

RISPARMIO ENERGETICO E BIOMASSE AGROFORESTALI PER IL RISCALDAMENTO DELLE SERRE



**GUIDA ALL'USO RAZIONALE
DELL'ENERGIA E DELLE BIOMASSE
NELLE COLTURE PROTETTE IN ITALIA**

SOMMARIO

1. USO RAZIONALE DELL'ENERGIA PER L'AGRICOLTURA PROTETTA

- 1.1 Numeri del comparto
- 1.2 Consumi energetici ed emissioni di CO₂
- 1.3 Uso razionale dell'energia

4
4
6

2. BIOMASSE AGROFORESTALI

- 2.1 Cippato di legno
- 2.2 Cippato da potature agricole
- 2.3 Sansa e nocciolino

11
13
15

3. TECNOLOGIE DI CONVERSIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE AGROFORESTALI

- 3.1 Moderne caldaie automatiche
- 3.2 Silo di stoccaggio, estrattori, dimensionamento

16
18

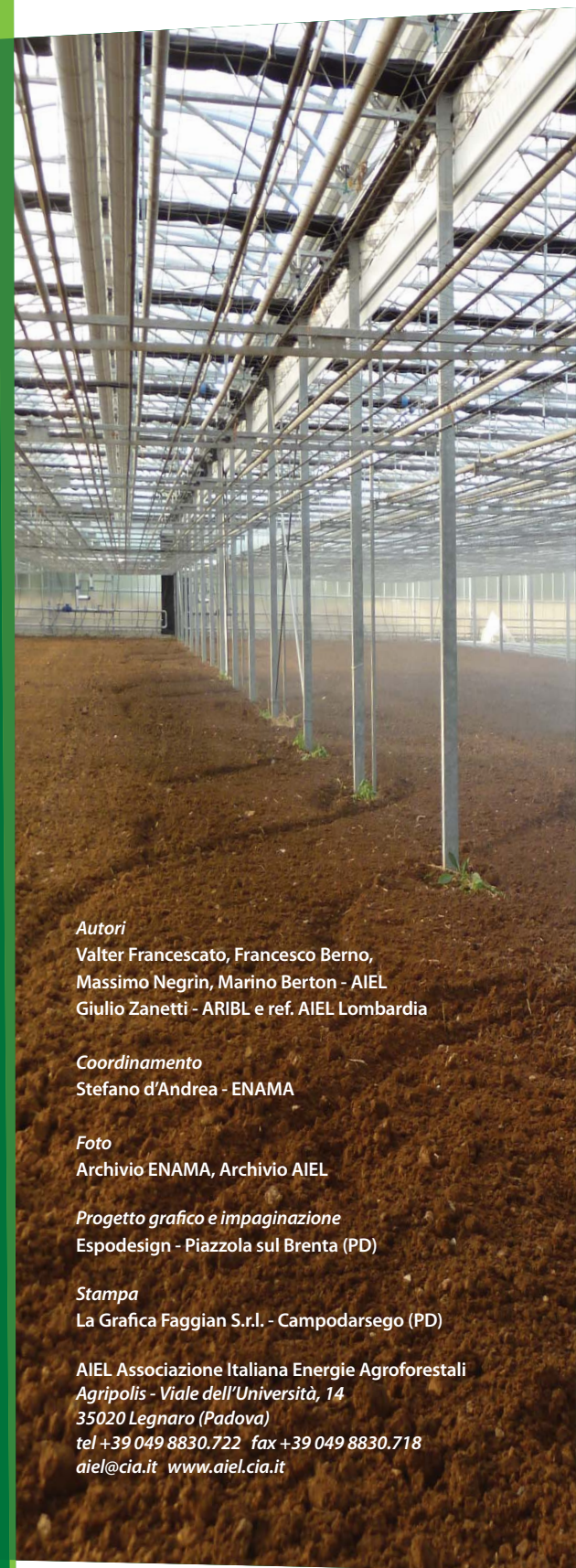
4. CENTRALE TERMICA A BIOMASSE IN SERRA: QUANDO E QUANTO CONVIENE?

- 4.1 Confronto tra costi dell'energia primaria: biomasse vs fossili
- 4.2 Livelli di investimento
- 4.3 Incentivi al calore rinnovabile nelle serre: Titoli di Efficienza Energetica
- 4.4 Metodologia di valutazione finanziaria degli investimenti

19
21
21
22

5. CASI ESEMPIO

23



Autori

Valter Francescato, Francesco Berno,
Massimo Negrin, Marino Berton - AIEL
Giulio Zanetti - ARIBL e ref. AIEL Lombardia

Coordinamento

Stefano d'Andrea - ENAMA

Foto

Archivio ENAMA, Archivio AIEL

Progetto grafico e impaginazione

Espodesign - Piazzola sul Brenta (PD)

Stampa

La Grafica Faggian S.r.l. - Campodarsego (PD)

AIEL Associazione Italiana Energie Agroforestali
Agripolis - Viale dell'Università, 14
35020 Legnaro (Padova)
tel +39 049 8830.722 fax +39 049 8830.718
aiel@cia.it www.aiel.cia.it



MISTO
Carta da fonti gestite
in maniera responsabile
FSC® C041300

PRESENTAZIONE

In Italia oltre 30.000 aziende agricole coltivano in ambiente protetto ortaggi e fiori su una superficie che raggiunge circa 35.000 ettari. Sono numeri che testimoniano una realtà vasta e diffusa in tutto il paese, con una P.L.V. che supera i 3 miliardi di euro.

I costi energetici per il riscaldamento, soprattutto per i 6.000 ettari di serre permanenti, possono essere stimati in 350 milioni di euro l'anno che pesano sul bilancio delle imprese agricole chiamate a competere sui mercati nazionali ed internazionali.

Complici la riduzione delle agevolazioni sulle accise per il gasolio destinato alle serre, sollecitata dall'Unione Europea, e la triplicazione del prezzo dei carburanti nell'ultimo decennio, i costi per riscaldare le colture protette sono diventati proibitivi.

Da questa premessa nasce la necessità di ricercare soluzioni che, in un quadro di sostenibilità e di promozione delle risorse rinnovabili locali, possano dare una efficace risposta tecnica ed economica al problema.

Raccogliendo una sollecitazione del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, ENAMA ha inteso promuovere questo studio con la collaborazione di Aiel, Associazione Italiana Energie Agroforestali che ne ha curato la realizzazione.

Questo lavoro, nel fornire un quadro preliminare sui bacini delle coltivazioni protette in Italia, affronta le misure adottabili per conseguire prima di tutto un significativo risparmio energetico nelle serre, ma soprattutto propone una articolata valutazione sulla sostituzione delle caldaie tradizionali a combustibili fossili

con impianti alimentati a biomasse di origine agroforestale.

Lo studio analizza e descrive le diverse biomasse combustibili che il contesto territoriale prossimo alle serre può offrire: cippato di legno ottenuto dalla utilizzazione boschive e dalle potature agricole, sansa e nocciolino. L'approfondimento sulle tecnologie di conversione energetica delle biomasse forestali e l'analisi sulla convenienza economica mette a disposizione gli elementi di conoscenza per una scelta corretta e informata sugli impianti e sugli investimenti.

La parte conclusiva della pubblicazione presenta nove casi esempio di impianti realizzati in diversi contesti territoriali, installati in altrettante aziende agricole, alimentati a biomasse per il riscaldamento delle serre.

Oltre agli autori, un ringraziamento va a Stefano D'Andrea per il coordinamento e la revisione dei testi e a tutto il Gruppo di lavoro Enama sulle Agrienergie.

Sandro Liberatori
Direttore ENAMA

Massimo Goldoni
Presidente ENAMA



1

Uso razionale dell'energia per l'agricoltura protetta

USO DEL
GASOLIO
IN SERRA

=

COSTI ELEVATI
E PERDITA
DI POTERE
D'ACQUISTO

Le serre riscaldate con gasolio consumano 350 milioni di litri di gasolio all'anno emettendo in atmosfera più di 1 milione di tonnellate di CO₂-eq

1.1

NUMERI DEL COMPARTO

Nel bacino del mediterraneo l'agricoltura in ambiente protetto si estende per circa 400.000 ettari concentrandosi prevalentemente in Spagna, Italia, Egitto, Francia, Grecia e Turchia. Nell'Europa a 27 le serre permanenti raggiungono una superficie di 140.000 ettari.

In Italia le coltivazioni protette coprono circa 35.000 ettari, 30.000 sono dedicate alla coltivazione degli ortaggi e circa 5.000 rappresentano le serre floro-vivaistiche. Le serre permanenti si estendono per circa 6.000 ettari (Fonte ENEA). Oltre il 50% della produzione floricola e circa il 15% di quella orticola si coltiva in ambienti protetti con un coinvolgimento di circa 30.000 aziende agricole.

Campania e Lazio sono le due regioni *leader* e rappresentano insieme oltre la metà (54%) del comparto dell'agricoltura protetta nazionale. Al nord le serre si concentrano nel bacino padano, in particolare in Veneto, Lombardia, Emilia Romagna e Piemonte (24%). Il terzo distretto per ordine di importanza è al sud dove Sicilia, Puglia, Calabria e Basilicata rappresentano insieme il 15% del comparto.

I materiali di copertura più impiegati sono quelli plastici (85.000 t) e le coperture rigide costituite da PMMA (Polimetilmetacrilato), lastre in PVC e materiali in fibra di vetro (ca. 2.000 ha). Il fatturato annuo di questo comparto su-

pera i 3 miliardi di Euro (PLV) e, su scala europea, l'industria costruttiva (strutture, impianti e componentistica) fattura circa 2 miliardi di Euro (Fonte ENEA).

1.2

CONSUMI ENERGETICI ED EMISSIONI DI CO₂

Nel bacino del mediterraneo il consumo di energia dei sistemi serra si attesta tra i 5 e i 7 Kg equivalenti di petrolio (1 kg_{ep} = 11,63 kWh) l'anno, ovvero 60-80 kWh/m², mentre nell'Europa centro settentrionale, dalla Germania all'Olanda, si arriva a 40-80 kg_{ep} (460-930 kWh/m²/a); tuttavia, questi carichi energetici si rilevano anche in alcune serre floricole del nord Italia (es. in Veneto). In Italia, attualmente il costo di riscaldamento incide indicativamente per il 30% sul costo di produzione in serra (Fonte ENEA).

Le serre riscaldate sono ormai molto diffuse nel nord Italia e stanno diventando sempre più frequenti anche nelle regioni del sud. Considerando una superficie delle serre permanenti di 6.000 ha si stima un consumo per il solo riscaldamento di **300-500 ktep/anno***, ovvero 3.500-5.800 GWh/anno. In termini di biomassa corrispondono a circa **1,4-2,3 milioni di tonnellate****. A titolo esemplificativo questo quantitativo di biomassa corrisponde alla quantità consumata annualmente dalle circa 30 centrali elettriche italiane caratterizzate da un rendimento elettrico medio del 25%,

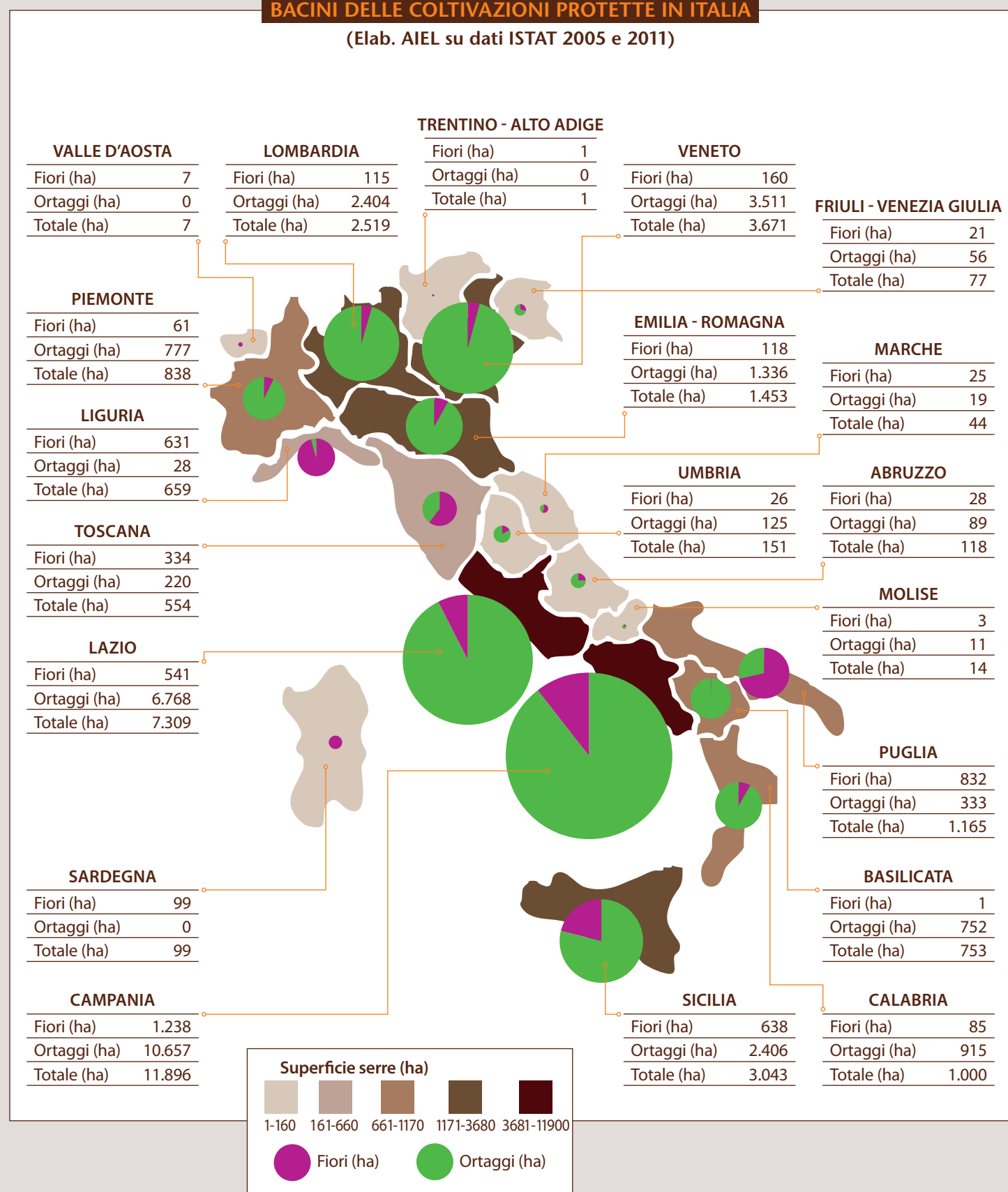
NOTE

* Corrisponde al 6-10% del *baseline* ipotizzato nel PAN italiano per le biomasse solide, pari a 5,2 Mtep di produzione lorda di energia.

** Potere calorifico inferiore (pci) ipotizzato: 2,5 MWh/t.

BACINI DELLE COLTIVAZIONI PROTETTE IN ITALIA

(Elab. AIEL su dati ISTAT 2005 e 2011)





USO RAZIONALE DELL'ENERGIA = MAGGIORE COMPETITIVITÀ

L'uso razionale dell'energia è più facile e conveniente di quanto si pensi. Si tratta per prima cosa di indagare e scoprire i punti deboli del fabbisogno energetico aziendale. Spesso un significativo risparmio energetico è conseguibile con semplici mezzi tecnici e costi relativamente bassi.

che dissipando tutto il calore di processo “sprecano” oltre l'80% dell'energia primaria della biomassa.

Supponendo che le serre permanenti usino tutte gasolio per il riscaldamento e ipotizzando un consumo medio di 5 kg_{ep}, si tratta di un consumo annuo di **350 milioni di litri**, ovvero circa 350 milioni di Euro di controvalore economico “perso” – in termini di potere di acquisto – dalle imprese e dal paese ogni anno per la fornitura di questo combustibile fossile.

L'uso del gasolio e delle fonti fossili per il riscaldamento delle serre causa inoltre un significativo impatto sulle emissioni di sostanze clima alteranti. Per produrre 1 MWh di energia termica utile con il gasolio sono emessi in atmosfera 325 kg di CO₂-eq, perciò il riscaldamento delle serre contribuisce ad emettere circa **1,1 milioni di tonnellate di CO₂-eq/anno*****, al netto degli elevati costi ambientali e sociali che la produzione, il trasporto e la contesa delle fonti fossili comportano.

1.3 USO RAZIONALE DELL'ENERGIA

Uno dei principali obiettivi di una moderna impresa agricola che opera nella filiera delle colture protette è, da un lato, l'abbassamento dei costi di produzione e dall'altro l'aumento dell'efficienza produttiva. L'impiego razionale dell'energia è uno dei presupposti più importanti per

raggiungere questo obiettivo, considerato il peso del costo energetico sui cicli produttivi dei sistemi serra.

Di fronte ad uno scenario di progressivo aumento dei costi dell'energia e una crescente competizione sui mercati internazionali, gli operatori sono alla ricerca di soluzioni per:

- ridurre il fabbisogno energetico aziendale;
- impiegare con maggiore efficienza l'energia;
- ridurre il costo dell'energia.

Quando la componente dei costi energetici di un'azienda è pari a ca. il 10% del fatturato annuo, ci sono chiaramente margini di risparmio conseguibili. Pertanto se si punta a un risparmio energetico del 20% rispetto a un fatturato medio annuo di 500.000 €, si ottiene un maggiore profitto annuo di 10.000 €. Nel comparto delle colture protette sono conseguibili risparmi energetici dell'ordine del 5-30% in molti settori produttivi. Sebbene dopo la crisi energetica degli anni '70 siano stati fatti notevoli sforzi per la razionalizzazione dell'uso dell'energia nelle serre, esistono attualmente in molti casi ancora notevoli margini di risparmio energetico.

Nelle serre più del 90% del fabbisogno energetico complessivo è attribuibile al riscaldamento. Con le seguenti misure di riduzione si possono conseguire importanti risparmi energetici e riduzioni dei costi.

NOTE

*** Il consumo energetico per la produzione e l'uso finale del combustibile comporta l'emissione in atmosfera di CO₂ e di altri gas ad effetto serra, espressi in forma aggregata dal parametro CO₂ equivalente.

MISURE ADOTTABILI E RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE

Azione	Risparmio energetico conseguibile %
1 Schermi energetici	20-40
2 Isolamento delle coperture e dei sistemi di aerazione	10-20
3 Coibentazione e materiali di copertura	7-10
4 Sistemi di distribuzione del calore	10-18
5 Ottimizzazione dell'impianto di riscaldamento	10-15
6 Regolazioni climatiche	10-20
7 Sistemi di rilevazione	5-10
8 Ottimizzazione dello sfruttamento della superficie coltivabile	8-10
9 Risparmio d'acqua e di energia per l'irrigazione	5-10
10 Lampade a basso consumo o di tipo LED	50-80

1) Schermi energetici

Importante: montaggio appropriato con idonei sistemi di chiusura sulle falde e le pareti verticali.

Verifica di controllo: la densità degli schermi termici può essere calcolata in modo semplificato con la seguente formula del valore di variazione della temperatura dell'aria:

$$\Delta T_{\text{aria}} = [T \text{ sopra lo schermo} - T \text{ esterna}] / [T \text{ sotto lo schermo} - T \text{ esterna}]$$

In una serra senza schermi termici il valore è pari a 1, mentre con uno schermo ad elevata capacità isolante in una serra impermeabile il valore diventa 0,3 (figura 1.2)

Risparmio: a seconda del materiale e della modalità di utilizzo fino al 40% dell'energia per il riscaldamento.

Costi:

- in caso di installazione in una serra esistente su piccole superfici: fino a 20 €/m²
- in caso di montaggio su serra nuova a seconda del materiale impiegato: 5-10 €/m²



Figura 1.2 - Corretta installazione di schermi termici nelle serre

2) Isolamento delle coperture e dei sistemi di aerazione

Senza un appropriato isolamento delle prese di aerazione si può avere un aumento del fabbisogno di calore fino al 20%. La presenza di fessure sulle lastre di vetro o cementazioni difettose portano ad una perdita di energia fino al 10%.

Perciò è **importante:**

- isolare le prese d'aria con pellicole isolanti o speciali profili sagomati;
- riparare prontamente le lastre di vetro rotte o mal posizionate.



Figura 1.3 - Serra in doppio vetro

3) Coibentazione e materiali di copertura

■ L'applicazione di pellicole e materiali isolanti nelle falde e nelle pareti verticali adeguatamente montate possono consentire una riduzione del fabbisogno energetico fino all'8%.

Importante: fissaggio sicuro della pellicola con apposite prese e profili a morsetto

Costi: 3-5 €/m²

■ L'impiego di materiali di copertura con basso coefficiente di conducibilità termica (K) nelle falde e nelle facciate comporta un risparmio energetico fino al 10%.

I materiali impiegabili sono:

- vetri speciali (tipo Hortiplus);
- doppio vetro (figura 1.3);
- doppio film plastico;
- vetro isolato;
- ecc...

Costi: da 5 a 25 €/m² a seconda del materiale impiegato.



Figura 1.4 - Coltivazione protetta di crisantemi con sistema di distribuzione a inseguimento

4) Sistemi di distribuzione del calore

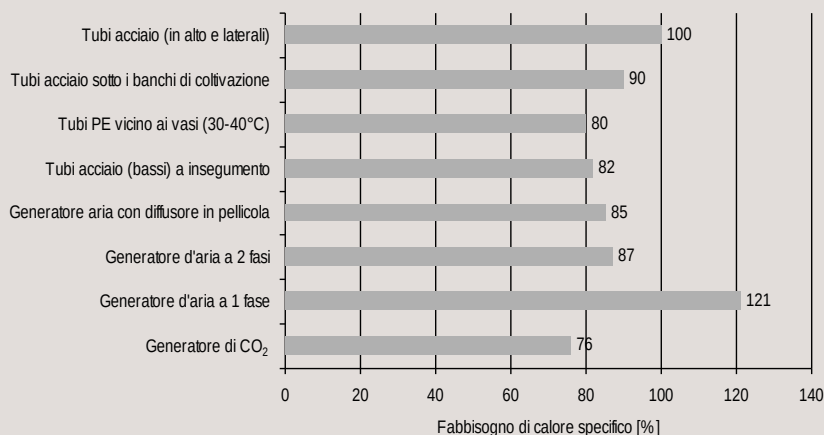
Importante:

- uniforme distribuzione del calore nella serra;
- portare il calore il più possibile vicino alle piante;
- scegliere un sistema di distribuzione a basso fabbisogno di calore.

Le articolate installazioni dei sistemi di distribuzione del calore che seguono da vicino il movimento di crescita delle piante (figura 1.4) sono caratterizzate da bassi costi aggiuntivi.

Sulla base del fabbisogno specifico di calore possono essere messi a confronto diverse tipologie di sistemi di distribuzione del calore in serra (figura 1.5).

Figura 1.5 - Fabbisogno specifico di calore nei diversi sistemi di distribuzione



Come valore di riferimento (100%) è impiegato il sistema di distribuzione in tubi di acciaio posizionati in alto e lateralmente (falde e pareti della serra). Il minor dispendio energetico è riferito ai generatori di CO₂, tuttavia a causa della concentrazione di sostanze nocive sono solo limitatamente utilizzabili.

5) Ottimizzazione dell'impianto di riscaldamento

Un elevato rendimento del generatore termico si raggiunge attraverso:

- un buon isolamento della caldaia e delle condutture;
- una regolare manutenzione e pulizia della caldaia e del bruciatore;
- una riduzione delle fasi di *stand-by* attraverso il frazionamento della potenza (caldaie in cascata);
- l'utilizzo di sistemi di distribuzione del calore a bassa temperatura (acqua) (figura 1.6);
- la sostituzione di un vecchio generatore con uno nuovo.



Figura 1.6 - Banchi mobili in alluminio riscaldati da un efficiente sistema radiante a bassa temperatura

6) Regolazioni climatiche

Con l'ausilio dei computer è possibile gestire diverse aree della serra con esigenze climatiche differenti e applicare complesse strategie di regolazione climatica.

Risparmio energetico: 10-20%

7) Sistemi di rilevazione (sensori)

Sono molto importanti per ottenere un quadro preciso della condizione climatica in serra. È molto **importante** la scelta della strumentazione e il suo posizionamento (figura 1.7):

- la strumentazione di misura deve essere adeguatamente protetta dalla radiazione ed equipaggiata con sistemi di ventilazione;
- gli strumenti di misura devono essere regolarmente mantenuti e la loro corretta funzionalità periodicamente verificata;
- le sonde di temperatura e umidità devono essere posizionate quanto più possibile vicino alle piante.

Risparmio energetico: 5-10% dell'energia termica.



Figura 1.7 - Esempio di corretto posizionamento della strumentazione

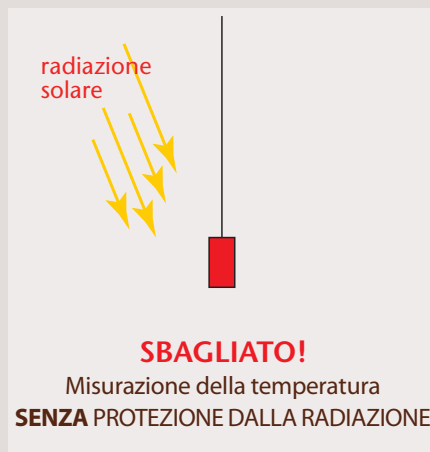




Figura 1.8 - Esempio di ottimale occupazione dello spazio di coltivazione in ambiente protetto

8) Ottimizzazione dello sfruttamento della superficie coltivabile

Un'ottimale occupazione della superficie serricola, ad esempio attraverso l'uso di banchi mobili, e una esatta progettazione logistica degli spazi, aumenta la produttività per m², e di conseguenza riduce i costi energetici per pianta (figura 1.8).

A seconda della situazione di partenza si può ottenere un risparmio energetico del 10% circa.



Figura 1.9 - Serbatoi di accumulo dell'acqua piovana e di percolazione

9) Risparmio d'acqua e di energia per l'irrigazione

- usare sistemi di irrigazione a risparmio d'acqua (irrigazione di prossimità alla pianta);
- evitare perdite d'acqua nelle superfici di appoggio dei banchi;
- ridurre la superficie di evaporazione con l'uso di teli protettivi;
- evitare di bagnare corridoi e superfici di lavoro;
- installare sistemi di recupero dell'acqua piovana e di percolazione dall'irrigazione (figura 1.9).

Risparmio: sostituendo un sistema di irrigazione a sommersione con uno a goccia è possibile un risparmio energetico fino al 10%.



Figura 1.10 - Applicazione di lampade a basso consumo

10) Lampade a basso consumo o di tipo LED

L'impiego di lampade a basso consumo (figura 1.10) o di tipo LED (Light Emitting Diodes) consente di:

- ridurre drasticamente i consumi energetici (fino all'80%!) rispetto alle lampade tradizionali;
- migliorare i risultati di crescita delle piante;
- allungare la vita utile delle lampade;
- ridurre i costi operativi e di manutenzione;
- migliorare l'efficienza di trasmissione della luce, riducendo la dispersione di calore.

2 Biomasse agroforestali



Le biomasse combustibili sono definite dal Dlgs 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale” (allegati alla parte quinta, Allegato X - sezione 4). Tra queste rientrano tutte le biomasse di origine agricola, forestale e industriale che abbiano subito nel corso del loro processo produttivo solo lavorazioni di tipo meccanico, per questo definite anche “biomasse vergini”. Tra le biomasse combustibili rientrano anche i “materiali vegetali prodotti da interventi di potatura” ovvero le potature delle coltivazioni legnose agricole (vigneti, frutteti, oliveti, nocchie-

ti, ecc) oltre a sottoprodotti dell’attività agricola quali sansa e nocciolino.

2.1 CIPPATO DI LEGNO

L’Italia ha raddoppiato la sua superficie forestale negli ultimi cinquant’anni, oggi supera i dieci milioni di ettari, con 2-3 milioni di ettari in fase di conversione naturale verso il bosco. La causa è la cessazione delle attività primarie e quindi l’abbandono di ampie porzioni di territorio montano e collinare, che sono state colonizzate spontaneamente dal

bosco. Attualmente preleviamo in media solo il 20% dell’incremento legnoso annuo (36 Mm³), pertanto nella maggior parte delle regioni alpine e appenniniche le biomasse legnose risultano molto abbondanti e sotto utilizzate.

Il cippato di legno è ottenuto dalla cippatura dei residui delle utilizzazioni boschive. Le caratteristiche qualitative del cippato di legno a uso energetico sono definite dalla norma UNI EN 14961-4:2011 (tabelle 2.1 e 2.2). La qualità del cippato e il suo costo di produzione sono influenzati dal tipo di ma-

Tabella 2.1 - Specifiche per il cippato – UNI EN 14961-4:2011

NORMATIVA	Classe qualitativa	A1	A2	B1	B2
	Origine e provenienza	1.1.1, 1.1.3, 1.2.1, 1.1.4.3	1.1.1, 1.1.3, 1.2.1, 1.1.4.3	1.1, 1.2.1	1.2, 1.3
	Distribuzione granulometrica (P)	Consultare la tabella 2.2			
	Contenuto idrico (M %) (riferito al campione tal quale) UNI EN 14774: 2009	M10 ≤ 10 M25 ≤ 25	M35 ≤ 35	Deve essere Specificato	
	Contenuto in ceneri (% s.s.)	A1,0 ≤ 1,0	A1,5 ≤ 1,5	A3,0 ≤ 3,0	
	Potere calorifico inferiore (kWh/kg)	Q3,6 ≥ 3,6	Q3,1 ≥ 3,1	Deve essere Specificato	
	Densità sterica (kg/m ^{3st} riversato)	BD150 ≥ 150 BD 200 ≥ 200	BD150 ≥ 150 BD 200 ≥ 200	Deve essere Specificata	

Tabella 2.2 - Classi dimensionali del cippato

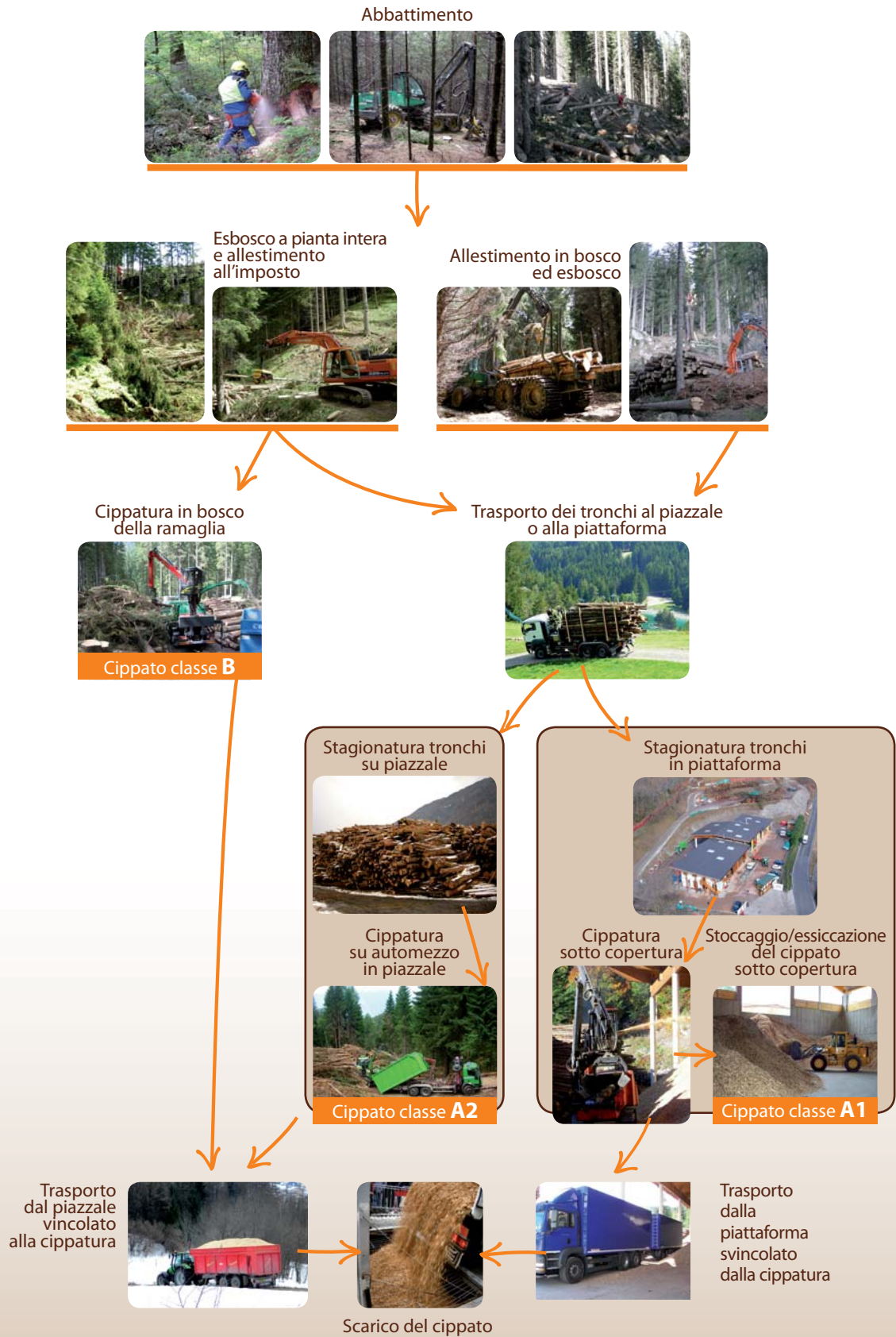
Classe dimensionale (mm). UNI EN 15149-1:2011 (metodo di prova)			
	Almeno il 75% in peso ricadente nella frazione principale, mm*	Frazione fine, frazione % con dimensioni < 15mm	Frazione grossolana (% in peso), lunghezza massima delle particelle (mm), superficie massima attraversata (m ²)
P16A P16B	3,15 ≤ P ≤ 16 mm	≤ 12%	≤ 3% > 16 mm, e tutte quelle < 31,5 mm, < 1 cm ² ≤ 3% > 45 mm, e tutte quelle < 120 mm, < 1 cm ²
P31,5	8 ≤ P ≤ 31,5 mm	≤ 8%	≤ 6% > 45 mm, e tutte quelle < 120 mm, < 2 cm ²
P45A	8 ≤ P ≤ 45 mm	≤ 8%	≤ 6% > 63 mm e al max. 3,5% > 100 mm, tutte quelle < 120 mm, < 5 cm ²

* Il valore numerico (classe-P) è riferito alla dimensione della frazione di particelle (almeno per il 75% in peso) che passano attraverso le maglie con fori rotondi del setaccio.

Figura 2.1 - *Classi di qualità del cippato in funzione del processo produttivo*

teriale di partenza e dall'articolazione del processo produttivo (Figura 2.1). Le caratteristiche qualitative del cippato

sono importanti sia per la scelta della tecnologia di combustione sia per la definizione del prezzo di acquisto.



Equivalenze volumetriche

La tabella 2.3 indica le masse volumetriche e steriche di alcune delle più comuni specie forestali, al variare del contenuto idrico del legno. La figura 2.2 invece riporta la formula speditiva solitamente usata per la conversione volumetrica del cippato.

Equivalenze energetiche del cippato rispetto ai combustibili fossili

La figura 2.3 riporta le conversioni energetiche tra il combustibile legnoso (cippato) e i combustibili fossili solitamente utilizzati per il riscaldamento.

Figura 2.2 - Conversione volumetrica speditiva del cippato



1 m³ tondo ~ 2,5-3 msr



Tabella 2.3 - Variazione volumetrica del cippato in funzione del contenuto idrico del legno. Abbreviazioni - Lsp: legna spaccata (33 cm, accatastata); Cip: cippato

Cont. idrico M %	Faggio			Quercia			Abete rosso			Pino		
	m³	Lsp ms	Cip msr	m³	Lsp ms	Cip msr	m³	Lsp ms	Cip msr	m³	Lsp ms	Cip msr
masse volumiche e steriche in kg*												
0	680	422	280	660	410	272	430	277	177	490	316	202
10	704	437	290	687	427	283	457	295	188	514	332	212
15	716	445	295	702	436	289	472	304	194	527	340	217
20	730	453	300	724	450	298	488	315	201	541	349	223
30	798	495	328	828	514	341	541	349	223	615	397	253
40	930	578	383	966	600	397	631	407	260	718	463	295
50	1117	694	454	1159	720	477	758	489	312	861	556	354

Figura 2.3 - Equivalenze energetiche del cippato rispetto ai combustibili fossili

Equivalenze energetiche e volumetriche

10 kWh = 1 litro di gasolio = 1 Nm³ metano = 1,5 litri di GPL
 1 litro di gasolio = **2,5 kg di legna secca** (M20, 4 kWh/kg)
 1 litro di gasolio = **4,5 kg di legna fresca** (M50, 2,2 kWh/kg)

La qualità della legna da ardere è definita dalla UNI EN 14961-5:2011 (M = contenuto idrico%)

2.2

CIPPATO DA POTATURE AGRICOLE

In Italia ci sono circa 2 milioni di ettari di oliveti e vigneti che producono ogni anno oltre 2 milioni di tonnellate di potature (ca. 10 milioni di MWh primari) quasi sempre inutilizzate o bruciate a cielo aperto, con pesanti ripercussioni sulla qualità dell'aria. Un interessante coltura legnosa per l'impiego energetico è rappresentata anche

dai corileti che coprono in Italia quasi 70.000 ettari, principalmente in Lazio, Campania e Piemonte. Tali potature, previa raccolta, stagionatura e trinciatura (figura 2.4), possono esprimere un grosso potenziale energetico, basti pensare che la produttività annuale per ettaro varia mediamente da 1,5 a 4,5 t (tabella 2.4).



Figura 2.4 - Trincia raccoglitrice per la raccolta di potature di vite (sinistra) e di nocciolo.



Tabella 2.4 - Produttività annuale media per ettaro di alcune specie

	t/ha/anno	Contenuto idrico (M%)
Oliveti	2,5-4,5	35-45%
Vigneti	1,5-3	40-50%
Corileti	1,5-2	35-40%
Frutteti	2,5-3,5	40-50%



Figura 2.5 – Raccolta di potature di olivo in Puglia (sinistra) e nocciolo in Lazio per uso energetico.

Qualità e costi di produzione

La qualità del cippato è influenzata principalmente dalla macchina impiegata per la raccolta e dal tipo di specie legnosa. Da questo punto di vista la vite rappresenta il materiale più problematico. Nel caso dell'o-

livo e del nocciolo si ottengono invece i migliori risultati in termini di pezzatura del cippato. I costi di produzione del cippato da potature variano ampiamente in funzione del tipo di cantiere di raccolta e delle macchine impiegate (tabella 2.5 e figura 2.5),

Tabella 2.5 - Valori medi indicativi del costo di produzione

	€/t	Contenuto idrico (M%)
Oliveti	25-70	35-45%
Vigneti	15-65	40-50%
Corileti	11-44	35-40%
Frutteti	11-49	40-50%

Contenuto energetico, composizione chimica, emissioni

Il contenuto energetico delle potature legnose agricole è del tutto simile a quello del legno, si attesta intorno a **2,5 MWh/t** con un contenuto idrico del **40% circa**.

Le potature hanno un contenuto in ceneri generalmente superiore a quello del legno di origine forestale (ca. 0,5-2% da tronchi sramati), nel caso della vite aumenta sensibilmente fino ad arrivare al **4% della sostanza secca**. Nelle potature di vite i livelli di azoto e di rame sono superiori rispetto ai valori medi rilevati nel legno non trattato; questo è - con ogni probabilità - riconducibile ai trattamenti fitosanitari ai quali è comunemente sottoposta la vite. Tuttavia, sulla base dei risultati di test di combustione, le lievi differenze riscontrate non comportano un evidente effetto negativo sul fattore di emissione sia riguardo gli ossidi di azoto che le polveri totali. Anche il cloro rilevato, principale elemento precursore di diossine e furani, si mantiene sotto il valore medio del legno vergine. Pertanto, la combustione delle potature in moderni generatori di calore, in alternativa alla pratica della combustione a cielo aperto,

consente di ottenere notevoli benefici sulla qualità dell'aria.

Nel caso di generatori con potenza superiore 1 MWt è sempre raccomandabile l'applicazione di un filtro a maniche o elettrofiltro a valle del separatore a gravità (multiciclone). Questa configurazione garantisce livelli di emissione di polveri inferiori ai 10 mg/Nm³, come dimostrano i dati rilevati presso gli impianti in funzione da più anni.

Potature legnose in forma di pellet, briquettes e cialde

A livello locale talvolta sono disponibili potature legnose in forma di pellet briquettes o cialde. Questi biocombustibili densificati di origine agricola (figura 2.3), rispetto al cippato da potature, sono caratterizzati da una maggiore standardizzazione qualitativa (pezzatura omogenea, contenuto idrico <10-14%) ed elevata densità energetica. Queste caratteristiche offrono vantaggi sia in fase di combustione (fattori di emissione) sia in fase logistica (trasportabilità, spazi di stoccaggio). Tuttavia, sono caratterizzate da un maggiore costo dell'energia primaria (tabella 2.6).

Tabella 2.6 - Confronto qualitativo tra pellet da potature (vite e olivo) e le classi di qualità del pellet di legno come definite dalla UNI EN 14961-2.

Parametro	U.M.	Pellet di olivo	Pellet di vite	Pellet secondo la EN 14961-2		
				A1	A2	B
Contenuto idrico (M)	% _{tq}	6,51	8,39	≤ 10		
Ceneri (A)	% _{ss}	4,07	2,8	≤ 0,7	≤ 1,5	≤ 3,0
Durabilità meccanica (DU)	% _{tq}	99,2	98	≥ 97,5		
Particelle fini (< 3.15 mm)	% _{tq}	-	-	<1		
Potere Calorifico Inferiore (Q)	MJ/kg _{tq}	17,1	16,5	16,5≤Q≤19	16,3≤Q≤19	16,0≤Q≤19
Densità apparente (BD)	kg/m ³	629	627	≥ 600		
Punto di fusione delle ceneri (DT)	°C	-	> 1.450	≥ 1200	≥ 1100	



Figura 2.6– Impianto per la produzione di briquettes e cialde in un’azienda agricola in Veneto.

2.3
SANSÀ E NOCCIOLINO

Nei frantoi tradizionali la sansa prodotta, almeno in parte, è spesso impiegata a fini energetici principalmente per l’auto-consumo. Mentre per i frantoi con lavorazione continua è conferita ai sansifici che previa disoleatura la re-immettono sul mercato come biocombustibile sfuso o confezionato. Tra i possibili utilizzi del sottoprodotto sansa vi è appunto quello energetico, praticato più o meno diffusamente nel centro e sud Italia. Da un punto di vista normativo la sansa è contemplata nel Testo Unico Ambientale (Dlgs. 152/2006) sia come “materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli” sia come “sansa di oliva

disoleata” avente le caratteristiche indicate di seguito in tabella 2.6. Un’ulteriore filiera commerciale molto consolidata nel centro-sud riguarda l’uso energetico del nocciolino di sansa (figura 2.7), specie alla luce delle innovazioni tecnologiche recentemente introdotte sul mercato che consentono la denocciolatura in pre-spremitura. Rispetto alla sansa, il nocciolino è un biocombustibile ancor meno problematico e diffusamente impiegato nell’alimentazione di caldaie automatiche. Il prezzo di mercato della sansa esausta può variare da 120 a 140 €/t, mentre il nocciolino ha un prezzo un po’ più elevato 150-160 €/t (trasporto incluso).



Figura 2.7 – Sansa disoleata in sacchi (sinistra) presso un frantoio molisano e nocciolino di sansa prodotto da un frantoio in Puglia

Tabella 2.6 - Caratteristiche chimico-energetiche della sansa disoleata

Parametri	U.M.	Valori massimi - minimi
Ceneri	%	≤ 4
Contenuto idrico	%	≤ 15
N-esano	mg/kg	≤ 30
Potere calorifico inferiore	MJ/kg	≥ 15,7 (=4,36 kWh/kg)
Solventi organici clorurati		assenti



3

Tecnologie di conversione energetica delle biomasse agroforestali

Le biomasse agroforestali sono impiegate principalmente e in modo molto consolidato per la produzione di energia termica. Sono inoltre disponibili sul mercato soluzioni tecnologiche affidabili sia per il raffrescamento sia per la minicogenerazione applicabili al settore delle colture protette.

3.1 MODERNE CALDAIE AUTOMATICHE

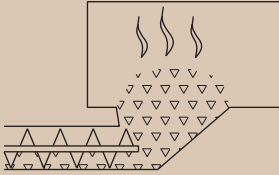
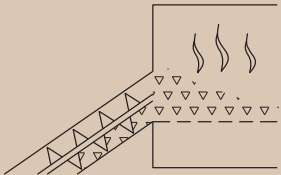
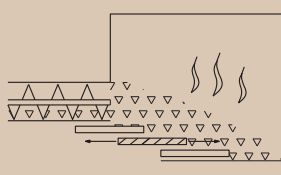
Le caldaie automatiche appartengono alla tecnica di combustione cosiddetta a griglia, nell'ambito di questo raggruppamento si distinguono diversi tipi di focolare che sono ottimizzati per l'impiego di specifici biocombustibili. La figura 3.1 illustra i più comuni tipi di focolari e i relativi biocombustibili solidi impiegabili. Ulteriori varianti sviluppate sono la

griglia rotativa, a ribaltamento e a rullo. Questi sviluppi mirano ad ottenere lo scuotimento del letto di braci e così un miglioramento del processo di combustione nella sua fase finale e di rimozione delle ceneri dalla griglia. Tali dispositivi sono particolarmente efficaci quando si impiegano combustibili con **elevato contenuto in cenere e basso punto di fusione** delle stesse (scorie), come ad esempio cippato, pellet e/o cialde da potature agricole, sansa. Il mercato richiede in modo crescente questo tipo di caldaie.

Caldaie a griglia fissa

Il focolare fisso (figura 3.2) è adatto all'impiego di biomasse solide a basso contenuto idrico ($M < 35\%$) e con basso contenuto in cenere ($A < 3\%$). Un agitatore meccanico favorisce l'evacuazione delle ceneri che cadono in un cassetto posto

Figura 3.1 – Principali tipi di focolari nelle caldaie a griglia e relativi biocombustibili impiegabili

Principio	Focolare sottoalimentato	Focolari a griglia alimentati lateralmente (coclea)	
Tipo		griglia fissa (con raccoglitore cenere o griglia ribaltabile)	griglia mobile (rotativa, a scalini)
Schema			
Potenza nominale	da 10 kW (fino a 2,5 MW)	da 25 kW	da 15 kW (fino > 20 MW)
Combustibile	cippato - pellet	cippato - pellet	cippato - pellet corteccia - segatura

al di sotto della griglia oppure, nel caso di impiego di combustibili più ricchi di cenere, possono essere estratte con una coclea che le trasporta in un apposito contenitore.

Caldaie a griglia mobile

Sono generatori di potenza medio-grande da ca. 100 kW fino ad alcuni MW, impiegati sia nel residenziale sia nel settore industriale. La griglia è composta di elementi mobili (piatti, scalini) che favoriscono l'avanzamento della biomassa lungo un piano più o meno inclinato (figura 3.3). Il focolare mobile è **adatto all'impiego di biomasse solide umide** (M 40-50%) **e con elevato contenuto di cenere** (A >3%). Un altro tipo di focolare adatto all'uso di biomasse agricole è rappresentato dal modello "a catenaria" caratterizzato da raschiatori collocati lungo una catena con la funzione di rimozione delle ceneri e di eventuali scorie di fusione dalla griglia piana. La griglia può essere dotata di un sistema di raffreddamento ad acqua per minimizzare i fenomeni di fusione delle ceneri che disturbano il processo di combustione e possono compromettere la vita utile dei materiali costruttivi, in particolare del refrattario.

Figura 3.2 – Componenti di una moderna caldaia a biomasse a caricamento automatico laterale con griglia fissa ed estrazione automatica delle ceneri

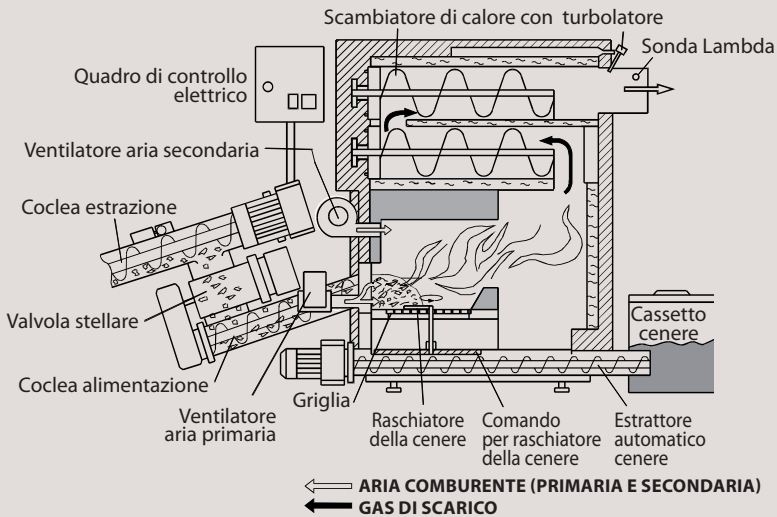
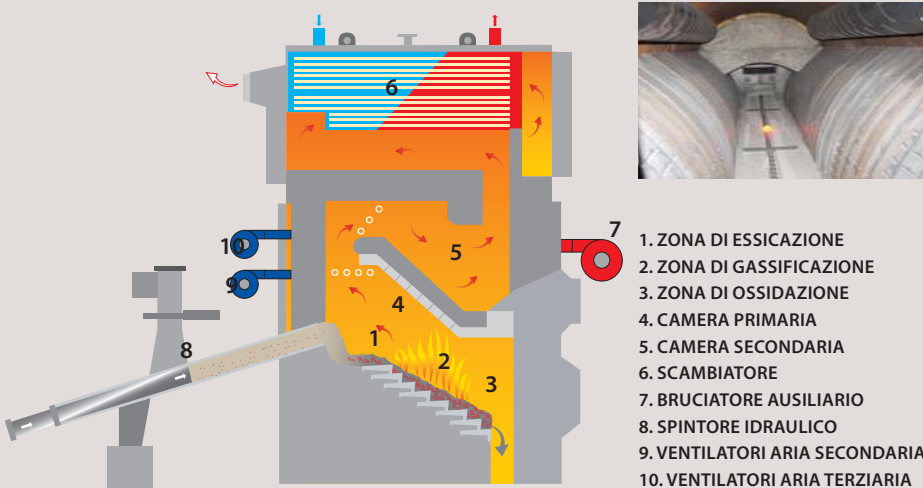


Figura 3.3 - Caldaia a griglia mobile inclinata con alimentazione a spintore (sinistra), griglia mobile a catenaria (foto)



o spintore)	Focolari alimentati per caduta			
	griglia a rullo laminato	griglia ribaltabile	braciere a tazza	braciere a tunnel (bruciatore)
	da 4 kW (fino a 450 kW)	da 15 kW (fino a 30 kW)	da 6 kW (fino a 30 kW)	da 10 kW
	cippato - pellet	pellet (cippato calibrato)	pellet	pellet

3.2

Silo di stoccaggio, estrattori, dimensionamento

Il silo di stoccaggio della biomassa rappresenta una componente determinante per la corretta funzionalità dell'impianto.

La tabella 3.1 descrive le principali caratteristiche dei sistemi di estrazione (fig 3.4), le dimensioni del silo realizzabile e del tipo di biomasse impiegabili.

Tabella 3.1 – Sistemi di estrazione meccanica.



Figura 3.4– Particolare di un sistema a rastrelli.

Sistema di estrazione	Base del silo	Misura del silo	Tipo di combustibile stoccato	Massima altezza del silo (m)	Capacità di estrazione (msr/h)
Silo a fondo inclinato/tramoggia	circolare, angolare	Ø fino a ca. 4 m	pellet	> 20	
Estrattore con molle a balestra e braccio articolato	circolare, angolare	Ø 1,5 fino a 6 m	cippato P16-P45 (buona fluidità)	6	3
Estrattore conico	circolare (angolare)	diametro di oscillazione 1,5 fino a 5 m	cippato secco, fino a P45	10	5
Estrattore a coclea rotativa	circolare (angolare)	Ø 45 fino a 10 m	cippato P16-P100, segatura, trucioli	20	50
Estrattore a rastrelli	rettangolare	nessun limite (binari paralleli)	cippato P16-P100, triturato	10	20

È molto importante, prima di progettare il silo di stoccaggio, incontrare i possibili fornitori e verificare i tipi di mezzi di trasporto di cui essi dispongono (volume del carico, tipo di scarico). In presenza di un fornitore professionale è raccomandabile stipulare un **contratto di fornitura** fissando le caratteristiche qualitative, le modalità di consegna e di calcolo del prezzo. Indicativamente il deposito della biomassa deve essere dimensionato in modo che, dopo ca. 15 giorni di funzionamento, si formi nel silo un volume vuoto tale da poter essere riempito con un nuovo carico di cippato. Il calcolo quindi va fatto sulla base del volume del mezzo di trasporto con cui sarà consegnata la biomassa. La

capacità di trasporto dei carri agricoli ribaltabili può variare da 10 a 30 m³, quella dei container da 25 a 70 m³, mentre i cassoni con piano mobile arrivano a trasportare fino a 90 m³.

Il deposito deve essere localizzato il più possibile vicino alla centrale termica. La soluzione più comoda prevede un silo sotterraneo adiacente con carico della biomassa dall'alto. Nelle soluzioni più economiche il silo di stoccaggio è ricavato sfruttando un volume tecnico preesistente oppure realizzato fuori terra con un sistema di carico meccanico o pneumatico, a seconda del tipo di biomassa utilizzata (figura 3.5). Sono inoltre disponibili sul mercato centrali termiche preassemblate su container, allacciabili in poche ore.



Figura 3.5 – Silo fuori terra (42-82 m³) con sistemi di carico a coclea e/o pneumatico.

4

Centrale termica a biomasse in serra: quando e quanto conviene?

Se nella vostra azienda agricola sono verificate le seguenti condizioni:

- Sufficiente disponibilità di biomasse per tutto l'anno;
- Presenza di produttori di biomasse entro un raggio di ca. 100 km;
- Presenza di produttori professionali in grado di garantire la qualità della biomassa richiesta dall'impianto;
- Disponibilità di spazio in azienda per la collocazione della centrale termica e del deposito;
- Prezzi delle biomasse competitivi rispetto al gasolio e stabili nel medio-lungo periodo;
- Fabbisogno termico aziendale medio-alto (> 150 MWh ~ 15.000 litri gasolio);
- Valutazione dell'investimento positiva (tempo ritorno < 5-7 anni, VAN e SRI positivi).

Allora l'installazione di una moderna caldaia a biomasse è sicuramente interessante.

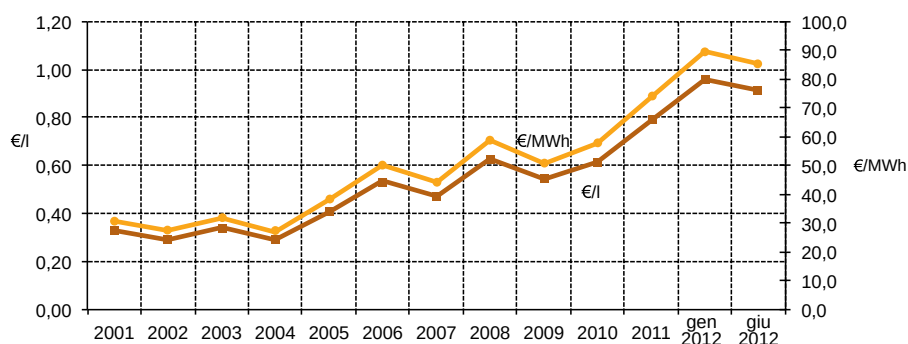
4.1

CONFRONTO TRA COSTI DELL'ENERGIA PRIMARIA: BIOMASSE vs FOSSILI

Per poter confrontare il costo dell'energia termica prodotta con diversi combustibili è necessario calcolare il costo dell'energia primaria, espresso in €/MWh. Questo si ottiene semplicemente dividendo il prezzo del combustibile per il suo potere calorifico. La valutazione di convenienza delle biomasse rispetto ai combustibili fossili convenzionali deve essere valutata caso per caso, partendo dal confronto dell'energia primaria, per calcolare il livello del risparmio annuo, includendo poi nel calcolo il costo dell'investimento. Il prezzo del gasolio per il riscaldamento delle serre, che dal 2010 è soggetto ad un'accisa del 22%, è quasi triplicato nell'ultimo decennio passando da circa 0,3 €/l del 2001 (31 €/MWh) all'attuale (giugno 2012) valore medio di 0,91 €/l, ovvero 85 €/MWh (figura 4.1) con punte di oltre 1 €/l in alcune zone d'Italia.



Figura 4.1- Il prezzo del gasolio per serre è triplicato in dieci anni (Elab AIEL su dati CCIAA).



Le biomasse legnose, in particolare il cippato, hanno mantenuto negli ultimi decenni un andamento dei prezzi molto più stabile rispetto ai combustibili fossili. Nel 2004 il prezzo del cippato (M30) era di 60 €/t (17,6 €/MWh), nel 2008 è arrivato a 85 €/t (25 €/MWh) e attualmente (2012) costa poco meno di 100 €/t, ovvero 28 €/MWh. Negli ultimi dieci anni il prezzo è cresciuto del 60% circa e negli ultimi cin-

que anni l'aumento rilevato è stato solo del 12% (figura 4.2).

La tabella 4.1 presenta un quadro dell'attuale costo dei combustibili fossili convenzionali. Tutte le biomasse agroforestali sono attualmente molto più convenienti rispetto al gasolio per la produzione di calore, il primato spetta al cippato con un risparmio che arriva quasi al 70% (tabella 4.2).

Figura 4.2 – Costi dell'energia a confronto (www.agriforenergy.info)

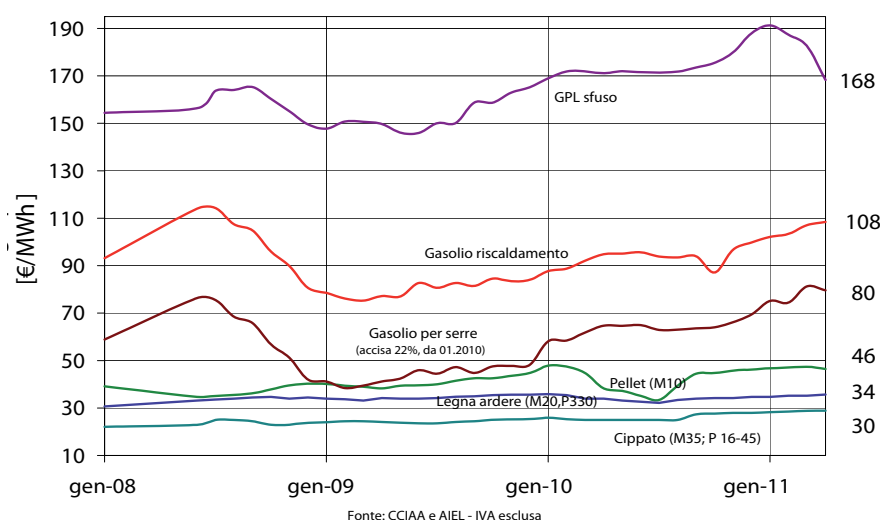


Tabella 4.1 – Prezzi dei combustibili fossili (www.agriforenergy.info).

	III° Quadrim. 2011	Gennaio 2012	Giugno 2012	INFO	FONTE
Gasolio riscaldamento (€/l)	1,18 [1,24] 1,32	1,20 [1,25] 1,35	1,14 [1,20] 1,29	2.000-5.000 litri IVA escl.	CCIAA (PD, TV, CN, PC, LE, AN)
Gas metano (€/Nm ³)	0,51 – 0,54	0,53 – 0,56	0,55 – 0,58	Tasse e IVA escluse	AEEG
Utenza domestica (ca. 1.400 Nm ³ /anno)	0,79 – 0,84	0,84 – 0,86	0,86 – 0,88	Tasse e IVA incluse	
GPL (€/l)	1,235 [1,246] 1,318	1,225 [1,238] 1,364	0,98 [1,195] 1,331	1.000-5.000 litri IVA escl.	CCIAA (PD, TV, CN, PC, LE, AN)
Gasolio agricolo e per serre (€/l)	0,89 [0,95] 1,07	0,91 [0,96] 1,11	0,87 [0,91] 1,05	2.000-5.000 litri IVA escl.	CCIAA (PD, TV, CN, PC, LE, AN)

Tabella 4.2 – Attualmente il livello di risparmio medio del cippato rispetto al gasolio agricolo è quasi del 70%.

	pci MWh	Prezzo €	Prezzo energia €/MWh	Risparmio % rispetto al gasolio per serre
1 t cippato (A1 - M25)	3,69	113	31	64%
1 t cippato (A2 - M35)	3,11	81	26	69%
1 t pellet di legno sfuso (A1-A2)	4,70	240	51	40%
1 t pellet da potature (ulivo, vite)	4,58	200	44	49%
1 t sansa esausta sfusa	4,86	140	29	66%
1 t nocciolino sfuso	4,60	150	33	62%
1 t gasolio per serre	11,5	975	85	-
100 m ³ metano "servito"	1,00	80	80	6%
1000 l GPL (agevolato)	6,82	800	117	-38%

4.2
LIVELLI DI INVESTIMENTO

Se da un lato le biomasse risultano attualmente molto più convenienti del gasolio agricolo in termini di energia primaria, dall'altro, le caldaie e gli impianti comportano investimenti sensibilmente maggiori rispetto ai combustibili convenzionali (tabella 4.3).

Potenza	Investimento	Consumi (indicativi)
kW	€	t/anno
35 - 70	20.000 - 40.000	30 - 60
70 - 140	40.000 - 65.000	60 - 120
140 - 300	65.000 - 150.000	120 - 250
300 - 500	170.000 - 250.000	250 - 400
500 - 1000	250.000 - 400.000	400 - 800

Tabella 4.3– Livelli di investimento indicativi per l’istallazione di moderni impianti a biomasse (tutto incluso)

4.3
INCENTIVI AL CALORE RINNOVABILE NELLE SERRE:
TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA (TEE)

I generatori alimentati a biomasse agroforestali godono di un incentivo calcolato sul monte energia erogato dall'impianto chiamato "Titoli di Efficienza Energetica" (TEE), noti anche come Certificati Bianchi (CB) di durata quinquennale. Si tratta di titoli negoziabili che certificano i risparmi energetici negli usi finali di energia prodotta da fonte rinnovabile. Il meccanismo si basa sull'obbligo alle aziende distributrici di gas e/o di energia elettrica di conseguire un obiettivo annuo prestabilito di risparmio energetico. Perciò chi ha un impianto a biomasse, rivolgendosi a specifici operatori autorizzati (ESCO), può contabilizzare l'energia risparmiata e accumulare un certo numero di TEE, emessi dal Gestore dei Mercati Energetici (GME), che saranno poi venduti sul mercato dall'operatore autorizzato. L'energia risparmiata si misura in tep (tonnellate equivalenti di petrolio = 11,63 MWh), che corrisponde all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio. Un TEE corrisponde al risparmio di 1 tep. Il valore medio del prezzo del TEE sul mercato (2011-2012) è variato nell'intervallo 95-110 €/tep. Una novità importante è stata recen-

temente introdotta dalle delibere EEN 19/10 e 9/11 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG) che hanno concentrato il valore del TEE nei 5 anni di "vita tecnica" dell'impianto introducendo dei coefficienti di durabilità (τ), che per il settore agricolo (impianti a biomasse) a seconda del tipo di intervento può valere: 2,65; 3,30; 3,36. Quindi per calcolare il valore economico dei titoli ottenibili (figura 4.3) bisogna trasformare l'energia termica prodotta dall'impianto (contabilizzata) in risparmio massimo di energia primaria, impiegando il rendimento di una tecnologia allo stato dell'arte (es. 94%). Sono numerosi ormai i casi di serre che hanno ottenuto i TEE.



ESEMPIO DI CALCOLO

Caldaia biomasse	500 kW
Energia erogata (contabilizzata)	940 MWh/anno
Risparmio massimo di energia primaria	$940/0,94 = 1.000 \text{ MWh}$
Risparmio massimo di energia primaria	$1.000 \times 0,086 = 86 \text{ tep}$
Valore annuo del TEE	$86 \times 100 = 8.600 \times 2,65\tau = \text{€ } 22.790$
Valore del TEE in 5 anni	$22.790 \times 5 \text{ anni} = \text{€ } 113.950$
Valore del TEE attualizzato (5%)	103.602(*)

(*) Da questo valore va scontato il costo della consulenza energetica (ESCO)

Figura 4.3 Esempio per calcolare il valore dei TEE.

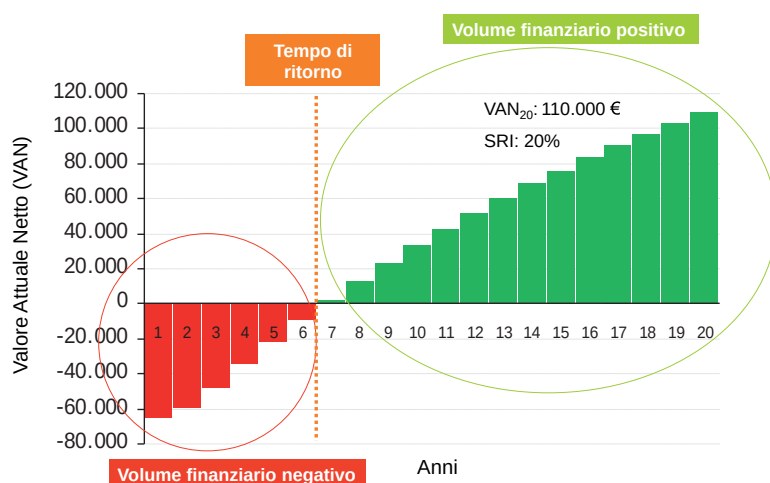
4.4

VALUTAZIONE FINANZIARIA DEGLI INVESTIMENTI

La valutazione finanziaria serve a verificare la convenienza di un progetto di investimento da parte del soggetto investitore, nella fattispecie un'azienda agricola che intende installare una caldaia a biomasse per il riscaldamento delle serre. La valutazione consiste nella costruzione del cosiddetto **flusso di cassa** in cui sono individuate e quantificate tutte le voci annue di costo e di ricavo (mancato costo/risparmio) generate nel corso della

vita utile dal progetto. La somma finanziaria delle entrate e delle uscite – attualizzate impiegando un opportuno saggio di sconto, rappresenta il **Valore Attuale Netto** (VAN) del progetto. Il **Saggio di Rendimento Interno** (SRI) è il saggio di attualizzazione che annulla finanziariamente le entrate e le uscite associate al progetto, ed esprime quindi la “rendita” del capitale investito. Si tratta quindi di un indicatore che va confrontato con tassi di investimento alternativi al progetto che si intende finanziare. Infine il **tempo di ritorno** dell'investimento è il numero di anni necessari a compensare l'investimento attraverso flussi di cassa positivi (figura 4.4).

Nelle schede esempio che saranno presentate di seguito il VAN è stato calcolato facendo ricorso ad un saggio di attualizzazione del 5%. Mentre il tasso di interesse applicato in caso di mutuo bancario è del 7%.



Casi esempio

- 01 Azienda Agricola Sant'Andrea – Mairano (BS)
- 02 Azienda Agricola Paulitti – Torsa di Pocenia (UD)
- 03 Az. Agricola Marossi Gianmario e Alberto s.s. – Casteldidone (CR)
- 04 Azienda Agricola Bertolotto Enrico – Valeggia-Quiliano (SV)
- 05 Società Agricola Agriflor – Ravarino (MO)
- 06 Azienda Agricola Fernando Lorenzo – Voltri (GE)
- 07 Azienda Agricola Manni Rudy – Taviano (LE)
- 08 Azienda Agricola Cairo&Doucher – Copertino (LE)
- 09 Nuova Agricola Girasole – Selvazzano (PD)

Potenza installata	300 kW
Superficie riscaldata	2.100 m ² (140 W/m ²)
Energia primaria	200 MWh (95 kWh/m ²)
Tipo di produzioni	floricola
Gasolio sostituito	20.400 litri

AZIENDA AGRICOLA SANT'ANDREA MAIRANO – BRESCIA



COSTI ANTE	
Consumo gasolio (l/anno)	20.400
Costo gasolio (€/anno)	20.400
COSTI POST	
<i>Investimento iniziale</i>	
Corpo caldaia + sistema di estrazione + allacciamenti + montaggio (€)	70.000
Puffer + opere edili + deposito cippato + altre spese (€)	30.000
Totale senza contributo (€)	100.000
Contributo PSR	30%
TOTALE al netto di contributo (€)	70.000
<i>Costi di gestione</i>	
Consumo cippato - M30; 3,4 kWh/kg (t)	60
Costo cippato (€/t)	67
Costo cippato (€/anno)	4.000
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	1.000
TOTALE costi annui (€/anno)	5.000
Mancati costi annui gasolio (€/anno)	15.400
DATI FINANZIARI	
Rata mutuo - durata 10 anni - (€/anno)	10.000
Margine operativo annuo <i>durante mutuo</i> (€/anno)	5.400
Margine operativo annuo <i>post mutuo</i> (€/anno)	15.400
Tempo di ritorno con mutuo (anno)	5°
VAN ₂₀ (€)	99.000
SRI ₂₀	45%



L'AZIENDA

Produce e commercializza ogni anno più di 250.000 piante orticole e floricole. L'azienda si è dotata di un generatore di calore a cippato abbinato ad un sistema di distribuzione **radiante a pavimento a bassa temperatura**. La serra è equipaggiata con un efficiente impianto di fertirrigazione per allagamento a miscelazione automatizzata, con sistema di recupero dell'acqua di percolazione e di quella piovana – convogliata in 3 serbatoi da 40 m³ ciascuno. Sul tetto della serra (zona magazzino) è stato montato un impianto FV da 20 kWep.

L'IMPIANTO TERMICO

Il generatore a cippato (300 kW) è stato installato nel 2009, si tratta di una caldaia a griglia con catenaria, abbinata ad un accumulo inerziale da 3.000 litri, che riscalda una superficie complessiva di 2.100 m² (1.500 m² in vetro + 200 m² di garden + 400 m² di magazzino).

L'impianto a pavimento a bassa temperatura (ca. 27-30 °C) e il sistema di regolazione climatica consentono di creare le condizioni di crescita ottimali per le piante con il minimo fabbisogno energetico.

Il silo di stoccaggio del cippato è di tipo seminterrato (5x5 m) con un'ampia parte fuori terra che facilita l'ulteriore stagionatura del cippato e permette un'agevole cippatura del materiale al suo interno direttamente sul posto. Tale operazione è compiuta due volte all'anno fino al riempimento del silo, tramite il servizio di cippatura conto terzi del materiale che l'azienda provvede ad acquistare intero e stagionare sul piazzale adiacente.

BIOMASSA

L'azienda acquista annualmente tre autotreni di legname. **Annualmente sono necessarie ca. 60 t di cippato** (M30) per produrre ca. 200 MWh di energia primaria. Tale consumo comporta una spesa annua di circa 4.000 €/anno (20 €/MWh). Per produrre la stessa quantità di energia primaria sarebbero necessari ca. 20.400 l di gasolio agricolo per una spesa equivalente di 20.400 €/anno.

Tipo di produzioni	floricola
Potenza installata	800 kW
Superficie riscaldata	4.000 m ² (200 W/m ²)
Energia primaria	850 MWh (213 kWh/m ²)
Consumo di cippato	250 t (M30)
Gasolio sostituito	85.000 litri

AZIENDA AGRICOLA PAULITTI TORSO DI POCENIA – UDINE



COSTI ANTE	
Consumo gasolio (l/anno)	85.000
Costo gasolio (€/anno)	85.000
COSTI POST	
<i>Investimento iniziale</i>	
Corpo caldaia + sistema di estrazione + allacciamenti + montaggio + puffer + opere edili + deposito cippato + altre spese	
Totale senza contributo (€)	250.000
Contributo PSR	50%
TOTALE al netto di contributo (€)	125.000
<i>Costi di gestione</i>	
Consumo cippato - M30; 3,4 kWh/kg (t)	250
Costo cippato (€/t)	44
Costo cippato (€/anno)	11.000
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	1.000
TOTALE costi annui (€/anno)	12.000
Mancati costi annui gasolio (€/anno)	73.000
DATI FINANZIARI CON MUTUO	
Rata mutuo - durata 10 anni - (€/anno)	17.800
Margine operativo annuo durante mutuo (€/anno)	55.500
Margine operativo annuo post mutuo (€/anno)	73.300
Tempo di ritorno con mutuo (anno)	1°
VAN ₂₀ (€)	806.700
DATI FINANZIARI SENZA MUTUO	
Margine operativo annuo post investimento (€/anno)	73.300
Tempo di ritorno senza mutuo (anno)	2°
VAN ₂₀ (€)	826.000

L'AZIENDA

L'azienda agricola Paulitti da 25 anni produce fiori stagionali sia in vaso che da trapianto per un totale di 150.000 piante all'anno, commercializzati in gran parte all'ingrosso ma anche al dettaglio. La superficie delle serre riscaldate a cippato - da ottobre ad aprile - è di 4.000 m². Una serra è di recente costruzione, in vetro a più falde, 1.000 m² con impianto FV integrato di potenza 100 kWep. Attualmente è utilizzata per alcune lavorazioni floricole e come locale tecnico per la centrale termica e gli uffici. Una seconda serra di 3.000 m² è a più campate semicircolari, dotata di regolazione climatica in funzione della specie coltivata. Le piante sono disposte sopra banchi mobili in alluminio riscaldati da un efficiente sistema radiante a bassa temperatura (40°C). La fertirrigazione è completamente automatizzata, con il recupero della componente di percolazione in due serbatoi da 11 m³; un terzo serbatoio recupera invece l'acqua piovana.

L'IMPIANTO TERMICO

La caldaia a cippato installata nel 2010 ha una potenza nominale di 800 kW, è dotata di griglia mobile a piano inclinato, sistema di estrazione automatica delle ceneri e filtro multiciclone. Alla caldaia è abbinato un accumulo inerziale da 20 m³. Il silo di stoccaggio del cippato da 120 m³ - in cemento e lamiera zincata - è posizionato fuori terra a fianco al vano tecnico. Il biocombustibile legnoso è cippato direttamente all'interno del silo formando un cumulo, a pieno carico, di altezza superiore ai 5 metri. L'estrazione del cippato dal deposito avviene per mezzo di un sistema a rastrelli azionati da pistoni oleodinamici.

BIOMASSA

L'azienda è completamente autosufficiente riguardo la fornitura di cippato. L'azienda agricola Paulitti gestisce diversi ettari di bosco planiziale di proprietà dai quali ricava annualmente il cippato necessario a soddisfare il fabbisogno termico delle serre. Il costo di produzione del cippato è circa 44 €/t franco silo per una spesa annuale di circa 11.000 €/anno (13 €/MWh). Per produrre la stessa quantità di energia primaria sarebbero necessari 85.000 litri di gasolio agricolo.

Tipo di produzioni	floricola
Potenza installata	500 kW
Superficie riscaldata	5.000 m ² (100 W/m ²)
Energia primaria	1.800 MWh (360 kWh/m ²)
Consumo di cippato	500 t
Gasolio sostituito	180.000 litri

AZIENDA AGRICOLA MAROSSI CASTELIDONE – CREMONA



COSTI ANTE

Consumo gasolio (l/anno)	180.000
Costo gasolio (€/anno)	180.000

COSTI POST

<i>Investimento iniziale</i>	
Corpo caldaia + sistema di estrazione + allacciamenti + montaggio (€)	195.000
Puffer + opere edili + deposito cippato + altre spese (€)	85.000
Totale senza contributo (€)	280.000
Contributo PSR	23%
TOTALE al netto di contributo (€)	215.600

Costi di gestione

Consumo cippato acquistato - M30; 3,4 kWh/kg (t)	475
Costo cippato (€/t)	87
Consumo cippato autoprodotta (€/t)	25
Costo cippato autoprodotta (€/t)	40
Costo cippato (€/anno)	42.300
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	1.000
TOTALE costi annui (€/anno)	43.300
Mancati costi annui gasolio (€/anno)	136.700

DATI FINANZIARI

Rata mutuo - durata 10 anni con interesse agevolato 3% - (€/anno)	25.300
Margine operativo annuo durante mutuo (€/anno)	110.600
Margine operativo annuo post mutuo (€/anno)	135.850
Tempo di ritorno con mutuo (anno)	1°
VAN ₂₀ (€)	1.199.400



L'AZIENDA

L'Azienda Agricola Marossi Gianmario e Alberto S.S. di Casteldidone, in origine azienda zootecnica, dal 1985 si occupa principalmente di produzioni florovivaistiche. Le serre di produzione, migliorate nel costo degli anni, sono dotate di moderni sistemi di irrigazione automatizzata. Le serre a tunnel e a padiglioni semicircolari coprono una superficie complessiva di 8000 m² di cui 5000 m² riscaldati. L'azienda produce e commercializza, in parte direttamente, molte varietà di fiori stagionali quali primule, viole, vinche, ciclamini e geranei per un totale di 310.000 piante l'anno. L'azienda si è specializzata anche nella produzione di stelle di Natale, le quali richiedono una temperatura costante di 18°C da settembre a dicembre. L'azienda Marossi produce anche meloni, che richiedono una temperatura di 25°C.

L'IMPIANTO TERMICO

La caldaia a cippato è stata installata nel 2005, ha una potenza di 500 kW, è del tipo a griglia sottoalimentata con una parte mobile. La pulizia degli scambiatori è automatica (sistema pneumatico). Il generatore - abbinato ad un accumulo inerziale da 10.000 litri - riscalda per mezzo di termoconvettori (aria) le varie serre, oltre all'abitazione dei titolari (ca. 100 m²). Il fabbisogno di calore è ottimizzato grazie ad un sistema di monitoraggio delle temperature nelle varie serre, collegato ad una centralina di controllo interfacciata al generatore.

Il deposito del cippato è fuori terra, ricavato in uno spazio tecnico esistente e adiacente alla centrale termica, l'estrattore è a braccio articolato. Il cippato è stoccato in un grande deposito intermedio ricavato in uno spazio coperto adiacente al silo e movimentato con pala meccanica all'occorrenza.

BIOMASSA

Il cippato utilizzato ha un contenuto idrico medio inferiore al 25% ed è acquistato da imprese locali ad un prezzo che oscilla tra gli 80 e i 100 €/t (in media 24 €/MWh). L'azienda gestisce anche un pioppeto di un ettaro con un turno di 2-3 anni dal quale riesce a produrre 25 t di cippato all'anno. Complessivamente la caldaia consuma annualmente 500 t di cippato quindi la spesa per l'acquisto del combustibile, tenuto conto del cippato autoprodotta ammonta a 42.300 €. Per erogare la stessa quantità di energia con gasolio agricolo sarebbero necessari ca. 180.000 litri (180.000 €/anno).

Tipo di produzioni	orticola
Potenza installata	900 kW
Superficie riscaldata	7.500 m ² (120 W/m ²)
Energia primaria	2.000 MWh (267 kWh/m ²)
Consumo di cippato	600 t
Gasolio sostituito	200.000 litri

AZ. AGRICOLA BERTOLOTTO ENRICO VALLEGGIA-QUILIANO – SAVONA



COSTI ANTE	
Consumo gasolio (l/anno)	200.000
Costo gasolio (€/anno)	200.000
COSTI POST	
<i>Investimento iniziale</i>	
Corpo caldaia + sistema di estrazione + allacciamenti + montaggio + puffer + opere edili + deposito cippato + altre spese	
Totale senza contributo (€)	500.000
Contributo PSR	50%
TOTALE al netto di contributo (€)	250.000
<i>Costi di gestione</i>	
Consumo cippato - M30; 3,4 kWh/kg (t)	600
Costo cippato (€/t)	93
Costo cippato (€/anno)	55.800
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	2.000
TOTALE costi annui (€/anno)	57.800
Mancati costi annui gasolio (€/anno)	142.200
DATI FINANZIARI CON MUTUO	
Rata mutuo - durata 10 anni - (€/anno)	35.600
Margine operativo annuo durante mutuo (€/anno)	107.300
Margine operativo annuo post mutuo (€/anno)	142.900
Tempo di ritorno con mutuo (anno)	1°
VAN ₂₀ (€)	1.561.300



L'AZIENDA

Produce circa 200.000 piante orticole all'anno: pomodori, zucchine, zucche, insalate e basilico. Tutte le coltivazioni avvengono a terra e solamente il basilico è coltivato su banco (500 m²) per facilitare le operazioni di raccolta. L'azienda ha una superficie protetta di 22.000 m²: 6.000 m² di serre in vetro multi falda, 16.000 m² di tunnel in triplo strato di film plastico. L'azienda ha installato recentemente una caldaia a cippato che riscalda le serre in vetro e parte dei tunnel per un totale di 7.500 m². Contestualmente all'installazione della caldaia è stato completamente rifatto ed ampliato anche l'impianto di distribuzione del calore, eliminando i vecchi termoconvettori a combustione diretta e installando dei nuovi termoconvettori alimentati da un circuito ad acqua ad alta temperatura. Il sistema di irrigazione è completamente automatizzato ed avviene con distribuzione a pioggia e a goccia.

L'IMPIANTO TERMICO

La caldaia ha una potenza di 900 kW è del tipo a griglia mobile piana con pulizia automatica degli scambiatori. La caldaia è abbinata ad un puffer da 17.000 litri ed è in funzione da fine settembre alla fine di aprile. Il deposito del cippato è fuori terra in cemento con tetto a doppia falda, ha una capienza di 180 m³ ed è posizionato a fianco della centrale termica, anch'essa di recente costruzione ex-novo. Il sistema di estrazione è del tipo a rastrelli.

BIOMASSA

La caldaia è stata collaudata da poco, pertanto non sono ancora disponibili dati reali relativi ai consumi. Si stima un consumo di combustibile di 600 t/anno con un contenuto idrico medio del 30%. Per il primo anno di esercizio l'azienda ha intenzione di acquistare il cippato da alcuni produttori locali ad un prezzo di mercato di 93 €/ton (27 €/MWh) per una spesa annuale di circa 55.000 €. Per produrre la stessa quantità di energia (2.000 MWh) con il gasolio agricolo sarebbero necessari ca. 200.000 litri (200.000 euro/anno).

Tipo di produzioni	floricola
Potenza installata	160 kW
Superficie riscaldata	1.500 m ² (107 W/m ²)
Energia primaria	170 MWh (113 kWh/m ²)
Consumo di cippato	50 t
Gasolio sostituito	17.000 litri

SOCIETÀ AGRICOLA AGRIFLOR RAVARINO – MODENA



COSTI ANTE

Consumo gasolio (l/anno)	17.000
Costo gasolio (€/anno)	17.000

COSTI POST

Investimento iniziale

Corpo caldaia + sistema di estrazione + allacciamenti + montaggio + puffer + opere edili + deposito cippato + altre spese

Totale senza contributo (€)	80.000
------------------------------------	---------------

Contributo PSR	33%
----------------	-----

TOTALE al netto di contributo (€)	53.600
--	---------------

Costi di gestione

Consumo cippato - M30; 3,4 kWh/kg (t)	50
Costo cippato (€/t)	52
Costo cippato (€/anno)	2.600
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	500

TOTALE costi annui (€/anno)	3.100
------------------------------------	--------------

Mancati costi annui gasolio (€/anno)	13.900
--------------------------------------	--------

DATI FINANZIARI CON MUTUO

Rata mutuo - durata 10 anni - (€/anno)	7.600
Margine operativo annuo durante mutuo (€/anno)	6.600
Margine operativo annuo post mutuo (€/anno)	14.250
Tempo di ritorno con mutuo (anno)	1°
VAN ₂₀ (€)	124.600

L'AZIENDA

Dal 1982 produce fiori annuali, stagionali in vaso e stelle di natale per un totale di quasi 20.000 piante. La commercializzazione dei prodotti avviene nel garden a fianco delle serre. La superficie protetta, incluso il garden, è di 1.500 m² ed è completamente riscaldata a cippato dal mese di settembre fino ad aprile. Le serre hanno una struttura a multicampata con copertura in doppio film plastico e dotate di pareti mobili con la possibilità di creare tre condizioni climatiche differenti a seconda delle esigenze produttive. La parte del garden è riscaldata con termoconvettori con scambiatore ad acqua (60 °C), mentre la parte dedicata alla produzione è riscaldata da un moderno sistema di riscaldamento a pavimento a bassa temperatura: 31-35°C nella tubazione primaria 20°C nelle tubazioni secondarie. La coltivazione è fatta in banchi con subirrigazione. Le serre sono dotate di un sistema di recupero dell'acqua piovana, convogliata in un laghetto di accumulo adiacente alla serra. Infine l'azienda ha installato un impianto FV da 23 kWep.

L'IMPIANTO TERMICO

Nel 2011 è stata installata una caldaia a cippato da 160 kW dotata di estrazione automatica delle ceneri e pulizia automatica degli scambiatori. La caldaia è abbinata a due accumuli inerziali per un volume totale di 6.000 litri. Il silo di stoccaggio ha un volume di 100 m³ ed è stato costruito in muratura riciclando i mattoni impiegati per i banchi di coltivazione precedentemente alla sostituzione del sistema di riscaldamento. Durante il periodo di funzionamento il silo è riempito ca. quattro volte con una pala meccanica.

BIOMASSA

Il cippato utilizzato ha un contenuto idrico medio del 30% ed è prodotto da materiale proprio dell'azienda che poi si affida ad un servizio di cippatura conto terzi fornito da un'azienda locale. Il restante 70% del cippato è acquistato presso un'impresa boschiva e il consumo complessivo è di 50 t/anno. La spesa annuale per l'acquisto e la produzione di cippato si aggira attorno ai 2.600 €/anno (52 €/t), che sostituisce circa 17.000 litri di gasolio (17.000 €/anno).



Tipo di produzioni	orticola
Potenza installata	80 kW
Superficie riscaldata	1.000 m ² (80 W/m ²)
Energia primaria	240 MWh (240 kWh/m ²)
Consumo di legna	60 t
Gasolio sostituito	24.000 litri

AZ. AGRICOLA FERNANDO LORENZO VOLTRI – GENOVA



COSTI ANTE

Consumo gasolio (l/anno)	24.000
Costo gasolio (€/anno)	24.000

COSTI POST

<i>Investimento iniziale</i>	
Corpo caldaia + allacciamenti + montaggio + Puffer + altre spese	
Totale senza contributo (€)	30.000
Contributo PSR	50%
TOTALE al netto di contributo (€)	15.000
<i>Costi di gestione</i>	
Consumo legna da ardere - M25; 3,7 kWh/kg (t)	60
Costo legna da ardere (€/t)	130
Costo legna da ardere (€/anno)	8.000
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	500
TOTALE costi annui (€/anno)	8.500
Mancati costi annui gasolio (€/anno)	15.500

DATI FINANZIARI CON MUTUO

Rata mutuo - durata 10 anni - (€/anno)	2.100
Margine operativo annuo durante mutuo (€/anno)	13.400
Margine operativo annuo post mutuo (€/anno)	15.500
Tempo di ritorno con mutuo (anno)	1°
VAN ₂₀ (€)	186.000



L'AZIENDA

È specializzata nella produzione di basilico in foglia e pomodoro, commercializzati presso i mercati locali. La superficie serricola è di 1000 m² posizionati su stretti terrazzamenti. Le serre sono tutte in vetro e hanno una struttura monofalda. La produzione di basilico rispetta il disciplinare D.O.P., infatti è coltivato a terra e la raccolta è fatta manualmente così come l'irrigazione. Le serre sono riscaldate da metà ottobre a metà aprile con due caldaie a legna (40 kW) di recente installazione.

L'IMPIANTO TERMICO

L'azienda da gennaio 2012 ha sostituito le vecchie caldaie a gasolio con due moderne caldaie a legna da 40 kW ciascuna con pulizia automatica degli scambiatori abbinati ad un accumulo inerziale da 5.000 litri. Il locale tecnico è posizionato all'interno di una serra adiacente allo stoccaggio della legna da ardere.

BIOMASSA

L'azienda acquista la legna da ardere presso un produttore locale ad un prezzo di 130 €/t con un contenuto idrico medio del 20% (potere calorifico 4 MWh/t). La spesa annua per l'acquisto del combustibile è di quasi 8.000 €. Per produrre la stessa quantità di energia (240 MWh) con il gasolio agricolo sarebbero necessari 24.000 litri per una spesa equivalente di 24.000 euro l'anno. Tuttavia prendendo in esame i consumi effettivi degli anni precedenti la spesa per l'acquisto del gasolio ammontava a ca. 40.000 €/anno. Questo era causato da un notevole sovradimensionamento delle caldaie e da un ormai molto basso rendimento dei generatori.

Tipo di produzioni	floricola
Potenza installata	1.100 kW
Superficie riscaldata	13.500 m ² (81 W/m ²)
Energia primaria	1.240 MWh (102 kWh/m ²)
Consumo di nocciolino	300 t
Gasolio sostituito	124.000 litri

AZIENDA AGRICOLA MANNI RUDY TAVIANO – LECCE



COSTI ANTE	
Consumo gasolio (l/anno)	124.000
Costo gasolio (€/anno)	124.000
COSTI POST	
<i>Investimento iniziale</i>	
Corpo caldaia + sistema di estrazione + allacciamenti + montaggio puffer + opere edili + deposito cippato + altre spese	
Totale senza contributo (€)	250.000
Contributo PSR	50%
TOTALE al netto di contributo (€)	125.000
<i>Costi di gestione</i>	
Consumo nocciolino - M30; 3,4 kWh/kg (t)	300
Costo nocciolino (€/t)	140
Costo nocciolino (€/anno)	42.000
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	3.000
TOTALE costi annui (€/anno)	45.000
Mancati costi annui gasolio (€/anno)	79.000
DATI FINANZIARI CON MUTUO	
Rata mutuo - durata 10 anni - (€/anno)	17.800
Margine operativo annuo durante mutuo (€/anno)	61.200
Margine operativo annuo post mutuo (€/anno)	79.000
Tempo di ritorno con mutuo (anno)	1°
VAN ₂₀ (€)	889.400



L'AZIENDA

L'azienda produce e commercializza ogni anno circa due milioni di steli di crisantemo prodotti in una superficie riscaldata di 13.500 m². Il sistema di distribuzione del calore in tubi di acciaio è composto sia di una parte aerea (70 °C) fissa sia di una parte basale mobile a inseguimento a bassa temperatura (40 °C). La regolazione climatica, la fertilizzazione e l'irrigazione sono completamente automatizzate e controllate da una centralina di comando. Le serre sono dotate di un sistema di recupero dell'acqua piovana stoccata in una cisterna esterna di 250 m³.

L'IMPIANTO TERMICO

Le serre sono riscaldate – da ottobre alla prima settimana di aprile – con due caldaie in cascata (una di back-up e per la copertura dei picchi di carico termico) alimentate con nocciolino di sansa, con una potenza cadauna di 1.100 kW. Si tratta di caldaie a griglia fissa sottoalimentata dotate di estrattore automatico della cenere e pulizia automatica degli scambiatori. Le caldaie sono installate in un volume tecnico ricavato all'interno del complesso delle serre, così come il deposito del nocciolino, dimensionato per contenere più di due volte il fabbisogno annuo (250 m² x 7 m altezza).

BIOMASSA

Il nocciolino di sansa, acquistato da produttori locali localizzati entro un raggio di circa 100 km, arriva in autotreno (20 t) e viene scaricato direttamente all'interno del deposito coperto. Con l'ausilio di una pala aziendale il nocciolino è poi caricato nella tramoggia di carico della caldaia (in media una volta al giorno nei periodi più freddi) che ha un volume di ca. 10 m³.

Tipo di produzioni	floricola, vivaistica
Potenza installata	1.850 kW (7 generatori)
Superficie riscaldata	16.000 m ² (115 W/m ²)
Energia primaria	1.380 MWh (86 kWh/m ²)
Consumo di sansa esausta	300 t
Gasolio sostituito	138.000 litri

AZ. AGRICOLA CAIRO&DOUTCHER COPERTINO – LECCE



COSTI ANTE	
Consumo gasolio (l/anno)	138.000
Costo gasolio (€/anno)	138.000
COSTI POST	
<i>Investimento iniziale</i>	
Corpo caldaie + montaggio 1 caldaia da 470 kW (€/caldaia)	26.000
Corpo caldaie + montaggio 6 caldaie da 230 kW (€/caldaia)	84.000
Totale senza contributo (€)	110.000
Contributo PSR	0%
TOTALE al netto di contributo (€)	110.000
<i>Costi di gestione</i>	
Consumo sansa esausta- M30; 3,4 kWh/kg (t)	300
Costo sansa esausta (€/t)	150
Costo sansa esausta(€/anno)	45.000
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	7.500
TOTALE costi annui (€/anno)	52.500
Mancati costi annui gasolio (€/anno)	85.500
DATI FINANZIARI SENZA MUTUO	
Margine operativo annuo post investimento (€/anno)	85.500
Tempo di ritorno senza mutuo (anno)	2°
VAN ₂₀ (€)	1.008.800



L'AZIENDA

L'azienda ha una superficie complessiva di 120.000 m² di colture protette dove produce ogni anno circa: 300.000 piante in vaso, 1 milione di talee, 150.000 fiori recisi, 200.000 piante di melograno, ecc.. La parte di serre riscaldata con le biomasse (sansa disoleata) copre una superficie di 16.000 m². Il sistema di distribuzione del calore è sia ad acqua (banchi) sia ad aria (termoconvettori).

L'IMPIANTO TERMICO

Le serre sono riscaldate – da novembre a marzo - con sette caldaie a biomasse: 6 generatori d'aria calda di 230 kW cadauno e 1 generatore di acqua calda di 470 kW, tutte alimentate con sansa esausta, per una potenza complessiva di 1.850 kW. Si tratta di caldaie a griglia fissa sottoalimentata dotate di estrattore automatico della cenere e pulizia automatica degli scambiatori. Le caldaie sono state installate in sostituzione di caldaie a gasolio sfruttando il volume tecnico esistente. Il caricamento dello stoccaggio delle caldaie è manuale e viene eseguito dagli operai una volta ogni due-tre giorni.

BIOMASSA

La sansa è acquistata sul mercato confezionata in big bag a 150 €/t. Mediamente la caldaia ad acqua consuma circa 500 kg di sansa a notte, mentre i generatori d'aria circa la metà. Pertanto con 2 tonnellate di sansa (€ 300) si sostituiscono 920 litri di gasolio (ca. 900 €), ottenendo un risparmio per ogni notte di € 600.

Tipo di produzione	Floricola
Potenza installata	700 kW
Superficie riscaldata	6.000 m ² (117 W/m ²)
Energia primaria	1.560 MWh/ (259 kWh/m ²)
Gasolio sostituito	circa 156.000 litri

NUOVA AGRICOLA GIRASOLE SELVAZZANO - PADOVA



COSTI ANTE	
Consumo gasolio (l/anno)	156.000
Costo gasolio (€/anno)	156.000
COSTI POST	
<i>Investimento iniziale</i>	
Corpo caldaia + sistema di estrazione + allacciamenti + montaggio (€)	170.000
Puffer + opere edili + deposito cippato + altre spese (€)	80.000
Totale senza contributo (€)	250.000
Contributo PSR	30%
TOTALE al netto di contributo (€)	175.000
<i>Costi di gestione</i>	
Consumo cippato - M30; 3,4 kWh/kg (t)	460
Costo cippato (€/t)	75
Costo cippato (€/anno)	34.500
Costo manutenzione e gestione (€/anno)	1.000
TOTALE costi annui (€/anno)	35.500
Mancati costi annui gasolio (€/anno)	120.500
DATI FINANZIARI	
Rata mutuo - durata 10 anni - (€/anno)	24.900
Margine operativo annuo durante mutuo (€/anno)	95.600
Margine operativo annuo post mutuo (€/anno)	120.500
Tempo di ritorno con mutuo (anno)	1°
VAN ₂₀ (€)	1.374.000



L'AZIENDA

La cooperativa Nuova Agricola Girasole, nata nel 1988, persegue, con operatori e volontari, l'interesse generale della comunità con l'integrazione sociale di persone con difficoltà di inserimento nella vita sociale e produttiva, attraverso la gestione di un'attività di floricoltura. L'azienda è situata su un terreno di circa 18.000 m² con una superficie coperta e riscaldata di circa 6000 m² tra serre fisse e tunnels ad altri 5000 m² adibiti a coltivazioni vivaistiche in campo. Vengono coltivate piante fiorite in vaso, ed in particolare stelle di natale e ciclamini, oltre a piante da orto e da giardino. In particolare le stelle di natale necessitano di crescere con un mantenimento della temperatura, da agosto a raccolta, di 19°C.

L'IMPIANTO TERMICO

La caldaia a cippato ha una potenza di 700 kW ed è dotata di griglia mobile a piano inclinato. Alla caldaia sono abbinati due puffer della capacità di 5.000 litri cadauno.

In base alle specie coltivate e alle tipologie di serre sono stati adottati due differenti sistemi di distribuzione del calore. Il 15% della superficie (due serre) è riscaldato con aerotermi, mentre nel restante 85% della superficie viene utilizzato un sistema radiante a bassa temperatura. Il cippato è stoccato in un silo in calcestruzzo interrato da circa 100 m³ movimentato da un sistema a rastrelli.

La presenza degli scambiatori verticali, consente sia di ottenere già nella zona di scambio un elevato grado di separazione del particolato sia di mantenere puliti gli scambiatori per tempi relativamente lunghi. Questo consente di programmare una sola pulizia della caldaia nell'arco della stagione termica.

BIOMASSA

La caldaia è stata appena installata e pertanto non sono ancora disponibili dati "misurati" relativi ai consumi di cippato. Si stima pertanto un consumo di circa 460 t/anno, con un contenuto idrico medio del 30%. Il cippato sarà acquistato da alcuni produttori locali ad un prezzo medio di mercato di 70-80 €/ton (20-23 €/MWh) per una spesa annuale di circa 34.500 euro. Per produrre la stessa quantità di energia (1.560 MWh) con il gasolio sarebbero necessari ca. 156.000 litri (156.000 €/anno).

Enama è un'associazione a cui aderiscono le principali organizzazioni agricole (Cia, Coldiretti e Confagricoltura), del contoterzismo (Unima), del commercio (Assocap e Unacma), dell'industria (Unacoma) e, in qualità di membri di diritto, il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, le Regioni e l'Ente C.R.A.

PARTNER DI PROGETTO



PUBBLICAZIONI ENAMA SULLE AGROENERGIE



Via Venafrò, 5 - 00159 ROMA
Tel. +39 06 40860030 - +39 06 40860027
Fax +39 06 4076264
info@enama.it
www.enama.it

Le pubblicazioni Enama sulle Agroenergie sono scaricabili dai siti

www.enama.it

www.progettobiomasse.it

Sul sito Enama sono inoltre disponibili altre pubblicazioni sul tema della meccanizzazione.