VERAGRI

RELAZIONE FINALE – SINTESI

1 INDICE

1 INDICE 2
2 INTRODUZIONE GENERALE 3
3 ENTE PROPONENTE E PARTNER 4
4 ELEMENTI DI INNOVAZIONE NEL PRODOTTO, NEL PROCESSO E NELLA TECNOLOGIA. 5
5 DESCRIZIONE DELLE FASI ED ATTIVITA SVOLTE 7
6 METODOLOGIA DI ANALISI E RACCOLTA DATI 9
7 PROBLEMATICHE RISCONTRATE 13
8 ANALISI DEI RISULTATI, CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE 13
9 QUADRO ECONOMICO 17
10 CONCLUSIONI 19

2 INTRODUZIONE GENERALE

Il seguente documento costituisce la relazione finale completa illustrativa dell'attività svolta e dei risultati conseguiti nel corso del progetto denominato "VERAGRI - Energie Rinnovabili - Generatore Tristadio a scarti verde per aziende agricole" - Domanda n.1811391 - finanziato nell'ambito della misura 124 - Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nel settore agricolo, alimentare e forestale - azione nuove sfide - Reg. CE 1698/2005 - P.S.R. Veneto - D.G.R. 745 del 15/03/2010.

Il progetto ha previsto lo studio, la valutazione e la realizzazione di soluzioni tecniche per l'autosufficienza energetica e la riduzione dell'impatto ambientale dell'azienda florovivaistica "Pronto Giardino snc" (Ente Proponente) tramite la valorizzazione degli scarti verdi derivanti dalle attività di potatura e sfalcio.

L'obiettivo del progetto è stato la ricerca di una soluzione tecnologica innovativa che comporti un miglioramento della competitività della società agricola tramite una forte riduzione dei costi associati all'attività agricola. Nell'ottica della sostenibilità ambientale e finanziaria dell'azienda agricola si è cercato di ridurre l'impatto ambientale connesso allo smaltimento degli scarti delle attività di potatura e di sfalcio.

Con la visione di un'azienda agricola a ciclo chiuso, ad impatto zero ed energeticamente autosufficiente è stato realizzato un prototipo di sistema cogenerativo in grado di sfruttare il processo chimico della gassificazione per degradare termicamente gli scarti di potatura e produrre una miscela gassosa combustibile, denominata gas di sintesi (o syngas), da bruciare direttamente nei motori a combustione interna per produrre energia elettrica e calore.

Pertanto il sistema cogenerativo alimentato dagli scarti aziendali realizza molteplici risultati. Permette di ridurre i costi legati al trasporto e smaltimento dei residui ed i costi fissi legati all'approvvigionamento energetico (energia elettrica e combustibili fossili). Inoltre, accedendo agli incentivi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, garantisce un reddito aggiuntivo ed una riduzioni emissioni climalteranti connesse all'attività.

3 ENTE PROPONENTE E PARTNER

Il progetto VERAGRI è stato realizzato da:

SOGGETTI REFERENTI	RUOLO
PRONTO GIARDINO SNC **Diego De Zuani** **Zambotti Alberto**	**ENTE PROPONENTE** Azienda agricola che si occupa di realizzazione e manutenzione di parchi, giardini e campi sportivi. Coadiuvata dall'Ing. Zambotti, collaboratore esterno, l'azienda si è occupata delle seguenti attività: 1. Coordinamento generale del progetto VERAGRI. 2. Pianificazione delle attività, gestione dei rapporti con i partner, valutazione periodica dello stato di avanzamento e del rispetto dei tempi. 3. Sviluppo e realizzazione del prototipo di gassificatore. 4. Rapporto con i fornitori, installatori ed officina meccanica. 5. Fornitura materia prima per test.
UNIPD - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE **Mazzari Alessandro** **De Carli Michele**	**PARTNER** Polo di ricerca e formazione in numerose aree dell'Ingegneria che comprendono l'Ingegneria Aerospaziale, Chimica, Elettrica, dell'Energia, dei Materiali e Meccanica. In particolare le aree coinvolte nel progetto riguardano la fisica tecnica e l'energetica. L'Ing. Mazzari, supervisionato dal prof. De Carli, si è occupato delle seguenti attività: 1. Studio preliminare del progetto di partenza, elaborazione schemi preliminari del generatore, dimensionamento di massima e valutazione dei parametri di efficienza globale ed intermedia. 2. Consulenza tecnica per il dimensionamento del sistema di gassificazione. 3. Analisi dei profili energetici caratteristici del settore florovivaistico in Veneto. 4. Analisi dei consumi energetici dell'azienda Pronto Giardino snc ed elaborazione dei profili energetici aziendali. 5. Stima dei quantitativi di scarti avviabili al processo di gassificazione. 6. Test operativi, valutazione dei risultati, monitoraggio ed analisi chimiche.
UNIPD - DIPARTIMENTO DI TECNICA E GESTIONE DEI SISTEMI INDUSTRIALI **Rossetti Antonio** **Macor Alarico**	**PARTNER** Polo di ricerca e formazione nei campi dell' Ingegneria industriale ed economico-gestionale. In particolare le aree coinvolte nel progetto riguardano la meccanica e l'energetica. L'Ing. Rossetti, supervisionato dal prof. Macor, si è occupato delle seguenti attività: 1. Studio preliminare del progetto di partenza, elaborazione schemi preliminari del generatore, dimensionamento di massima e valutazione dei parametri di efficienza globale ed intermedia. 2. Valutazione preliminare dei sistemi di accoppiamento dei motori primi al gassificatore, dimensionamento del motore a combustione interna e consulenza tecnica nella fase di fornitura del motore e nella fase di costruzione dei sistemi di filtraggio. 3. Modellizzazione del sistema di cogenerazione a biomassa.

4 ELEMENTI DI INNOVAZIONE NEL PRODOTTO, NEL PROCESSO E NELLA TECNOLOGIA.

Il primo elemento di innovazione nel progetto è stata la scelta di un **processo di conversione termochimica della biomassa** che permette di ottenere rendimenti complessivi di trasformazione energetica più elevati rispetto agli altri processi di conversione biologica e fisico-chimica. Inoltre la fase di analisi sulla tipologia di biomassa di scarto prodotta dalle attività florovivaistiche del bacino in esame (distretto della Saccisica) ha evidenziato la prevalenza di una componente preponderante di matrice erbacea e lignocellulosica della biomassa molto più adatta a processi di valorizzazione energetica basati su pirolisi-gassificazione e combustione.

Il secondo elemento di innovazione è legato alla **scelta della taglia di potenza elettrica e termica**. Nell'ottica di promuovere lo sviluppo di aziende agricole a ciclo chiuso, ad impatto zero ed energeticamente autosufficiente si è realizzato un prototipo tarato sulle esigenze termiche ed elettriche dell'azienda agricola stessa. Nella fase di progettazione e costruzione non è stata privilegiata una logica speculativa che portasse a massimizzare l'investimento economico realizzando un prototipo destinato alla produzione di energia elettrica mirato all'ottenimento dell'incentivo più alto. La filosofia progettuale è legata al particolare contesto nel quale si opera, pertanto la potenza e la produzione di energia termica ed elettrica sono tarate sui consumi medi delle aziende in esame e mirano soprattutto a coprire i consumi analizzati e a rendere autosufficiente l'azienda stessa senza esuberi di produzione.

Il terzo elemento di innovazione è legato alla **versatilità del materiale di alimentazione**. La scelta di utilizzare gli elementi di scarto delle attività in esame costituisce un'innovazione nel settore tecnologico della gassificazione in quanto le attuali macchine in commercio sono alimentate con cippato di legno che rispetta determinati requisiti dimensionali, di composizione e di umidità. La scelta di introdurre materiale che presenta caratteristiche molto disomogenee sia in pezzatura che in composizione (essenze di legno differenti, presenza di foglie ed aghi, umidità variabile) comporta notevoli complicazioni dal punto di vista tecnico, in particolare compromette la stabilità del processo stesso e comporta modificazioni nella geometria del reformer (reattore di gassificazione). Il progetto è servito per studiare quali modifiche sono necessarie per gassificare il materiale di scarto e rendere stabile il processo stesso.

Il quarto elemento di innovazione ha riguardato la **collaborazione fra Università ed aziende agricole in ambito energetico**. Le aziende florovivaistiche hanno messo a disposizione le informazioni riguardanti i consumi energetici, la tipologia di scarti e competenze colturali, mentre i Dipartimenti di Ingegneria coinvolti hanno fornito il know-how tecnico ed i modelli predittivi per poter realizzare il prototipo. Questa collaborazione ha permesso inoltre di realizzare un database di profili energetici legati alle diverse aziende florovivaistiche e la valutazione della sostenibilità economica ed ambientale degli impianti di generazione di calore ed elettricità che sfruttano la biomassa legnosa come combustibile, applicati al settore della serricoltura.

5 DESCRIZIONE DELLE FASI ED ATTIVITA SVOLTE

Come indicato in fase di richiesta di finanziamento e nella successiva modifica non sostanziale, il progetto è stato suddiviso in cinque fasi ciascuna caratterizzata dalle attività indicate in tabella 1.

FASE	ATTIVITA SVOLTA
FASE 0 Definizione del gruppo di lavoro, obiettivi, tempistiche e responsabili	1. Riunione iniziale di coordinamento e definizione dei compiti; 2. Costituzione di un gruppo di lavoro sulla tecnologia di gassificazione e un gruppo di lavoro sui motori primi;
FASE 1 Studio preliminare	1. Studio dei profili energetici aziendali (consumi e fabbisogni energetici dell'azienda in termini di energia elettrica, termica (riscaldamento, ACS, raffrescamento) e stima quantitativo di residui organici utilizzabili annualmente e relativa potenza erogabile (Elaborato: Tesi di laurea). 2. Analisi delle caratteristiche chimici-fisico della biomassa campione derivante dalla potatura e manutenzione di vivai (Elaborato: Relazione Tecnica). 3. Analisi di gassificabilità della biomassa, valutazione della tipologia di reattore, caratterizzazione sperimentale e modellazione del gassificatore (Elaborato: Relazione tecnica). 4. Analisi gascromatografica del gas di sintesi e valutazione del motore primo da accoppiare (Elaborato: Relazione Tecnica)
FASE 2 Realizzazione prototipo	1. Elaborazione dei disegni tecnici ed esecutivi del reattore di gassificazione; 2. Elaborazione dei disegni tecnici ed esecutivi del sistema di filtraggio e dello scambiatore di calore; 3. Scelta dei materiali e della strumentazione di misura; 4. Realizzazione in officina del reattore di gassificazione, del sistema di filtraggio e dello scambiatore di calore.
FASE 3 Costruzione sistema integrato recupero energetico	1. Dimensionamento ed acquisto del motore primo da accoppiare al sistema di gassificazione; 2. Dimensionamento e realizzazione del sistema di essiccamento e caricamento della biomassa;

	3. Progettazione del sistema di automazione e controllo, scelta dei parametri e dei sensori; 4. Test e valutazioni complessive.
FASE 4 consulenza legale e tecnica	1. Valutazione delle normative tecniche da rispettare (in particolare il rispetto dei requisiti indicati nella Direttiva Macchine (2006/42/CE) ed analisi dei rischi (Elaborato:Relazione tecnica); 2. Valutazione dei limiti di emissioni e dei controlli da eseguire in base alla taglia di potenza dell'impianto e della tipologia di biomassa (Elaborato: Relazione tecnica);
FASE 5 divulgazione	1. Convegno di presentazione dei risultati e di diffusione della tecnologia della gassificazione con esperti del settore (Elaborato: Atti del convegno); 2. Realizzazione di un sito web dedicato al progetto (Elaborato: sito web); 3. Affissione di targa pubblicitaria presso la sede di realizzazione del prototipo.

Tabella 1 Descrizione delle fasi del processo con relative attività.

6 METODOLOGIA DI ANALISI E RACCOLTA DATI

La prima valutazione da compiere è stata l'**analisi delle caratteristiche chimico-fisiche della biomassa** derivante dalla potatura di vivai molto disomogenei tra loro sia in pezzatura sia in composizione (essenze di legno differenti, presenza di foglie ed aghi).

E' stata valutata l'umidità, il contenuto di ceneri, il potere calorifico superiore, tramite bomba di Mahler, ed è stata effettuata l'analisi elementare dei campioni di biomassa fornita.

Una volta determinati i parametri chimico-fisici della biomassa in ingresso, è stato analizzato il **comportamento della biomassa durante la reazione di gassificazione**, monitorando gli andamenti di temperatura all'interno del reattore e in alcuni punti caratteristici del sistema. Infine sono stati analizzati i prodotti della reazione di gassificazione: il gas di sintesi (gas cromatografo GC20 con detector TCD e da un misuratore di umidità del gas AN310) ed i prodotti secondari quali catrami (TAR sampling protocol).

Per un maggior dettaglio relativo alla strumentazione utilizzata, ai parametri determinati ed ai risultati ottenuti si rimanda al cap.7 della relazione finale completa.

I risultati delle prove sperimentali sono poi riassunti nella tabella 2.

PARAMETRO	UNITA DI MISURA
Consumo biomassa umida	Kg/h
Potere calorifico inferiore biomassa	MJ/kg
Portata media di syngas	Nm^3/h
Potere calorifico superiore syngas	MJ/Nm^3
Rendimento di gassificazione	%
Produzione di TAR+condensato	% v/v
Produzione particolato syngas	% v/v
Produzione di char+ash	Kg/h

Tabella 2 Parametri riassuntivi dei risultati delle prove sperimentali

Sono state condotte due campagne sperimentali.

La prima sperimentazione è stata eseguita presso il Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" dell'Università di Modena utilizzando un reattore G.E.K. sperimentale, prodotto dall'azienda californiana ALL POWER LABS. Sono stati analizzati due campioni di biomassa aventi due differenti pezzature ed è stato valutato il loro comportamento in due diverse tipologie di reattori: Imbert e Downdraft Stratified.

La seconda campagna sperimentale è stato condotta presso l'azienda agricola Pronto Giardino snc utilizzando le diverse versioni del prototipo sperimentale di gassificatore evidenziato in figura 1 e 3.

Figura 1 Prototipo 1 di sistema di gassificazione

In via completamente sperimentale, il prototipo è stata collegato direttamente all'alimentazione di una Volkswagen Golf per valutare se il potere calorifico fosse sufficiente alto per garantire il funzionamento di un motore alimentato a gas (figura 2).

Figura 2 Collegamento prototipo alla Volkswagen Golf

I test condotti hanno portato ad introdurre numerose modifiche al sistema di gassificazione (come evidenziano le due immagini relative al prototipo 1 e 2) per migliorare il rendimento complessivo del sistema, la qualità del syngas e la sua composizione.

Figura 3 Prototipo 2 di sistema di gassificazione

Lo studio inerente l'analisi dei profili energetici caratteristici del settore florovivaistico in Veneto ha previsto invece le seguenti attività:

1. Sopralluoghi tecnici presso aziende florovivaistiche dotate di serre climatiche per la coltivazione;
2. Analisi tramite software dinamico (TRNSYS) dei profili termici e dimensionamento di massimo sistema di produzione calore;
3. Analisi tecnico-economica delle diverse soluzioni tecniche;

L'obiettivo del lavoro è la valutazione della sostenibilità economica e ambientale degli impianti di generazione di calore ed elettricità che sfruttano la biomassa legnosa come combustibile, applicati al settore della serricoltura. In prima analisi si è valutata la fattibilità del recupero della biomassa di scarto derivante dall'attività interna dell'azienda stessa, analizzando la tipologia, la quantità e le proprietà fisiche e chimiche della biomassa.

Successivamente si è ricavato il fabbisogno termico e l'andamento dei consumi energetici delle serre di alcune aziende situate nella zona del nord-est Italia, mediante analisi dinamica elaborata dal software Trnsys.

Infine l'analisi economica, in base ai risultati ottenuti dall'analisi dinamica (risultati confrontati direttamente con i proprietari delle aziende, che ne hanno confermato la validità) e da una ricerca dei prezzi delle tecnologie atte allo sfruttamento della biomassa per la produzione di energia elettrica e di calore, ha valutato la fattibilità finanziaria di un intervento di sostituzione dell'attuale impianto di generazione del calore con l'installazione di un nuovo impianto a biomassa.

Per maggiori dettagli si rimanda alla tesi in allegato dell'Ing. Prina dal titolo "ANALISI DI SOLUZIONI INNOVATIVE PER IL RISCALDAMENTO DELLE SERRE: LA COGENERAZIONE A BIOMASSA E LA GEOTERMIA".

7 PROBLEMATICHE RISCONTRATE

Nel presente allegato sono descritte in dettaglio le scelte progettuali effettuate nel corso del progetto "VERAGRI" dal proponente R ("Pronto Giardino snc") tecniche e finanziarie emerse.
Le problematiche tecniche e finanziarie emerse nel corso del progetto "VERAGRI" sono sintetizzate nella seguente tabella. Per una descrizione dettagliata delle scelte progettuali effettuate per risolvere le problematiche in oggetto si rimanda al cap.8 della relazione finale completa.

PROBLEMATICA	DESCRIZIONE
TECNICA	DIFFICILE GASSIFICAZIONE DELLA BIOMASSA E MODIFICHE AL REATTORE
GESTIONALE	DEFEZIONE DEL RESPONSABILE-COORDINATORE ESTERNO INCARICATO
FINANZIARIA	RIDUZIONE DEL FINANZIAMENTO CONCESSO DALLA BANCA
SICUREZZA	SICUREZZA POSTO DI LAVORO E LUOGO INSTALLAZIONE PROTOTIPO
INDUSTRIALIZZAZIONE E CERTIFICAZIONE	IMPOSSIBILITA' NELL'EFFETTUARE I TEST DA PARTE DELL'ENTE CERTIFICATORE

Tabella 3 Problematiche emerse nel corso dello svolgimento del progetto "VERAGRI"

8 ANALISI DEI RISULTATI, CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Il progetto "VERAGRI" ha permesso di realizzare due diverse versioni prototipali di un sistema di gassificazione, costituito dai seguenti componenti:

1. Reformer o reattore nel quale ha la luogo la reazione di gassificazione;
2. Sistema di raffreddamento del syngas prodotto dalla reazione di gassificazione;
3. Sistema di filtrazione del syngas per eliminare i TAR ed il particolato;
4. Sistema di combustione del syngas in un motore a combustione interna;
5. Sistema di alimentazione della biomassa;
6. Sistema di controllo realizzato mediante PLC.

Il sistema di cogenerazione realizzato produce energia elettrica e termica utilizzando biomasse di scarto derivanti dall'attività dell'azienda agricola Pronto Giardino snc.

Inoltre il progetto " VERAGRI" ha portato alla costruzione di un database di profili energetici di diverse aziende florovivaistiche della Regione del Veneto e di una analisi dei possibili interventi finalizzati all'autosufficienza energetica medianti scarti derivanti dalle loro attività.

Il sistema di gassificazione costruito è in grado di soddisfare tutti i risultati indicati in fase di richiesta di finanziamento. In particolare, ove possibile, la gassificazione degli scarti di potatura nel sistema di gassificazione costruito comporta:

1. la riduzione dei costi legati al trasporto e smaltimento dei residui;
2. la riduzione costi fissi legati all'approvvigionamento energetico (energia elettrica e combustibili fossili)
3. l'accesso al sistema di incentivazione per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabile introdotto dal DM 6 Luglio 2012 con la maggior tariffa possibile, pari a 257 €/MWh (Impianto a biomassa alimentato da sottoprodotti di origine biologica. Inoltre l'autoproduzione di una quota superiore al 51% del combustibile alimentante il gassificatore, comporta l'applicazione del regime di tassazione dell'azienda agricola sui proventi derivanti dalla vendita di energia.
4. la riduzioni emissioni climalteranti dovuta alla produzione di energia elettrica da combustile rinnovabile rispetta alla precedente produzione mediante combustibile fossile.

Allo stato attuale il sistema di gassificazione presenta comunque una serie di **problematiche** che non rendono attualmente possibile la sua industrializzazione e commercializzazione. Le motivazioni sono connesse ai seguenti fattori:

1. Le caratteristiche chimico-fisiche della biomassa in esame e le problematiche da esse derivanti compromettono la stabilità a lungo termine del sistema in oggetto e non garantiscono un funzionamento annuale soddisfacente (7.500 ore di funzionamento annuo) senza una continua manutenzione del sistema.
2. Il rispetto della normativa di settore (Direttiva macchina (marchiatura CE), Direttiva ATEX 94/9/CE, DLgs 81/2008 sulla sicurezza e DLgs 152/2006 per emissioni e autorizzazioni).

Per quanto riguarda la **tipologia della biomassa**, i fattori che attualmente ne compromettono il funzionamento continuo sono la disomogeneità dimensionale, l'alto contenuto di ceneri e la disomogeneità nella composizione. Il contenuto di ceneri basso fondenti, unito con fenomeni di impacchettamento (slugging) e bridging-channeling, comporta la continua formazione di agglomerati (figura 14). Questi agglomerati ricoprivano intere zone del reattore, ciò costringe l'aria verso spazi sempre più angusti, aumentando localmente sia equivalence ratio sia heart load. Questo fenomeno accresce localmente le temperature, aumentando il numero di specie in grado di fondere, innescando un circolo vizioso di accrescimento che porta, in tempi brevi al blocco del gassificatore.

Figura 4 Agglomerati dovuti al contenuto di ceneri bassofondenti

Per risolvere i problemi connessi alla formazione di agglomerati si è proceduto introducendo un sistema di frantumazione interno al reformer e modificando la tipologia di reattore (da Downdraft Imbert a Stratified). Nonostante queste modifiche il sistema continua a presentare alcune criticità.

La soluzione individuata e proposta per i futuri sviluppi commerciali consiste nello sviluppo di pre-trattamenti da effettuare sulla biomassa, in particolare un processo di vagliatura o l'impiego di una bricchettatrice. Inoltre risulta indispensabile l'introduzione di un un sistema di de-polveramento combinato con un processo di raccolta che minimizzi la presenza di terriccio o polvere nel combustibile.

Nel caso di una elevata presenza di essenze dall'altro contenuto di olii, è consigliabile la brichettatura dato che il calore generato nel processo libera tali olii e resine che permettono di

creare bricchette estremamente stabili e compatte. La dimensione delle bricchette andrà poi ottimizzata tramite approccio modellistico o sperimentale in funzione delle dimensioni del reattore.

La disomogeneità della biomassa combinata con fenomeni di bridging comporta inoltre variazioni difficilmente prevedibili delle condizioni di gassificazione, evidenziate dalle analisi gas-cromatografiche, e la formazione di un elevato contenuto di catrami e particolato.
Per risolvere i problemi connessi all'elevato contenuto di catrami e particolato si è proceduto sostituendo il sistema di filtrazione a ciclone ed a maniche con un biofiltro ed un ciclone modificato raffreddato ad acqua. Nonostante queste modifiche il sistema continua a presentare alcune criticità.
La soluzione individuata e proposta per i futuri sviluppi commerciali consiste nell'introduzione di un filtro ceramico in grado di abbattere in maniera più incisiva il contenuto di catrami e particolato e l'introduzione di un sistema di controllo più sofisticato in grado di intervenire sui parametri della reazione in base alla tipologia di syngas prodotto (analizzato in continuo mediante un gascromatografo) per adattarsi alla tipologia di biomassa introdotta.

L'analisi economica si è concentrata su cinque diverse tipologie di impianto per sostituire l'attuale impianto di climatizzazione delle serre esistenti. In particolare:

- ✓ "Soluzione 1": installazione di caldaia a cippato in grado di coprire l'intera richiesta termica;
- ✓ "Soluzione 2": confronto tra l'installazione di un impianto di cogenerazione con turbogeneratore ORC e l'installazione di un impianto di cogenerazione con gassificazione, entrambi in grado di produrre energia elettrica, che verrà ceduta alla rete, ed energia termica che coprirà parte della richiesta termica;
- ✓ "Soluzione 3": installazione di un impianto di cogenerazione ORC combinata con una caldaia a cippato separata. In questo modo si avrà sia produzione di energia elettrica che produzione di calore in grado di coprire l'intero fabbisogno energetico.
- ✓ "Soluzione 4": installazione di un impianto di cogenerazione con gassificazione, combinata con una caldaia a cippato separata, sempre per coprire l'intera richiesta termica e produrre energia elettrica;
- ✓ "Soluzione 5": installazione di sonda geotermica con pompa di calore, in grado di coprire sia la richiesta termica che quella frigorifera. In alternativa la pompa di calore viene accoppiata all'impianto cogenerativo ORC, in modo che venga stoccata nel terreno l'energia

termica che verrebbe dissipata in estate dal cogeneratore, per essere utilizzata durante l'inverno.

Per una corretta lettura dell'analisi è necessario distinguere le aziende che installano impianti di piccola potenza con le aziende che installano grandi potenze. Le prime riportano un vantaggio economico e ambientale se utilizzano una biomassa di scarto per alimentare l'impianto. In questo caso risulta conveniente l'installazione di una caldaia a cippato. Mentre per le seconde è l'installazione di un impianto cogenerativo a biomassa che potrebbe risultare una soluzione vantaggiosa. Tra i due impianti analizzati è il gassificatore accoppiato al motore a combustione interna quello che riscontra un ritorno economico migliore. Il minore consumo di combustibile abbinato a una maggiore produzione di energia elettrica sono i due fattori che rendono questo investimento migliore rispetto alla soluzione della caldaia ad olio diatermico accoppiata al turbogeneratore ORC.

Per tutti i casi analizzati è necessario sottolineare l'importanza degli incentivi statali, senza i quali gli investimenti fin qui citati non risulterebbero in nessun caso convenienti.

9 QUADRO ECONOMICO

Di seguito è riportato il quadro economico finale con il resoconto complessivo delle spese sostenute (figura 5).

In giallo sono evidenziate le spese totali e per attività riferite alla ditta Pronto Giardino snc, mentre in rosa le spese totali e per attività riferite ai partner universitari (Dipartimento di Ingegneria Industriale e Dipartimento di tecnica e Gestione dei sistemi industriali dell'Università di Padova).

IL GENERATORE VERDE

BUDGET TOTALE		€ 221156.15	PERCENTUALE DI FINANZIAMENTO	0.7
PRONTO GIARDINO	SPESE TOTALI	€ 118658		
	QUOTA RIMBORSABILE	€ 64683		
DII	SPESE TOTALI	€ 30227		
	QUOTA RIMBORSABILE	€ 21159		
DTG	SPESE TOTALI	€ 30441		
	QUOTA RIMBORSABILE	€ 21309		

SPESE SOSTENUTE	DESCRIZIONE	PRONTO GIARDINO	UNIPD
Personale	DII - Ricercatore Michele de Carli		€ 9397.18
	DFT - Professore Alarico Macor		€ 9441.00
	Pronto Giardino snc - Operaio costruzione prototipo	€ 18124.28	
TOTALE € 18124			
Materiale durevole	Costruzione del prototipo	€ 15140.00	
	Motore Combustione esterna	€ 8000.00	
	Sistema di carico ed essicamento biomassa	€ 2900.00	
	Sistema di automazione e controllo	€ 3100.00	
	Lavori per il posizionamento del prototipo	€ 7112.90	
	Acquisto strumentazione tubature, raccordi, materiale vario	€ 7950.00	
TOTALE € 44203			
Servizi e consulenze	Università di Modena	€ 1500.00	
	Consulenza Ing. Pedrazzi	€ 4160.00	
	Consulenza progettazione e sviluppo costruzione prototipo	€ 4000.00	
	Consulenza DII - Mazzari Alessandro		€ 20830.00
	Consulenza DFT - Rossetti Antonio		€ 21000.00
	Consulenza sistema di filtrazione	€ 4800.00	
	Supporto e organizzazione - Ing. Alberto Zambotti	€ 16200.00	
	Consulenza motore combustione esterna	€ 7000.00	
	Consulenza sistema di carico ed essicamento biomassa	€ 4000.00	
	Consulenza sistema di automazione e controllo	€ 5000.00	
TOTALE € 88490			
Spese generali	Grafico web	€ 947.50	
	Notaio	€ 805.82	
	Spese per interessi bancari e commissioni	€ 1941.56	
Max 10% € 22116	Consulenza commercialista - Livieri Daniela	€ 5000.00	
TOTALE € 9671	Spese convegno finale	€ 975.91	

Figura 5 Quadro economico finale

10 CONCLUSIONI

Sono sintetizzate di seguito le conclusioni e le relative proposte derivanti dall'esperienza del progetto "VERAGRI".

1. Il progetto ha dimostrato la possibilità di sottoporre alcune tipologie di biomasse di scarto derivanti dalle attività di potatura al processo di gassificazione, ottenendo un gas di sintesi in grado di essere valorizzato energeticamente, previo trattamento, in un motore a combustione esterna. Il sistema di gassificazione costruito permette di produrre energia elettrica e termica in grado di soddisfare i fabbisogni energetica dell'azienda agricola.
2. La valorizzazione energetica delle biomasse di scarto consente alla stessa azienda agricola la possibilità di:
    a. essere energeticamente autosufficiente,
    b. di generare un reddito complementare alla propria attività rimanendo soggetta alla tassazione agricola,
    c. di ridurre il costo relativo allo smaltimento degli scarti della propria attività,
    d. di ridurre l'impatto ambientale legato alla propria attività e di rendere sostenibile la propria attività.
3. Il processo di gassificazione delle biomasse di scarto è negativamente influenzato dalla disomogeneità dimensionale, l'alto contenuto di ceneri e la disomogeneità nella composizione delle biomasse in oggetto. Per stabilizzare la reazione, a seguito degli esperimenti condotti, si dovrebbe investire nei sistemi di pre-trattamento della biomassa stessa, nella sensoristica e logica di controllo del processo e nel sistema di filtrazione (filtri ceramici).
4. La tecnologia della gassificazione risulta ormai matura commercialmente. Si auspica che, in un contesto altamente inquinato come la pianura veneta, venga preferita a soluzioni quali la combustione in quanto permette di ridurre notevolmente le emissioni di particolato.
5. Si ritiene fondamentale sollecitare la Regione del Veneto ad intervenire nel settore agricolo favorendo ed incentivando soluzioni che permettano la valorizzazione energetica da scarti di lavorazione al fine di favorire lo sviluppo di aziende agricole con un minor impatto ambientale.
6. Il profilo di consumo energetico dell'azienda agricola Pronto Giardino snc ha evidenziato come non sia possibile avere una contemporaneità tra la produzione di energia termica del

gassificatore e la richiesta dell'azienda stessa sia giornalmente che stagionalmente. Questa problematica impone lo studio di sistema di stoccaggio dell'energia termica prodotta.

7. Le indagini compiute presso le aziende agricole campione hanno evidenziato casi in cui la produzione interna di biomasse di scarto a disposizione non è in grado di soddisfare il fabbisogno energetico ed altri in cui non vi è sufficiente richiesta termica per coprire la disponibilità energetica fornita dal sistema di gassificazione. Si propone di individuare quali siano le forme più opportune di collaborazione locale per la creazione di consorzi di produttori ed utilizzatori di scarti di lavorazione. Si evidenzia l'importanza, nel contesto in esame, della creazione di distretti di produzione di biomassa aziendale per alimentare impianti di teleriscaldamento collegati ad utenze civili, comunali ed industriali.
8. In alcuni contesti una possibile soluzione per favorire l'installazione di impianti a cogenerazione a biomassa è l'approccio delle E.S.Co. ed il finanziamento tramite terzi in cui un'azienda esterna si occuperebbe per intero del funzionamento e della gestione dell'impianto, vendendo l'energia elettrica alla rete e l'energia termica alle aziende florovivaistiche.
9. Il sistema di finanziamento che prevede l'erogazione del finanziamento solo a consuntivo con una soglia molto alta per l'acconto ha ostacolato notevolmente la realizzazione del progetto, in quanto gli istituti di credito faticano a concedere prestiti nonostante l'evidenza documentale della concessione del finanziamento. Sarebbe auspicabile prevedere sia una quota di finanziamento erogata all'atto della costituzione dell'ATI sia favorire la creazione di uno strumento finanziario in grado di sostenere i soggetti nel corso della realizzazione del progetto.
10. Si sottolinea, infine, l'importanza di favorire e consolidare il rapporto tra mondo accademico e aziende agricole al fine di promuovere l'innovazione in ambito rurale utile a contrastare l'attuale crisi del settore primario.