

LA VALORIZZAZIONE ENERGETICA DELLE POTATURE DI OLIVO

Prof. Franco Cotana¹, ing. Gianluca Cavalaglio¹

¹Centro di Ricerca sulle Biomasse, Via M. Iorio 8, Tel. 075.500.42.09

cotana@crbnet.it, cavalaglio@crbnet.it

1. STATO DELL'ARTE DELLA FILIERA ENERGETICA

La valorizzazione energetica delle potature di vite consiste nell'attivare una filiera completa per la produzione e l'impiego energetico di cippato a partire dalla raccolta di biomasse residuali, precisamente dagli scarti di potatura degli olivi e di prevedere il loro impiego finale in un impianto di conversione energetica, mediante tecnologia di combustione o gassificazione, al fine di provvedere alla produzione di energia elettrica e termica.

L'impiego delle biomasse è fondamentale per il controllo del clima in quanto le sostanze vegetali possono assorbire l'anidride carbonica rilasciata dalla combustione dei biocombustibili. Il loro impiego ha, allora, una influenza positiva sull'effetto serra e sui problemi di cambiamento climatico, che coinvolgono sia i paesi industrializzati che quelli in via di sviluppo.

Il problema principale della valorizzazione energetica delle biomasse è quello dell'approvvigionamento. In Italia non sono presenti in maniera significativa sul territorio colture dedicate altamente produttive (SRF). Una possibile soluzione al problema è incentrata sul settore agricolo: ogni anno le aziende agricole si ritrovano il problema di smaltire, a proprie spese, tonnellate di scarti di potatura. L'idea è quella di eseguire un recupero energetico di questi scarti, ovvero, utilizzarli come biomassa per la produzione di energia; in tal modo, oltre ad eliminare il problema dello smaltimento, lo scarto agricolo costituisce una fonte di reddito opzionale e non un costo.

L'elevato potenziale del comparto agricolo nel campo della produzione di biomassa è ormai noto, esso è in grado di fornire diverse tipologie di biomasse, passando dalle colture energetiche erbacee a quelle legnose, dalle produzioni dedicate a quelle residuali.

Il potenziale di biomasse residuali nell'agricoltura italiana è costituito principalmente da potature di vite, olivo e frutteto, che generalmente sono trinciati e poi interrati, o direttamente bruciati a bordo campo, contravvenendo alla normativa italiana sui rifiuti, costituendo inoltre un costo aggiuntivo per l'agricoltore, oltre al rischio di propagazione di agenti patogeni e malattie nelle piante. [1-2]

La produzione media di residui (t/ha) ed il rapporto residuo prodotto sul territorio nazionale delle principali colture agricole, sono riportati in tabella 1.

Tabella 1: Produzione media di residui (t/ha) e rapporto residuo/prodotto in Italia [3]

Pianta	Residuo/prodotto(t/ha)	Residuo/prodotto(w.b.)
Vite	2,9	0,2-0,8
Olivo	1,7	0,5-0,6
Melo	2,4	0,1
Pero	2,0	0,1
Pesco	2,9	0,2
Agrumi	1,8	0,1
Mandorlo	1,7	1,9
Nocciolo	2,8	1,9

La produzione media di residui di potature di olivo pertanto è circa pari a 1,7 ton/ha. La tabella 2 riporta le superfici coltivate a olivo, vite e frutteti sul territorio nazionale.

Tabella 2: Superfici coltivate ad olivo, vite e frutteti in Italia [4]

Pianta	Superficie coltivata (ha * 1.000)
Vite	871.6
Olivo	1170.4
Melo	64.4
Pero	45.8
Pesco	67.5
Agrumi	179.5
Mandorlo	86.4
Nocciolo	69.6

Considerando quindi che sul territorio italiano circa 1.100.000 ettari sono destinati a uliveto, teoricamente sarebbe possibile ottenere circa 1.870.000 tonnellate di biomassa con un'umidità compresa tra il 40% ed il 50%. Pertanto il recupero energetico delle potature di olivo rappresenta un settore importante sia in considerazione del rispetto degli obiettivi previsti dal Protocollo di Kyoto, sia in considerazione della necessità da parte dell'Italia di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili.

Il processo di gassificazione consiste in una decomposizione termica mediante la quale sono spezzate le molecole complesse delle sostanze organiche in elementi semplici; questo processo si

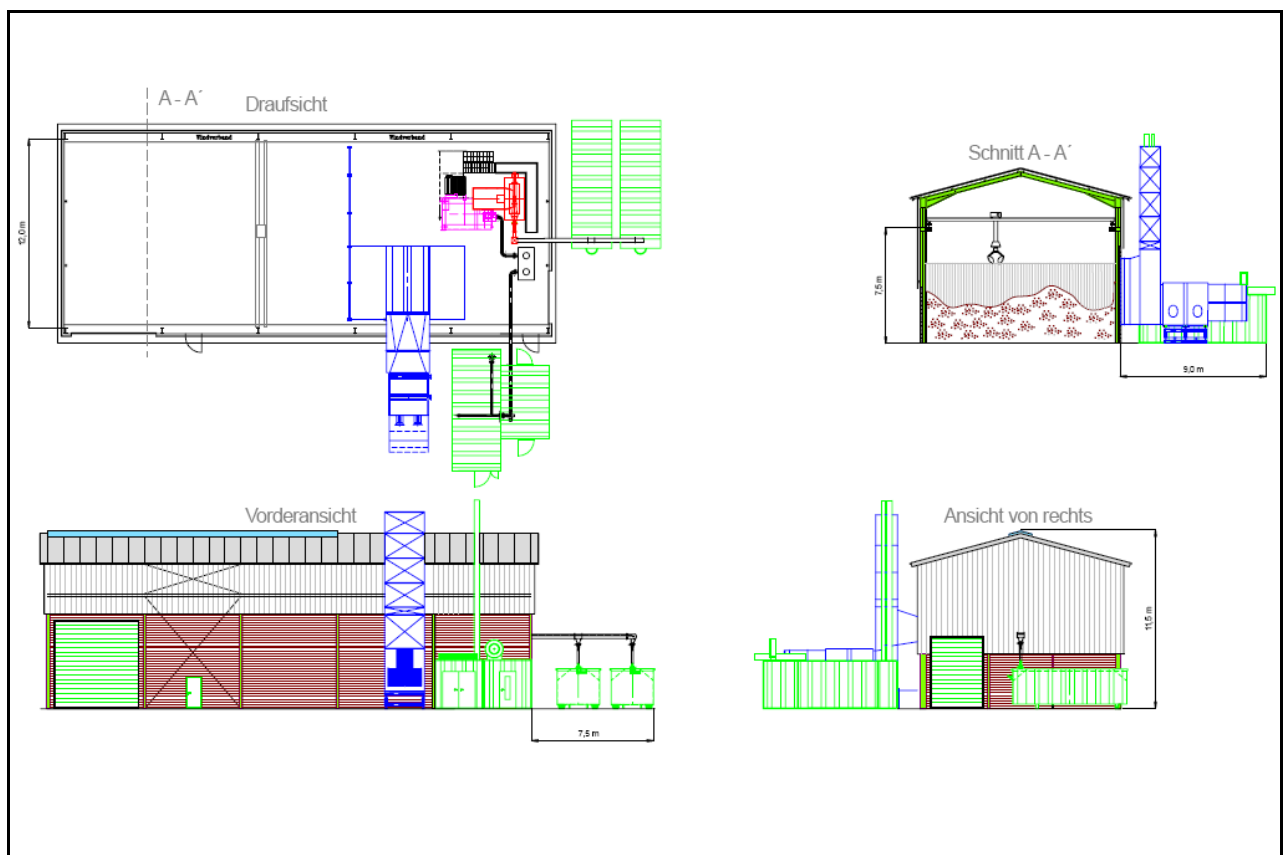
verifica quando la sostanza è riscaldata a 900-1000°C, in assenza di aria, in opportuni impianti, con ottenimento di sostanze volatili e di un residuo solido. [5]

Il processo di gassificazione (figura 1) produce un gas, denominato syngas, simile al metano, che può essere impiegato come combustibile in motori o turbine per la produzione di energia elettrica e termica.

La filiera energetica dell'olivo si può integrare con l'impiego dei seguenti sottoprodotti di scarto, che si producono nei molini:

- sansa (nocciolino e sansa esausta) impiegabili come biocombustibili in caldaie per la produzione di calore ed energia elettrica;
- acque di vegetazione, che normalmente devono essere trattate (filtrazione con tecnologia a membrana, filtrazione a vuoto, essiccazione lagunare), ma potrebbero trovare interessanti applicazioni energetiche in impianti di digestione anaerobica per la produzione di biogas.

Figura 1: Schema di un impianto di gassificazione a biomassa



2. LO SVILUPPO DELLA FILIERA ENERGETICA

La filiera agro-energetica di recupero degli scarti di potatura degli oliveti per la produzione di energia elettrica e termica, necessita di ottimizzazioni dal punto di vista tecnico-economico. Se è vero infatti che esistono numerosi esempi di prove di raccolta delle potature o prove di gassificazione delle biomasse residuali, non esistono ancora impianti pilota nei quali sia completamente realizzata l'intera filiera energetica, dalla raccolta alla conversione finale mediante la tecnologia della gassificazione.

In questo modo si potrebbe garantire l'autonomia energetica delle aziende olivicole impiegando il cippato come vettore energetico.

All'interno della filiera sono due le principali innovazioni che da sviluppare:

1. ottimizzazione di una macchina per la raccolta e la trinciatura dei residui, adatta per le potature di olivo;
2. ottimizzazione ed ingegnerizzazione di un gassificatore per l'impiego di cippato da potature di olivo.

La fase di raccolta e cippatura delle potature di olivo richiede un'ottimizzazione dei macchinari impiegati, che derivano da quelli impiegati nella raccolta della paglia o del fieno; infatti, le potature di olivo sono costituite da materiale molto più consistente della paglia e richiedono pertanto un rafforzamento degli organi più stressati; le attuali macchine di raccolta, già sperimentate con risultati abbastanza incoraggianti per le potature di vite, richiedono invece delle consistenti migliorie per le potature di olivo, di fatto più robuste di quelle di vite, in quanto hanno diametri sensibilmente maggiori. La fase di raccolta e cippatura deve essere inoltre integrata da una fase di pre-essiccazione della biomassa che può essere realizzata mediante l'impiego di cassoni di raccolta del cippato muniti di sistema di riscaldamento alimentato dai fumi di combustione del motore stesso, che permette di abbassare l'umidità di circa il 10-15%, evitando pertanto la possibile formazione di fenomeni di fermentazione al momento dello stoccaggio nella tettoia. Le tecnologie disponibili di raccolta sono:

- rotoimballatura delle potature, stoccaggio stagionale all'aperto e successiva triturazione delle rotoballe;
- raccolta e contemporanea trinciatura del materiale e stoccaggio successivo del cippato in tettoia areata.

La figura 2 mostra delle fasi di raccolta delle potature di vite, mentre la figura 3 mostra delle fasi di raccolta di potature di olivo.

Figura 2: rotoimballatura delle potature di vite



Figura 3: raccolta delle potature di olivo

[6]



La fase di conversione energetica può essere eseguita mediante l'installazione di un gassificatore caratterizzato da dimensioni ridotte rispetto ai tradizionali sistemi, da una automatizzazione del processo, e dalla piccola taglia di produzione energetica, che rende tale impianto facilmente replicabile nelle piccole e medie aziende agricole del territorio italiano.

L'impiego della tecnologia della gassificazione (figura 4) al posto della più tradizionale combustione, rappresenta un interessante vantaggio anche dal punto di vista dell'energia prodotta: mentre la caldaia è in grado di produrre unicamente calore, più difficilmente impiegabile in grandi quantità dall'azienda, la gassificazione consente di produrre circa il 60% di energia elettrica, che oltre ad essere una forma di energia più "pregiata", è più flessibile in quanto gli eccessi possono essere ceduti alla rete elettrica. Nel caso invece la combustione sia orientata verso la produzione di vapore o olio diatermico per la produzione di energia elettrica, i rendimenti elettrici sarebbero sensibilmente inferiori rispetto alla gassificazione, in quanto i passaggi termodinamici aggiuntivi generano perdite sul rendimento di produzione dell'energia elettrica.

Figura 4: Esempio di impianto di gassificazione innovativo



3. CONTESTO DI FILIERA E FLUSSI DI MASSA ED ENERGIA

La filiera di produzione e conversione energetica del cippato consiste essenzialmente nella raccolta delle potature, nel trattamento della biomassa residuale (triturazione ed essiccazione) e nell'impiego energetico del biocombustibile all'interno della stessa azienda agricola per il soddisfacimento delle proprie richieste energetiche. Tale filiera si articola nelle seguenti fasi:

1. raccolta e cippatura della potatura eseguita mediante macchina trincia-caricatrice alimentata da trattore o rotoimballatrice e successivamente cippatrice;
2. trasporto della biomassa dal campo al luogo di stoccaggio;
3. stoccaggio ed essiccazione della biomassa;
4. impiego finale del cippato mediante gassificatore per la produzione di energia elettrica e termica.

Per quanto riguarda la prima fase di raccolta, la potatura degli olivi è effettuata periodicamente ogni anno, precisamente nei mesi di gennaio, febbraio e marzo; da questa è possibile ricavare una considerevole quantità di biomassa. E' fondamentale stimare la quantità di biomassa residuale che una determinata azienda è in grado di produrre, in modo da valutare l'energia netta ricavabile.

Ad esempio, una superficie dedicata ad oliveti di circa 450 ha, e considerando una produzione di potatura ad ettaro pari a 1,7 t, si ottengono circa 750 t/anno di scarti di potatura con la quale si realizza una resa in termini di energia elettrica netta di circa 750 MWh/anno, oltre ad una quantità di poco inferiore di energia termica (circa 600 MWh/anno).

Figura 5: Potature di olivo sul campo[7]



Per quanto riguarda la fase iniziale di raccolta delle potature in campo normalmente sono due le tecnologie adottate:

- impiego di macchine che eseguono la sminuzzatura e che derivano da trinciasarmenti, ai quali sono state apportate delle modifiche, per provvedere alla movimentazione in campo del prodotto raccolto;
- impiego di macchine rotoimballatrici che imballano il prodotto e che richiedono una successiva fase di cippatura.

Figura 6: Esempio di raccolta delle potature di olivo

[6]



La scelta sulla tecnologia da adottare è eseguita in base alla necessità e disponibilità dell'azienda; in generale, se non ci sono problemi di particolare natura, come ad esempio la mancanza di spazi per l'alloggiamento di una tettoia coperta per il deposito del cippato, la scelta

è orientata verso l'impiego di macchine raccogliatrici-trituratrici, che, di fatto, in un'unica fase raccolgono e triturano le potature.

I valori di velocità media e di produzione oraria di queste macchine, nel caso delle potature di olivo, sono rispettivamente di circa 1,5 Km/h e di 0,6 t/h. Secondo questi valori, la produzione giornaliera di cippato è, considerando un turno di lavoro di 8 ore, di circa 5 t/giorno.

La seconda fase della filiera è costituita dal trasporto della biomassa, che, come confermato da molti studi, rappresenta la fase più costosa della filiera energetica, e richiede pertanto un'attenta analisi della logistica, nella scelta dei macchinari impiegati e del luogo di stoccaggio della biomassa.

L'umidità del cippato, al momento del caricamento nel gassificatore, non deve essere troppo alta, pertanto, oltre al sistema di pre-essiccazione già citato, si deve prevedere una successiva fase di essiccazione del cippato, realizzata stoccando il materiale in un deposito dotato di un'idonea copertura e di pareti areate, che garantiscano lo scambio d'aria tra il cippato e l'esterno, favorendo l'essiccazione del materiale anche nel caso in cui sia introdotto parzialmente umido.

Il silo di stoccaggio del cippato deve essere disposto in prossimità del locale dove è posizionato il sistema di conversione energetica, in modo da ridurre al minimo le spese per il trasporto della biomassa.

L'impiego finale del cippato consiste nella fase di conversione energetica del materiale in un gassificatore. L'operazione di riscaldamento della biomassa è effettuata utilizzando parte del calore prodotto dal motore a gas; operando in tal senso si ottiene un sensibile abbattimento sia dei costi per la produzione, che sono ridotti a quelli di acquisto o di produzione della biomassa, sia delle sostanze inquinanti emesse in atmosfera.

Un impianto di gassificazione è costituito principalmente dai seguenti elementi:

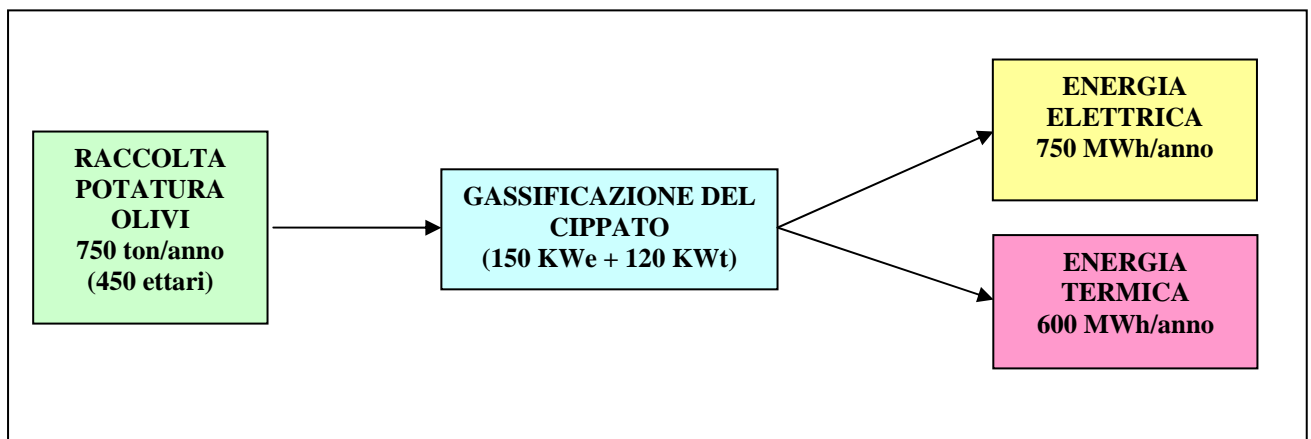
- tramoggia per la biomassa: contiene la quantità di biomassa necessaria al corretto funzionamento del gassificatore;
- reattore: è il cuore dell'impianto ovvero la zona del gassificatore dove avviene il riscaldamento della biomassa; in questa zona, si hanno due reazioni contemporanee: la combustione della biomassa, che fornisce l'energia sufficiente ad innescare il processo, e la gassificazione, dovuta alla mancanza di ossigeno.
- tramoggia raccolta carbone: separata dal reattore da una griglia, è quel volume del gassificatore dove si deposita il carbone (residuo solido della reazione di gassificazione della biomassa) che periodicamente deve essere smaltito;
- motore diesel per la produzione di energia elettrica a partire dal syngas;

- sistema trattamento fumi e scambiatore fumi-acqua calda per la produzione di energia termica;
- pannello di controllo dell'impianto e connessione alla rete elettrica.

La tecnologia della gassificazione consente la cogenerazione di energia elettrica e termica: l'energia elettrica può essere autoconsumata dall'azienda e, nei momenti in cui non è richiesta, immessa sulla rete nazionale ricevendo un corrispettivo dovuto alla vendita dell'energia, ed in aggiunta un corrispettivo denominato "certificato verde"; l'energia termica a sua volta può essere autoconsumata sia in inverno per il riscaldamento dei locali, sia eventualmente in estate, mediante macchine frigorifere ad assorbimento che producono acqua refrigerata per il raffrescamento dei locali, oppure, quando non richiesta dall'azienda, può essere impiegata per essiccare la biomassa in ingresso al gassificatore.

Di seguito è riportato un diagramma che raffigura i flussi di massa e di energia relativi ad una filiera per un impianto di circa 150 kW elettrici nell'ipotesi di 5.000 ore di funzionamento annuo del gassificatore.

Figura 7: flussi di massa e di energia della filiera



4. ESEMPIO DI FILIERA

Di seguito sono descritte le fasi della filiera, indicando per ciascuna le attrezzature e gli spazi necessari, nel caso di trinciatura diretta delle potature.

La fase di raccolta e trinciatura delle potature di olivo richiede l'acquisto di una macchina trincia-caricatrice sulla quale saranno apportate le modifiche necessarie a rendere la macchina più robusta ed evitare pertanto i tempi morti dovuti a problemi tecnici ed aumentare la vita utile della stessa. Durante la raccolta si rende necessaria la presenza di un trattore per la movimentazione della macchina e di un camion munito di cassone per la raccolta del materiale cippato, mezzi che normalmente sono a disposizione delle aziende agricole e non gravano pertanto sui costi di realizzazione della filiera. La fase di trasporto e stoccaggio del cippato dal campo al deposito è realizzata mediante mezzi meccanici (camion, motopala per movimentazione cippato) anch'essi normalmente a disposizione di un'azienda agricola. Lo stoccaggio prevede la realizzazione di una tettoia per l'accumulo annuale del cippato. Poiché si stima una produzione annua di circa 750 tonnellate, ed avendo il cippato una massa volumica pari a circa 250-300 Kg/mc, si stima un volume di circa 2.500-3.000 mc e pertanto la tettoia dovrà avere una superficie di circa 600 m² ed un'altezza di 5 metri. Tale tettoia dovrà essere realizzata il più vicino possibile alla centrale termica in modo da ridurre al minimo i costi per il successivo trasporto al silos di stoccaggio. La fase di conversione energetica prevede la realizzazione di una centrale termica costituita da due vani adiacenti:

- silos di stoccaggio temporaneo del cippato: è un deposito di cippato che è caricato periodicamente e garantisce l'autonomia dell'impianto per un certo periodo di tempo. Considerando che il gassificatore consuma circa 150 Kg/ora e dovrà lavorare almeno 14 ore al giorno, per avere un'autonomia di 2-3 settimane, sarà necessario realizzare un silos di volume pari a 120-140 mc.
- centrale termica: locale nel quale sarà alloggiato il gassificatore, il motore per la produzione di energia elettrica e tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento dell'impianto. L'area della centrale termica è pari a circa 150-200 m².

5. ANALISI ECONOMICA DELL'INVESTIMENTO

La tabella seguente mostra i costi stimati per la realizzazione dell'impianto in oggetto.

Tabella 3: Costi presunti

ATTREZZATURA	MOTIVAZIONE	COSTO PRESUNTO (€)
Macchina rotoimballatrice	Raccolta potature per produzione cippato	20.000,00
Realizzazione tettoia (600 m ²)	Stoccaggio ed essiccazione del cippato	80.000,00
Opere edili e impiantistiche realizzazione centrale termica e silos	Alloggiamento impianto di conversione energetica	150.000,00
Gassificatore (impianto completo)	Conversione energetica	700.000,00
Allacci rete elettrica e termica	Impiego energia	50.000,00
TOTALE		1.000.000,00

Pertanto, per la realizzazione della filiera energetica di recupero delle potature di olivo, si stima una spesa sommaria pari a circa 1.000.000,00 €

I benefici per l'azienda agricola saranno quelli relativi ad un risparmio sulla bolletta dell'energia elettrica e termica, a fronte delle spese sostenute per la raccolta e la preparazione del materiale.

L'azienda agricola potrebbe produrre annualmente le seguenti quantità di energia:

- Energia elettrica: 750 MWh
- Energia termica: 600 MWh

L'energia elettrica prodotta sarà presumibilmente superiore a quella necessaria ai fabbisogni dell'azienda, e potrà essere immessa in rete costituendo un ulteriore ricavo oltre ai risparmi della bolletta. Tutta l'energia elettrica prodotta, sia autoconsumata che immessa in rete, potrà inoltre accedere ai contributi dei certificati verdi, che incentivano la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile mediante il pagamento di una corrispettivo economico proporzionale alla quantità di energia prodotta da fonte rinnovabile.

L'energia termica dovrebbe essere di poco superiore a quella effettivamente richiesta dall'azienda; l'energia eventualmente in eccesso sarà utilizzata per essiccare la biomassa in ingresso al gassificatore, migliorando il rendimento del processo di gassificazione della

biomassa. L'energia prodotta equivale ad un risparmio in termini da gasolio pari a circa 60.000 litri/anno.

Considerando i ricavi derivanti dalla produzione di energia elettrica, l'ultima finanziaria consente di ricevere un contributo complessivo pari a 0,3 €/kWh. [8]

Pertanto il ricavo annuo è almeno 225.000 €, ai quali si aggiungono i risparmi sull'energia termica, quantificabili in via cautelativa in circa 50.000 €. Considerando un prezzo di produzione del cippato intorno ai 7 €/q i costi di approvvigionamento sono circa 50.000 €/anno. Pertanto il tempo di ritorno di un investimento di questo tipo è circa 4-5 anni, pertanto estremamente conveniente.

La tabella 4 riassume l'analisi economica descritta.

Tabella 4: Analisi economica dell'investimento

COSTO INVESTIMENTO	1.000.000,00 €
RICAVI ANNUI	275.000,00 €
SPESE ANNUE DI APPROVVIGIONAMENTO	50.000,00 €
FLUSSO DI CASSA ANNUO	225.000,00 €
TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO	4-5 anni

6. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE ED ECONOMICA

I principali benefici ambientali, sociali ed economici sono di seguito descritti.

Benefici economici

I benefici economici si riverseranno sulle aziende olivicole che impiegheranno tale filiera. In particolare, si evidenziano quattro tipologie di benefici economici:

- risparmio delle spese per lo smaltimento dei residui di potatura;
- risparmio delle spese per la corrente elettrica, il riscaldamento e il condizionamento in virtù della sostituzione dei vecchi impianti con i nuovi alimentati a biomasse, che non costituiscono un costo, essendo i biocombustibili scarti di lavorazione;
- possibilità di ricavo dalla concessione dei certificati bianchi per la produzione di energia termica da fonte rinnovabile in misura equivalente ai m³ di metano non consumati dall'utenza;
- possibilità di ricavo dalla concessione dei certificati verdi per la produzione di energia elettrica da biomasse (0,30 /kWh se l'impianto è al di sotto di 1 MWe ed il bacino di approvvigionamento delle biomasse è al di sotto dei 70 Km).

Benefici sociali

Una tale filiera energetica è di fondamentale aiuto per una necessaria campagna di sensibilizzazione dei cittadini nei confronti delle energie rinnovabili. L'immagine che l'azienda

agricola può dare di sé può essere di spunto per altri imprenditori locali a dare vita a progetti simili o anche a consorzi di aziende con possibilità di dividere le spese per i macchinari; di conseguenza, vi sarà necessità di forza lavoro per la realizzazione delle opere civili, per la realizzazione dell'impianto e per il funzionamento e la manutenzione dello stesso.

Benefici ambientali

I benefici ambientali derivanti dall'attuazione di tale progetto riguardano una netta diminuzione degli inquinanti emessi in atmosfera. Infatti, le normali caldaie a gas naturale o gasolio, non funzionando in continuo, hanno grossi problemi di combustione che si riflettono nella elevata produzione di ossidi di azoto NOx e monossido di carbonio CO. Nel caso del gassificatore, non contenendo il materiale legnoso elevate percentuali di azoto ed avendo un funzionamento pressoché in continuo, la produzione di sostanze inquinanti è fortemente ridotta, con relativo beneficio per l'ambiente.

7. CONCLUSIONI

La filiera di recupero delle biomasse residuali rappresenta un settore di fondamentale importanza in quanto consente di recuperare biomasse senza impegnare il terreno per colture energetiche, trasformando i residui da materiale di scarto gravato da costi di smaltimento, a prodotto energetico.

Pertanto lo sviluppo di una filiera di questo tipo consentirebbe la produzione di una certa quantità di energia rinnovabile da biomasse senza l'utilizzo di terreni, parallelamente allo sviluppo di altre filiere (cippato da short rotation forestry, olio vegetale da girasole o colza, biogas da mais o sorgo) che invece richiedono ingenti superfici, entrando peraltro in contrapposizione con la tradizionale coltura food.

Il recupero delle biomasse residuali rappresenta pertanto un'opportunità per valorizzare le colture tipiche italiane, come uliveti e vigneti che, occupando diversi milioni di ettari, contribuirebbero ai fabbisogni energetici di molte aziende agricole, che acquisirebbero inoltre un ulteriore valore aggiunto di tipo ambientale.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Cotana and I. Costarelli, Impianti Sperimentali per il Recupero Energetico da Potature di Vite, Olivo e Frutteti, Recupero Energetico, Perugia, 2005.
- [2] G. Cavalaglio, S. Cotana, M. Barbanera and D. Giraldi, Valorizzazione energetica degli scarti di potatura dei vigneti, 7° Congresso Nazionale CIRIAF, 2007.

- [3] G. Cavalaglio, S. Cotana, Recovery of vineyards pruning residues in an agro-energetic chain, 15th European Biomass Conference & Exhibition, 2007.
- [4] Statistiche dell'agricoltura – Anni 2001-2002, Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), 2006.
- [5] AA.VV., Energia dalle biomasse – Le tecnologie, i vantaggi per i processi produttivi, i valori economici ed ambientali, Consorzio per l'AREA di Ricerca scientifica e tecnologica di Trieste, 2006.
- [6] R. Spinelli and R. Spinelli, Prove di imballatura delle potature di olivo, L'informatore agrario n. 4/2000, 2000.
- [7] L. Pari, F. Tissot, La rotoimballatura delle potature di pesco e olivo, L'informatore agrario n. 42/2001.
- [8] Legge 24 Dicembre 2007, n. 244, Legge finanziaria 2008.