratori di sostanza organica nei terreni agrari sarebbe la più utile e semplice destinazione. L'accentuarsi della concentrazione degli allevamenti e delle attività industriali connesse, ha comportato uno squilibrio tra materiali da smaltire e ricettività dei terreni, con conseguente incremento della pressione ambientale sugli stessi terreni e sulle acque.

L'affacciarsi, sul finire degli anni settanta, della digestione anaerobica come metodo per abbattere il carico inquinante dei reflui agro-zootecnici, con contemporanea produzione di energia sotto forma di biogas, ha aperto ampie prospettive che non si sono ancora concretizzate nell'auspicata diffusione ad ampia scala. In ogni caso un sistema di gestione dei reflui basato sulla digestione anaerobica, sull'ottimizzazione del biogas e sulla razionale destinazione dei fanghi residui, rappresenta un modello di intervento che coniuga l'utilizzo di biomasse, la produzione di energia rinnovabile, la riduzione delle emissioni in atmosfera e degli scarichi di eccessi di sostanza organica nelle acque e sul suolo.

Attualmente in Italia sono operativi 72 impianti di biogas. Cinque di questi sono impianti centralizzati e 67 sono aziendali: la maggior parte operano con liquame suino, solo 12 impianti aziendali, tutti in provincia di Bolzano, e 2 centralizzati trattano liquame bovino.

Sono ancora pochi gli impianti che trattano una miscela di più reflui quali fanghi di depurazione, reflui dall'agroindustria (in particolare acque di vegetazione dell'industria olearia) e rifiuti organici domestici da raccolta differenziata dei rifiuti urbani.

### ***Il patrimonio suinicolo a Verona***

Lo sviluppo della suinocoltura a Verona, così come del resto del territorio nazionale è stato costante dal dopo guerra ai giorni nostri. Mentre inizialmente consisteva essenzialmente in un mezzo di sussistenza per le famiglie contadine, si è trasformato in struttura annessa ai caseifici per lo sfruttamento del siero derivato dalla lavorazione del latte per diventare infine un allevamento industriale.

Nei primi allevamenti specializzati presenti nel nord Italia veniva effettuato il solo ingrasso degli animali mentre i suinetti venivano prodotti soprattutto in Italia centrale ed in alcune zone della Romagna. Intorno agli anni '60, per limitare problemi di ordine sanitario, legati ai trasferimenti di animali da un allevamento ad un altro, nascono gli allevamenti a ciclo chiuso dove, oltre all'ingrasso, si producono anche i suinetti.

In ambito Veneto gli allevamenti suinicoli a Verona rappresentano quasi il 6,2% del totale con una quota di capi allevati che si aggira sul 32% del totale.

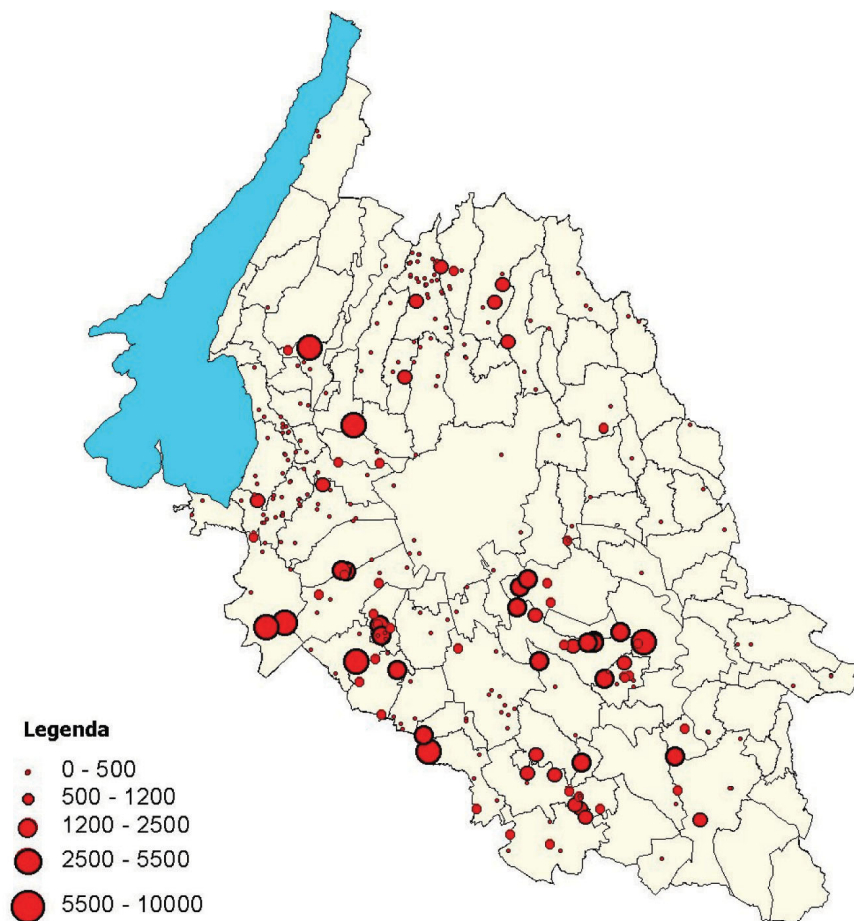
Analizzando in dettaglio i dati relativi al patrimonio suinicolo di Verona, rilevati dall'ISTAT nei censimenti dell'agricoltura, si rileva che negli ultimi 20 anni la quantità complessiva di capi presenti nel territorio veronese è rimasta quasi costante, passando dai 204.907 del 1982 ai 182.609 capi del 1990 fino ai 225.072 capi rilevati nel 2000: in contemporanea però il numero di aziende dedite all'allevamento suinicolo si è fortemente compresso passando da 4.179 nel 1982, a 1.622 del 1990 per finire alle attuali 666 aziende censite.

Nella seguente tabella viene riportata la suddivisione delle aziende dedite all'allevamento suinicolo in funzione sia del numero di capi allevati sia della superficie totale dell'azienda.

Classi di superficie totale (in ettari)	CLASSI DI CAPI									Totale
	1-2	3-5	6-9	10-19	20-49	50-99	100-499	500-999	1000 ed oltre	
	AZIENDE									
Meno di 1 ettaro	22	2	-	-	-	-	-	1	-	25
1-2	30	5	-	1	1	-	2	1	1	41
2-3	27	4	2	-	1	-	-	2	-	36
3-5	62	13	3	1	2	-	5	3	4	93
5-10	98	25	7	8	5	2	14	8	9	176
10-20	91	18	5	6	4	1	7	9	11	152
20-30	34	11	2	4	3	-	4	3	6	67
30-50	12	7	2	3	2	2	1	6	12	47
50-100	5	3	1	1	-	-	3	3	4	20
100 ed oltre	2	3	-	1	-	-	-	-	3	9
Totale	383	91	22	25	18	5	36	36	50	666

Le 86 aziende che contengono più di 500 capi per allevamento hanno complessivamente 187.426 suini, pari al 94 % del patrimonio suinicolo complessivo di Verona.

Nella seguente figura è riportata la distribuzione potenziale degli allevamenti suinicoli in Provincia di Verona. Il dato riportato è riferito alla potenzialità di allevamento e non alla reale presenza di specie.



Gli allevamenti sono distribuiti principalmente la zona occidentale della medio bassa pianura veronese.

## ***L'allevamento di suini***

L'allevamento di suini si divide in due grandi fasi: la riproduzione e l'ingrasso. Nella fase di riproduzione, che ha lo scopo di fornire suinetti alla fase di ingrasso, si distinguono diverse stazioni:

- > il settore di gestazione, che ospita i verri, le scrofe gravide, le scrofe in attesa di fecondazione e le scrofette;
- > il settore maternità, che ospita le scrofe poco prima del parto fino allo svezzamento delle nidiata: il suinetto sotto scrofa dalla nascita allo svezzamento prende il nome di lattonzolo;
- > il settore di svezzamento che ospita i suinetti (o lattoni) svezzati fino al raggiungimento dei 20-30 Kg di peso vivo.

Nella fase di ingrasso si comprende:

- > il settore di accrescimento dove sono ospitati i suinetti o magroncelli, provenienti dal settore svezzamento fino al raggiungimento di un peso vivo pari a 50 Kg;
- > il settore di ingrasso dove sono ospitati i suini dal peso di circa 50 Kg fino al peso finale di macellazione: il suino dai 50 ai 100 Kg prende il nome di magrone mentre dai 100 ai 150 – 160 Kg di peso vivo prende il nome di grasso.

La stabulazione dei suini dipende dalla fase di allevamento ed è pertanto funzionale alle esigenze di gestione degli animali, esigenze che variano se ci si trova nella fase di gestazione, svezzamento o ingrasso degli animali. Notevoli diversità, soprattutto legate ai costi di gestione, al consumo di acqua e di energia, si hanno in funzione del tipo di pavimentazione utilizzata: si possono avere box con pavimento fessurato integrale, box con pavimento fessurato parziale e box con pavimento pieno e corsia esterna di defecazione.

Nella tabella seguente sono riportate le quantità di liquame prodotto in funzione del tipo di stabulazione adottata.

Tipo di stabulazione	Liquame prodotto (m <sup>3</sup> ) per tonn. di peso vivo allevato al mese
Gabbie parto con fosse di stoccaggio sottostanti	4,5
Gabbie parto con rimozione ad acqua delle deiezioni ricadenti sul pavimento sottostante	6,0
Gabbie singole su pavimento fessurato	3,0
Gabbie singole su pavimento pieno (lavaggio con acqua in pressione)	4,5
Gabbie multiple con fosse di stoccaggio sottostanti	3,0
Gabbie multiple con rimozione ad acqua delle deiezioni ricadenti sul pavimento sottostante	4,5
Box multipli con pavimento totalmente fessurato	3,0
Box multipli con pavimento parzialmente fessurato	4,5
Box a pavimento pieno con corsia esterna di defecazione fessurata	4,5
Box a pavimento pieno con corsia esterna di defecazione piena e lavaggio con acqua a bassa pressione	6,0
Box a pavimento pieno con corsia esterna di defecazione piena e lavaggio con acqua ad alta pressione	4,5
Box a pavimento pieno senza corsia esterna di defecazione e lavaggio con acqua a bassa pressione	7,5
Box a pavimento pieno senza corsia esterna di defecazione e lavaggio con acqua ad alta pressione	6,0

## La tecnologia del biogas nell'allevamento suinicolo

### Il processo biologico

La digestione anaerobica è un processo biologico, in assenza di ossigeno, nel quale la sostanza organica si trasforma principalmente in metano ed in anidride carbonica. A seconda della natura della sostanza organica digerita la percentuale di biogas prodotta varia da un minimo di 50% fino ad un massimo dell'80%.

Il processo avviene ad opera di diversi gruppi di microrganismi, tutti caratterizzati da basse velocità di crescita e di reazione, che rendono estremamente delicato il controllo delle condizioni di reazione che deve essere pertanto un compromesso tra le diverse esigenze dei gruppi microbici.

Spesso il pH ottimale si attesta tra 7 e 7,5, mentre la temperatura ottimale è intorno ai 35°C se si opera con batteri mesofili o intorno ai 55°C in presenza di batteri termofili.

Il processo di digestione avviene per stadi successivi e dipende dal substrato interessato:

- > i batteri idrolitici spezzano le macromolecole biodegradabili in sostanze più semplici;
- > i batteri acidogeni, utilizzano le sostanze semplici del processo precedente per produrre acidi organici a catena corta;
- > i batteri acetogeni trasformano gli acidi organici a catena corta in acetato, idrogeno e anidride carbonica;
- > i batteri omoacetogeni sintetizzano acetato da anidride carbonica e idrogeno;
- > i batteri metanigeni:
  - producono metano ed anidride carbonica dall'acido acetico (sono detti acetoclastici)
  - producono metano ed acqua da anidride carbonica e idrogeno (sono detti idrogenotrofi).

## Principali tipologie di impianti di biogas

Le tipologie impiantistiche volte alla produzione di biogas da liquame zootecnico sono:

- > impianti che effettuano digestione anaerobica in bacini non miscelati e dotati di copertura galleggiante;
- > impianti che effettuano digestione anaerobica in condizioni mesofile, in bacini miscelati e termostatati.

*Impianti che effettuano digestione anaerobica in bacini non miscelati e dotati di copertura galleggiante*

Tali impianti sono essenzialmente costituiti da:

- > un sistema di vagliatura del materiale grossolano per evitare la formazione di croste sulla superficie del liquame;
- > una vasca di stoccaggio del liquame, opportunamente coperta con materiale plastico: la copertura può essere ottenuta mediante l'utilizzo di materassi galleggianti o con un materiale flessibile, opportunamente ancorato alla vasca;
- > sistema di stoccaggio del biogas prodotto.

Allo schema impiantistico sopra descritto può essere aggiunto un sistema di controllo della temperatura del liquame nella vasca, attraverso l'utilizzo di una serpentina riscaldante, al fine di massimizzare la produzione di biogas e per ottenerne produzioni stabili nel tempo.

Confrontando la quantità di metano prodotta nelle due soluzioni impiantistiche si ha che, a fronte di un contenuto medio di COD, dopo vagliatura, pari a 440 grammi/giorno nel liquame, si producono 44 litri/giorno di metano in impianti non riscaldati e 57 litri/giorno in impianti riscaldati. Ovviamente in impianti riscaldati una parte del metano prodotto (pari fino al 70% del totale in inverno) viene utilizzato come combustibile per energia termica per riscaldare il digestore.

*Impianti che effettuano digestione anaerobica in condizioni mesofile, in bacini miscelati e termostatati*

Tale tipologia impiantistica è molto più complessa della precedente e, richiedendo costi di investimento e di esercizio più elevati, è utilizzabile in grossi allevamenti per la depurazione dei reflui aziendali, per la stabilizzazione dei fanghi primari e secondari o per la stabilizzazione dei liquami in impianti interaziendali o consortili con potenzialità superiore a 1.000 – 1.500 tonnellate di peso vivo allevato.

Dopo un sistema di vagliatura del liquame è posto un reattore, generalmente di forma cilindrica, dove avviene la digestione anaerobica: la massa viene mantenuta in agitazione per via meccanica, a ricircolo di gas o idraulico.

Il processo in condizioni mesofile (35 – 37 °C), con un liquame avente una concentrazione di solidi del 2-3%, richiede vasche con un tempo di residenza idraulico pari a 12 – 15 giorni. All'aumentare della concentrazione di solidi aumenta la produzione di biogas ed il tempo di residenza idraulica fino a 25 giorni.

Una importante variazione impiantistica si può avere a valle del digestore principale: in alcuni casi è posto direttamente un gasometro mentre, in impianti più grandi sopra le 1.000 t di peso vivo allevato, è posto un secondo stadio di digestione, non riscaldato e non agitato, che funge da gasometro e da accumulo di parte dei fanghi provenienti dal 1° stadio che vengono riimmessi nel ciclo.

In funzione della capacità del digestore primario, del volume del gasometro e della vasca di alimentazione, a parità di capacità di allevamento, ad esempio 300 tonnellate di peso vivo allevato, la produzione di biogas può variare da un minimo di 190 m<sup>3</sup>/giorno ad un massimo di 330 m<sup>3</sup>/giorno con un costo complessivo in euro, per m<sup>3</sup> di metano prodotto variabile da 0,27 a 0,31€.

## ***Gli impianti di biogas da liquame suinicolo in provincia***

Lo studio sugli impianti di trattamento del liquame suinicolo in Provincia di Verona ha evidenziato che, l'interesse e l'applicazione di questa tecnologia presso gli allevamenti ha avuto una discreta adesione verso la fine degli anni 80 dove l'incentivazione pubblica (tali impianti erano finanziati a metà a fondo perduto mentre la restante quota era finanziata con prestiti ventennali ad interessi zero) ha portato alla costruzione di diversi impianti pilota a servizio di allevamenti tra i 5000 ed 15000 capi allevati.

Praticamente tutti questi impianti, ad eccezione di uno che in seguito descriveremo, sono stati dismessi ed abbandonati. Interpellati gli allevatori che hanno abbandonato questi impianti hanno riferito che le principali problematiche riscontrate erano legate a limiti tecnologici degli impianti, soprattutto i motori, gli impianti di cogenerazione ed i sistemi di captazione del biogas richiedevano lavori di manutenzione molto più spinti di quelli attesi e rese energetiche inferiori alle attese.

Altri problemi rilevanti erano legati al mantenimento del processo anaerobico soprattutto in allevamenti con settori di gestazione e di maternità dei suini che, nei periodi di somministrazione degli antibiotici, portavano ad un frequente rallentamento dei processi fermentativi. Problemi erano infine dovuti alla gravosa gestione della documentazione richiesta in quanto impianti di produzione di energia.



FIG. 1

L'unico impianto di produzione di biogas da liquame da allevamento suinicolo trovato in provincia di Verona è quello dell'allevamento Casar Sant'Anna nel comune di Valeggio sul Mincio. In questo allevamento sono presenti dai 5000 ai 6000 capi, per un peso vivo mediamente allevato pari a circa 450 tonnellate.

Tutti i liquami prodotti nell'allevamento sono convogliati in un vascone di metri (38x52x8), vascone per lo più posto sotto il piano campagna. Tale vascone è superficialmente ricoperto con un telone (Fig. 1) dove si raccoglie il biogas prodotto.

Il biogas prodotto viene pompato (Fig. 2) al motore per la produzione di energia elettrica (Fig. 3). L'energia prodotta dall'impianto è pari a 150 KW/h, energia sufficiente ai fabbisogni energetici dell'intero allevamento. A tal proposito va segnalato che l'intero allevamento è completamente automatizzato con controllo a distanza delle diverse operazioni quali ad esempio la preparazione delle ricette in funzione del peso dell'animale, la distribuzione del cibo ed il lavaggio dei box, con un notevole dispendio energetico quantificabile in 4.000 – 5.000 € mensili di sola energia elettrica.



FIG. 2

Tale impianto di biogas ha consentito un risparmio energetico quantificabile in circa 3.500 – 4.000 €: secondo quanto riferito dal gestore la semplicità impiantistica impone pochissime operazioni di manutenzione ad eccezione del motore che richiede periodiche operazioni di pulizia e di cambio dell'olio.



FIG. 3

Il liquame trattato nel vascone, confluisce, per troppo pieno, in una seconda vasca (Fig. 4) di circa 35000 m<sup>3</sup> dove una pompa ricircola parte del liquido per il lavaggio dei box di ricovero degli animali. Questa operazione di ricircolo consente di ridurre a circa 1/3 l'acqua emunta dalla falda.



FIG. 4

L'impianto è in funzione dal 1988 ed è costato £ 520.000.000. Attualmente la sostituzione dei teloni di ricopertura della vasca ha un costo di 129.000 € mentre la sostituzione del motore ha un costo di circa 23.000 €.

Le motivazioni che, a nostro parere, hanno portato questo impianto a risultare ancora in uso e conveniente rispetto ad altri impianti realizzati è legato ai seguenti fattori:

- > semplicità impiantistica: la parte impiantistica è ridotta all'osso e pertanto sono pochi i comparti da tenere sotto controllo (il solo motore);
- > grande capacità della vasca di reazione che, per l'inerzia legata alle masse in gioco, rende più stabile il processo;
- > la vasca di reazione, vero cuore del sistema, è per gran parte interrata (per circa 6 metri) consentendo anche nella stagione fredda il mantenimento del processo biologico;
- > l'allevamento è di soli animali da ingrasso e pertanto meno soggetti all'uso di medicinali e di antibiotici che possono inibire i successivi processi fermentativi.

## ***Gli impianti di biogas da liquame suinicolo fuori provincia***

Al fine di avere un riscontro più ampio sulla diffusione degli impianti a biogas in territori a forte vocazione agricola e di allevamento suinicolo, si è indagato il territorio mantovano con un patrimonio suinicolo pari a 1.200.000 capi allevati circa cinque volte superiore alla quantità allevata in provincia di Verona.

In provincia di Mantova sono stati censiti 28 allevamenti che tra il 1986 ed il 1999 hanno realizzato impianti di biogas. Di questi attualmente 14 sono ancora funzionanti e sembra che i principali problemi che hanno spinto alla dismissione degli impianti è legata alle operazioni di manutenzione troppo onerose per i gestori degli allevamenti.

Attualmente nel territorio mantovano si sta cercando di rilanciare gli impianti a biogas da allevamenti suinicoli per la produzione di energia rinnovabile con il Progetto Fo.R.Agr. (Fonti Rinnovabili in Agricoltura).

Diversa è l'esperienza condotta nella provincia di Brescia dove si è optato per un impianto centralizzato di trattamento dei liquami zootecnici.

## > **Recupero energetico biogas da discarica**

### ***Introduzione***

In relazione alle esperienze di recupero energetico da biogas da discarica saranno presi in considerazione i seguenti aspetti:

- > le caratteristiche del biogas, valutazioni tecniche sulla sua utilizzazione;
- > un'illustrazione dei riflessi ambientali di tali applicazioni: riduzione degli impatti degli impianti, contributo positivo al problema dell'effetto serra;
- > un'illustrazione dei riflessi economici di tali applicazioni: possibilità di economie gestionali;
- > le applicazioni possibili e tecnologie disponibili: produzione di energia termica o elettrica, o entrambe tramite cogenerazione;
- > descrizione di casi di specie in Provincia di Verona: le esperienze condotte nella discarica di Pescantina; tipi di recupero effettuati, risultati della gestione in termini di rendimenti in esercizio, quantità di energia prodotta;
- > opportunità, problemi da risolvere, prospettive future; nuova legislazione in materia di discariche (che impone il deposito di soli rifiuti secchi e già pretrattati) e conseguenze sulla produzione del biogas di discarica.

### ***Caratteristiche del biogas***

Il biogas è il prodotto gassoso della fermentazione anaerobica metanogenica della sostanza organica. Si tratta di una miscela composta da metano, anidride carbonica, ossigeno, azoto e impurità (fluoruri, solfuri, silicati, ammoniacale).

Ossigeno e azoto non sono tuttavia generati dalla degradazione bensì dall'infiltrazione di aria all'interno dei rifiuti. L'idrogeno invece può prodursi solo immediatamente dopo il deposito dei rifiuti e per un periodo di tempo molto limitato.

In linea generale, la formazione del biogas avviene a seguito all'attivazione di una serie di processi di degradazione che avvengono in modo sequenziale nella massa di rifiuti, e dipendono dalla presenza o meno di ossigeno. Si avvia in un primo momento una degradazione aerobica, mentre successivamente interviene un processo di degradazione anaerobica. La differenza fondamentale tra questi due stadi risiede nei prodotti finali della degradazione: il processo aerobico genera anidride carbonica ed acqua, mentre il processo anaerobico anidride carbonica e metano. Questi ultimi gas, ed in particolare il metano, se non smaltiti opportunamente, possono creare problemi di carattere gestionale ed ambientale.

Si distinguono quindi schematizzando, una:

fase aerobica transitoria, avviene grazie alla presenza di ossigeno, comporta un aumento della mineralizzazione delle sostanze organiche, con produzione di anidride carbonica ed acqua; è costituita da una rapida degradazione dei rifiuti che si compie in un periodo variabile da alcune ore a qualche giorno in funzione della profondità degli strati e del loro grado di compattazione;

fase anaerobica, suddivisa in una prima fase acida ed in una seconda metanigena subentra una volta esaurito l'ossigeno presente, è una trasformazione più lenta ed incompleta, che comporta in ultima analisi produzione di anidride carbonica e metano.

La fermentazione acida è sostenuta da batteri anaerobi facoltativi, che idrolizzano e degradano i substrati organici (cellulosa, carboidrati, grassi, proteine) con la formazione di acidi volatili; a seguito di ciò si verifica un abbassamento del pH del rifiuto. Successivamente i batteri metanigeni, anaerobi obbligati, consumano i substrati prodotti nella fase precedente generando anidride carbonica, metano ed altri composti in tracce, e si osserva un innalzamento del pH fino a valori debolmente alcalini (7,5 – 8,2).

Due sono i gruppi di batteri implicati nella metanogenesi, gli acetofili (che trasformano acido acetico in anidride carbonica e metano, producendo circa il 70% del metano liberato), e gli idrogenofili, che da idrogeno e anidride carbonica generano metano per una quota di circa il 30%.

La percentuale relativa dei gas componenti il biogas varia a seconda del tipo di sostanza organica da cui esso ha origine e dalle condizioni di processo. Nel caso di biogas prodotto dai rifiuti urbani di una discarica, le percentuali mediamente rilevate sono:

- > CH<sub>4</sub> 45-65% vol
- > CO<sub>2</sub> 65-45% vol
- > H<sub>2</sub>O 2-5% vol
- > altri gas 5-13% vol

Tra gli altri gas sono ricompresi:

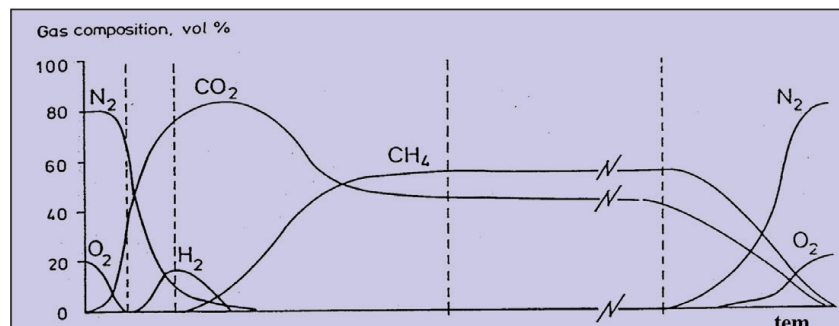
- > H<sub>2</sub> % (prodotto in una breve fase intermedia di degradaz. anaerobica, nella quale può arrivare al 20%)
- > O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> (presenti in seguito ad infiltrazioni di aria dall'esterno)
- > H<sub>2</sub>S (in genere meno dell'1%)
- > altri composti maleodoranti in tracce (ammoniaca, mercaptani, composti organici clorurati, fluorurati..)

Tra i principali fattori che influenzano la qualità e la quantità del biogas sono da evidenziare:

- > la composizione dei rifiuti (natura dei substrati gassificabili)
- > l'età della discarica (evoluzione del processo di biodegradazione)
- > sistemi di captazione del biogas (infiltrazioni d'aria)
- > tipologia dei sistemi di impermeabilizzazione (infiltrazioni d'aria)

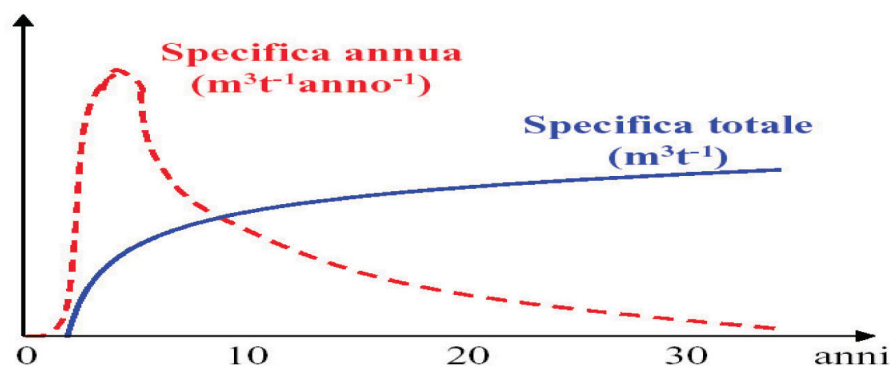
Per quanto riguarda in particolare la variabile temporale, si assiste nella fase aerobica ad una riduzione della presenza di ossigeno e azoto, e ad un aumento della produzione di anidride carbonica; nella fase anaerobica acida la produzione di anidride carbonica cresce, e si ha anche formazione di idrogeno; nella fase anaerobica metanigena rimane sostenuta anche se inferiore alla fase precedente la produzione di anidride carbonica, e si assiste alla formazione di metano.

Figura 1 – Variazione nel tempo della composizione del biogas di discarica (in % volume)



Di conseguenza, l'andamento della produzione di biogas si svilupperà nel corso degli anni con un andamento che è illustrato in figura 2, in cui si osserva la presenza di un periodo di latenza iniziale, una fase di picco, più precoce e intensa nel caso di rifiuti rapidamente biodegradabili, più differita nel tempo nel caso di rifiuti comprendenti materiali a differente velocità di degradazione, e un successivo lento decadimento, che può prolungarsi per decine di anni nel caso di matrici non velocemente biodegradabili.

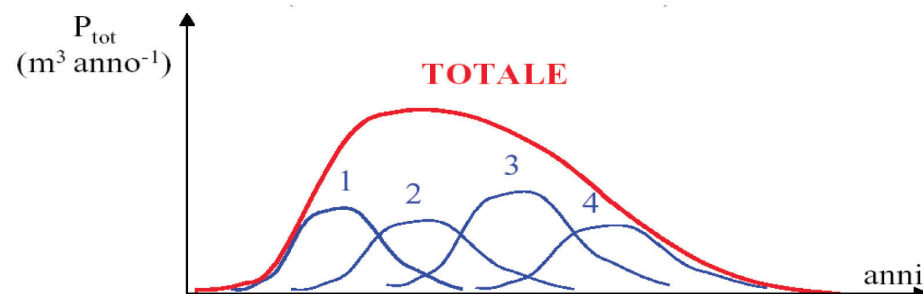
Figura 2 – Andamento tipo della variazione nel tempo della produzione di biogas da discarica



Si deve inoltre tenere conto che la produzione di biogas registrata è la somma di quella derivante da vari settori dell'impianto, a differente periodo di coltivazione;

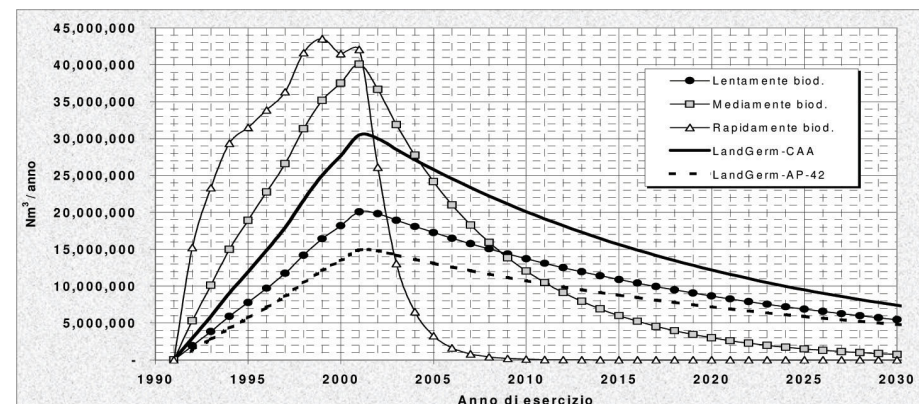
ne sortirà una produzione complessiva con un andamento mediato, in dipendenza dall'evoluzione dei fenomeni di biodegradazione nelle varie sezioni della discarica, e rappresentato in figura 3.

Figura 3 – Andamento nel tempo della produzione complessiva di biogas di discarica, quale sommatoria degli apporti di diversi settori in coltivazione in periodi differenti e successivi



Un esempio di curva reale della produzione di biogas in una discarica è riportato in figura 4, in cui è rappresentato anche un raffronto con le modellizzazioni della stessa produzione studiate nel caso di rifiuti rapidamente, mediamente, lentamente biodegradabili.

Figura 4 - Rappresentazione di un caso reale di produzione di biogas da discarica di rifiuti urbani, raffrontata con le produzioni ottenute da modelli teorici studiati per rifiuti lentamente, mediamente e rapidamente biodegradabili



## ***Necessità di captare e smaltire il metano***

Le discariche, ed in particolare gli impianti destinati allo smaltimento dei rifiuti urbani, costituiscono una fonte rilevante di metano. Nonostante le norme vigenti (D. Lgs. 22/97 e successive modifiche ed integrazioni) prevedano una drastica riduzione del ricorso alla discarica in tempi abbastanza brevi, è ragionevole pensare che notevoli quantità di rifiuti saranno ancora conferiti, seppure sotto forma di frazioni più o meno stabilizzate e ridotte nella componente organica, in queste tipologie di impianti, che rappresentano la modalità di smaltimento finale ancora largamente prevalente nel nostro paese.

Tenendo conto che la riduzione di presenza di sostanza organica depositata in discarica sarà graduale negli anni, e che la produzione di biogas avviene anche da substrati parzialmente trasformati, come i compost, i fanghi trattati o di parte del materiale secco (carta e cellullosici ad esempio) si può ipotizzare una riduzione scalare e significativa nel prossimo futuro del biogas prodotto, ma con produzioni comunque rilevanti e tali da giustificare interventi di contenimento delle emissioni. In particolare, la captazione ed il trattamento del biogas in discarica è importante per due ordini di ragioni:

- > le emissioni di biogas dalle discariche contribuiscono in maniera rilevante all'effetto serra, per il contenuto in anidride carbonica e soprattutto in metano presenti; al proposito, non è inutile ricordare che il metano ha un'attività serra valutabile in 21 volte quella dell'anidride carbonica;
- > permette di eliminare impatti dannosi sull'ambiente e sulle popolazioni. Il biogas ed i suoi effetti rappresentano la fonte di pressione maggiormente sentita da parte delle popolazioni che vivono nelle vicinanze degli impianti. Gli effetti del rilascio di biogas nell'ambiente si manifestano sotto forma di emissioni di odori, danni alla vegetazione, e anche pericoli di incendi ed esplosioni.

Una corretta gestione dell'impianto deve raggiungere il risultato di non fare percepire la sua presenza al di fuori di una ristretta fascia di rispetto, sia attraverso l'eliminazione degli odori anche nelle più critiche condizioni meteorologiche (elevate temperature, venti diretti verso i centri abitati), sia evitando frequenti e caratteristici

danni alla vegetazione, causati ad esempio dalle fughe laterali di gas che si possono verificare anche a rilevanti distanze dalla discarica. Il controllo delle emissioni deve essere protratto nel tempo anche successivamente al termine del conferimento dei rifiuti ed alla copertura definitiva della discarica (fase di post-gestione). Questi aspetti risultano particolarmente rilevanti nella realtà italiana, dove frequenti ed intense sono le rimostranze di cittadini nei confronti di impianti non correttamente gestiti, o male posizionati.

D'altra parte, la raccolta ed il trattamento del biogas, se deve essere adeguatamente considerata in fase progettuale, anche per gli aspetti economici connessi, può trasformarsi in un'opportunità di realizzare vantaggiose economie gestionali, quando vengono attivati processi di recupero energetico. Si consideri che se la percentuale di metano nel biogas è superiore al 50%, è possibile utilizzare quest'ultimo per produrre energia elettrica, o termica, o entrambe nel contempo (cogenerazione), quando naturalmente i flussi di biogas captati siano quantitativamente sufficienti a giustificare gli investimenti per la costruzione degli impianti. Se la percentuale di metano e quindi il potere calorifico del biogas risulta inferiore, come pure nelle discariche prive di sistemi impiantistici di recupero di energia, il biogas raccolto viene combusto in torce ad alta temperatura o trattato tramite sistemi di biofiltrazione. Negli attuali impianti non è più ammessa l'assenza di opere per la raccolta e trattamento del biogas, tuttavia in realtà i sistemi di captazione hanno efficienze parziali, e notevoli in termini quantitativi sono le emissioni che sfuggono e vengono rilasciate nell'ambiente.

## ***Considerazioni sulla convenienza economica del processo***

Dal punto di vista economico il recupero di energia dal biogas è abbastanza redditizio. L'investimento è dell'ordine di 800-1500 euro/kW di potenza installata a seconda della taglia, che di solito è modesta (quasi sempre inferiore a 5 MW, spesso da 500 kW a 1 MW).

Per fare un esempio, una città di provincia con 100mila abitanti è possibile che in venti anni abbia con i suoi rifiuti comportato il riempimento di una discarica da un milione di tonnellate. Tale discarica, chiusa di recente e quindi in piena produzione di biogas, è in grado di produrre gas per generare dai 6 agli 8 GWh/a (che valgono

attorno agli 800mila euro/anno a fronte di costi di esercizio per 200mila) con un motogeneratore da 1 MW (che richiede circa 1 milione e mezzo di euro di investimento). Il beneficio ambientale è equivalente ad aver rimosso dalla circolazione 5.000 automobili o aver piantato 32 chilometri quadrati di nuovo bosco. Man mano che la taglia degli impianti cresce, la complessità impiantistica e le soluzioni tecnologiche diventano più impegnative, rendendo necessarie procedure di esercizio e manutenzione più sofisticate ed il supporto di specialisti, ma aumenta anche la redditività.

Sulla base dell'esperienza straniera e di una maggiore attenzione delle amministrazioni locali ai problemi dell'ambiente e dell'energia, è probabile che nei prossimi anni il recupero energetico dalle discariche di rifiuti urbani si accresca anche in Italia. Oggi in Italia sono in esercizio 131 impianti a biogas, la gran parte su gas di discarica, con potenza installata per 198 MW e produzione nel 2001 di circa 700 GWh, per un valore di 50 milioni di euro. Il basso utilizzo della capacità esistente è riconducibile al cattivo utilizzo di alcuni impianti, per problemi di dimensionamento e dei esercizio.

Le realizzazioni più recenti hanno invece confermato la buona potenzialità di questa tecnologia che, anche augurandosi che in futuro il ricorso alle discariche sia ridotto in volumi e selezionato per tipologia, potrebbe funzionare sul biogas prodotto dai rifiuti già conferiti apportando almeno 20 TWh di energia verde nei prossimi 10 anni: 2 miliardi di euro di valore, non certo trascurabile per le casse delle amministrazioni comunali, che gestiscono gran parte delle discariche controllate per rifiuti urbani in Italia.

## > Normativa di riferimento

La definizione di biomassa nella normativa italiana e comunitaria appare abbastanza confusa: diverse fonti legislative e normative la definiscono in maniera diversa e spesso contraddittoria.

- > D.M. del 20/12/2000: Programma nazionale PROBIO 2000;
- > D.M. n. 401 del 11/09/1999: Regolamento recante norme di attuazione dell'art.1, commi 3 e 4 del D. L.vo 30/04/1998 n.173 per la concessione di aiuti a favore della produzione e utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili nel settore agricolo;
- > Circolare del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali n. 3434/c del 5/3/1998: Circolare esplicativa per la denuncia annuale dei rifiuti prodotti e gestiti per l'anno 1997 ai sensi della legge n. 70/94;
- > Delibera CIPE del 15/02/2000: Approvazione del Programma Nazionale "Biocombustibili" PROBIO - Settori associati: Biomasse;
- > Delibera CIPE del 21/12/1999: Programma Nazionale per la Valorizzazione delle Biomasse Agricole e Forestali - Settori associati: Biomasse;
- > Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 5/2/1998: Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D. L.vo 05/02/97 n.22.

