



# **Residui e sottoprodotti organici una risorsa da valorizzare**

**Atti del Workshop**

**Dai residui vegetali zootecnici ed urbani  
energia per il territorio**

**Palazzo Trinci  
Foligno, 25 ottobre 2007**





# **Residui e sottoprodotti organici una risorsa da valorizzare**

**Atti del Workshop**

**Dai residui vegetali zootecnici ed urbani  
energia per il territorio**

**Palazzo Trinci  
Foligno, 25 ottobre 2007**



**Gli Atti del Workshop sono stati stampati:**

---

**a cura del  
Centro Studi Città di Foligno**



**Comitato di Redazione:**

Prof. Alvaro Standardi

Dott.ssa Fabiola Acciarri

Dott. Gianluca Massei

Dott. Francesco Martella

Dott. Lorenzo Gragnoli (coordinatore)

**Nota 1.** Il Comitato di Redazione si scusa per eventuali, involontari errori ed omissioni.

**Nota 2.** Si ringrazia il Dott. Angelo Frascarelli per la concessione delle immagini in copertina.

---

2007 by Centro Studi Città di Foligno  
Via Oberdan, 123 - 06034 - Foligno (PG), Italia

## **ENTI ORGANIZZATORI**

### **COMUNE DI FOLIGNO**

Piazza della Repubblica, 10 – 06034 Foligno (PG)

Tel. 0742 330 001

E-mail: [info@comune.foligno.pg.it](mailto:info@comune.foligno.pg.it)

Web: [www.comune.foligno.pg.it](http://www.comune.foligno.pg.it)

### **CENTRO STUDI CITTÀ DI FOLIGNO**

Via Oberdan, 123 – 06034 Foligno (PG)

Tel. 0742 342 842

E-mail: [segreteria@cstudifoligno.it](mailto:segreteria@cstudifoligno.it)

Web: [www.cstudifoligno.it](http://www.cstudifoligno.it)

### **CENTRO AMBIENTE S.P.A.**

Via delle Industrie, 9 – 06034 S. Eraclio di Foligno (PG)

Tel. 0742 391 474

E-mail: [segreteria@centroambiente.it](mailto:segreteria@centroambiente.it)

Web: [www.centroambiente.it](http://www.centroambiente.it)

### **CE.S.A.R.**

Via Risorgimento 3/B – 06051 Casalina di Deruta (PG)

Tel. 075 972 42 74

E-mail: [cesar@cesarweb.com](mailto:cesar@cesarweb.com)

Web: [www.cesarweb.com](http://www.cesarweb.com)

### **FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA**

Borgo XX Giugno, 74 – 06121 Perugia

Tel. 075 585 60 60

E-mail: [presagr@unipg.it](mailto:presagr@unipg.it)

Web: [www.agr.unipg.it](http://www.agr.unipg.it)

## COMITATO TECNICO-SCIENTIFICO

### **PRESIDENTE:**

#### **Prof. Alvaro STANDARDI**

Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Perugia

Tel. 075 585 62 52

E-mail: [asep@unipg.it](mailto:asep@unipg.it)

#### **Dott.ssa Fabiola Acciarri**

Coordinatore Area Formazione Centro Studi Città di Foligno

Tel. 0742 343 922

E-mail: [acciarri@cstudifoligno.it](mailto:acciarri@cstudifoligno.it)

#### **Dott. Gianluca MASSEI**

Area Ambiente, Infrastrutture, Reti Tecnologiche Comune di Foligno

Tel. 338 200 86 24

E-mail: [ambiente@comune.foligno.pg.it](mailto:ambiente@comune.foligno.pg.it)

### **SEGRETARIO:**

#### **Dott. Lorenzo GRAGNOLI**

Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Perugia

Tel. 333 618 08 17

E-mail: [l.gragnoli@agr.unipg.it](mailto:l.gragnoli@agr.unipg.it)

Web: [lorenzogragnoli.googlepages.com](http://lorenzogragnoli.googlepages.com)

## **Indice**

### **Pierluigi Manna**

Le politiche Regionali per il risparmio energetico e le fonti rinnovabili ..... 1

### **Gianluca Massei**

Stima della produzione di residui vegetali, zootecnici e organici nel territorio del folignate..... 2

### **Antonio Brunori**

Sostenibilità della risorsa legno nella filiera energetica in Umbria ..... 8

### **Angelo Frascarelli**

Le politiche incentivanti nel settore dell'agroenergia ..... 13

### **Giovanni Gigliotti**

Recupero convenzionale delle biomasse di scarto a fini agricoli..... 20

### **Massimo Sportolari, Moreno Marionni**

Recupero di materia ed energia presso l'Impianto di Selezione,Trattamento e Compostaggio di Casone a servizio dell'A.T.O. n.3 della Regione Umbria ..... 24

### **Mauro Mengoli**

Biogas da reflui zootecnici e da materiali vegetali di origine agricola ... 33

### **Federico Valentini**

L'impianto integrato di digestione anaerobica e compostaggio per reflui zootecnici di olmeto di marsciano..... 35

### **Franco Cotana, Daniele Giraldi**

Tecnologie ed applicazioni energetiche delle biomasse agroforestali .... 40

### **Lorenzo Gragnoli**

*Short Rotation Forestry*..... 47

### **Mario Monotti**

Produzione di olio di girasole per usi energetici ..... 52

<b>Pier Riccardo Porceddu, Marco Dionigi</b> La meccanizzazione per l'utilizzo energetico delle biomasse .....	<b>53</b>
<b>Primo Proietti, Luigi Nasini, Franco Famiani</b> Possibili usi della sansa .....	<b>60</b>
<b>Emanuele Giannangeli</b> Possibili usi delle vinacce .....	<b>66</b>

## **Tecnologie ed applicazioni energetiche delle biomasse agroforestali**

**Franco COTANA\*, Daniele GIRALDI\*\***

*\*Professore Ordinario di Fisica Tecnica, Dipartimento di Energetica, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Perugia - Direttore del Centro di Ricerca sulle Biomasse, Università degli Studi di Perugia, Via M. Iorio, 8 - 06128 Perugia.*

*Tel. 075 500 42 09, E-mail: [cotana@crbnet.it](mailto:cotana@crbnet.it)*

*\*\*Dottorando di Ricerca presso il Centro di Ricerca sulle Biomasse, Università degli Studi di Perugia, Via M. Iorio 8 – 06128 Perugia.*

*Tel. 075 500 42 09, E-mail: [giraldi@crbnet.it](mailto:giraldi@crbnet.it)*

### **Riassunto**

Le biomasse agroforestali vergini rappresentano un'importante risorsa reperibile in un contesto localizzato; i canali di approvvigionamento sono rappresentati da colture dedicate tipo SRF, da recupero delle potature e delle manutenzioni delle pertinenze stradali, fluviali e ferroviarie, da residui vergini dei cicli di lavorazione dell'industria del legno. La principale tecnologia di conversione energetica di tali biomasse è la combustione; applicabile in piccoli impianti domestici per la produzione di energia termica sotto forma di acqua calda sanitaria ed acqua calda per riscaldamento, o in mini-impianti di cogenerazione per la produzione di energia elettrica e termica. Una seconda tipologia di conversione energetica delle biomasse agroforestali è la gassificazione: si tratta di una combustione in difetto di aria comburente, che ha come prodotti finali un gas detto di sintesi, impiegabile in motori a gas opportunamente modificati, ed un residuo solido, la carbonella, che può essere impiegato in un processo di combustione. Tale tecnologia non è ancora "matura" per impianti di piccola taglia, ma rappresenta un campo di sviluppo tecnologico dalle prospettive molto interessanti.

Parola chiave: biomassa agroforestale vergine, combustione, gassificazione, pirolisi, cogenerazione

### **Summary**

*Agricultural biomasses can be used in thermochemical processes like combustion and gasification. The best way to maximize energy efficiency of agricultural biomasses is to realize multi-generation plants. Agricultural biomasses chain is also important because can be realized in local region whit a maximum range of approximately 70 Km.*

*Key words: agricultural biomasses, combustion, gasification, multi-generation.*

### **Introduzione**

Il Centro di Ricerca sulle Biomasse (CRB) è stato istituito dal Ministero dell'Ambiente e dall'Università degli studi di Perugia, con scopo principale lo sviluppo e il coordinamento, a livello nazionale, delle attività nel campo delle biomasse ad uso energetico in sinergia con le attività dell'Unione Europea. Tra i diversi compiti del CRB vi è quello di:



## Residui e sottoprodotti organici una risorsa da valorizzare

- promuovere la ricerca e la sperimentazione, al fine di perseguire l'ottimizzazione dei processi di produzione, trasformazione e conversione energetica delle biomasse in termini energetici, economici e ambientali, in vista del perseguimento di uno sviluppo sostenibile nel campo della produzione di energia;
- individuare alcune filiere fondamentali di interesse sulle quali incentrare le attività;
- promuovere la formazione in materia di impiego energetico delle biomasse attraverso l'istituzione ed il finanziamento e/o il co-finanziamento di Dottorati di Ricerca, Corsi di Laurea Specialistica, Master, Corsi di formazione per laureati;
- coordinare le proprie attività con quelle del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e dell' Authority per l'Energia in materia di biomasse, per il tramite del Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio.

Di seguito verranno analizzate alcune proposte tecnologiche per la conversione energetica della biomasse proposte dal CRB. In particolare verranno analizzate le seguenti filiere:

1. combustione di biomassa agroforestale vergine in piccole centrale per la cogenerazione di energia termica ed elettrica (progetto FACEB);
2. gassificazione di biomasse a matrice ligno-cellulosica per la micro-cogenerazione;
3. produzione di biogas dalla codigestione di reflui zootecnici e biomasse erbacee per aziende agricole di media-piccola taglia (progetto ERAARZ);
4. filiera del recupero e della valorizzazione delle potature di vite (progetto ERAASPV);
5. trigenerazione nella filiera dell'olio vegetale puro per impianti di piccola taglia;
6. co-combustione di biomasse solide e gassose in grandi impianti di produzione di energia elettrica attualmente alimentati a fonti fossili non rinnovabili;
7. biocarburanti di seconda generazione.

### **Valorizzazione energetica di biomasse agroforestale vergine (progetto FACEB)**

Il Progetto FACEB (Filiere Agroforestale per Centrali a Biomassa di piccola taglia) è un'iniziativa del Centro Ricerca Biomasse CRB, che si propone di implementare il modello *ERAP*.

Il modello *ERAP* (*Energia Rinnovabile ed Aria Pulita*) prevede l'attivazione di una filiera integrata di produzione, conferimento, stoccaggio e conversione della biomassa in energia elettrica ed energia termica; ogni fase della filiera risulta caratterizzata dall'adozione di metodologie e tecnologie innovative il cui impiego consentirà di ottenere un'elevata efficienza globale del processo.

Di fatto la produzione energetica da biomasse riveste un duplice valore:

- costituisce un importante contributo al corretto impiego delle risorse boschive ed alla corretta manutenzione del territorio, in particolare sotto gli aspetti della

salvaguardia antincendio e della conservazione e tutela ambientale e paesaggistica;

- costituisce una valida risorsa sotto il profilo economico e sociale, in quanto favorisce la costruzione di nuova impresa con consistenti apporti in termini occupazionali per il territorio.

In quest'ottica il modello prevede l'implementazione di una serie di filiere per la produzione, l'approvvigionamento, e la conversione energetica della biomassa legnosa in impianti di piccola taglia (non superiore ai 2MW<sub>e</sub>) su tutto il suolo nazionale, sul quale saranno installati circa 300 impianti della stessa tipologia di quelli descritti di seguito.

La scelta di operare con potenzialità ridotte nasce dalla considerazione che la sostenibilità dell'investimento necessario alla realizzazione dell'impianto di conversione dell'energia è legato alla possibilità di reperire agevolmente ed a costi contenuti la biomassa necessaria alla conduzione dell'impianto stesso.

In tal senso, attualmente, la soluzione ottimale è quella di operare con impianti che abbiano potenze termiche in ingresso al focolare comprese tra i 3 ed i 7 MW<sub>t</sub>.

Il progetto *FACED* prevede l'adozione di un caldaia a griglia ad olio diatermico e di un sistema di generazione elettrica e termica a ciclo Rankine organico; questa opzione è prevalentemente orientata alla produzione di calore per grandi utenze termiche (ad esempio teleriscaldamento), mentre la produzione elettrica (compresa tra 0.5 e 1.5 MW), avente rendimenti peraltro non trascurabili (fino al 15÷18%), rappresenta un introito supplementare che porta la redditività di questa soluzione a valori superiori rispetto a quelli delle centrali di teleriscaldamento realizzate con generatori esclusivamente termici. Parallelamente la compattezza, la semplicità di controllo e l'assenza di circuiti ad elevata pressione fa sì che questo tipo di impianti facciano registrare dei costi di gestione minimi.

### **La gassificazione di biomasse a matrice ligno-cellulosica**

Il processo di gassificazione è alquanto diffuso in India; l'installazione dei primi impianti risale a quasi 40 anni fa. La principale problematica è che in questi 40 anni la tecnologia "indiana", attualmente esportata in quasi tutto il mondo, Italia compresa, è rimasta pressoché invariata senza particolari sviluppi. Questa mancanza di innovatività ha reso gli impianti difficili da installare, poiché molto ingombranti, e difficili da gestire per un fruitore tipo come può essere un agricoltore. In particolare, l'analisi di tale filiera è incentrata su di un gassificatore di nuova concezione, caratterizzato da dimensioni molto ridotte rispetto ai tradizionali sistemi, da una miglior gestione dell'impianto in virtù della semplicità e della compattezza del pannello di controllo, da una miglior automatizzazione del processo e dalla piccola taglia di produzione energetica (circa 70 kW) che rende tale impianto facilmente replicabile nelle piccole e medie aziende agricole del territorio italiano.

### **Codigestione di reflui zootecnici e biomasse erbacee per la produzione di biogas in impianti di piccola taglia (progetto ERAARZ)**

Il progetto ERAARZ si inserisce nella filiera del recupero energetico dei reflui zootecnici in un'azienda agricola umbra (Azienda Agricola Poggiovale), impiegando la digestione anaerobica come processo di conversione energetica. L'attuale assetto

produttivo dell'azienda, prevede l'allevamento di circa 140 vacche nutrici di razza chianina per la produzione di vitelli da carne, lasciate libere al pascolo per sei mesi l'anno, di 130 vacche di razza frisona, per la produzione di latte e di circa 90 manze e vitelli. La produzione giornaliera di liquami dell'azienda, sulla base dei capi disponibili, è pari a 12 m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda la produzione di biogas, mediamente si possono ottenere 0,750 m<sup>3</sup> di biogas al giorno dal liquame prodotto da una vacca da latte del peso vivo medio di 500kg; Nel caso in esame, considerando 130 capi bovini di 400 kg, 90 da 350 kg e 140 da 600 kg, la produzione di biogas dell'azienda è pari a circa 270 m<sup>3</sup>/giorno di biogas.

Il progetto analizzato prevede la costruzione di un impianto di digestione anaerobica di tipo Plug-Flow, di tipo orizzontale, che lavora in condizioni di termofilia (45-50 °C), ed una produzione di energia elettrica da un minimo di 50 KW ad un massimo di 100 KW in funzione della quantità di biomasse erbacee (principalmente insilato di mais) disponibili in azienda per l'alimentazione dell'impianto stesso.

### **Il recupero della potature di vite e successiva valorizzazione energetica (progetto ERAASPV)**

Il progetto ERAASPV riguarda la realizzazione di un impianto pilota per il recupero energetico degli scarti di potatura presso un'azienda vitivinicola umbra (Cantine Giorgio Lungarotti srl).

La filiera energetica è così articolata:

- raccolta e stoccaggio delle potature: le potature prodotte in campo verranno raccolte con una macchina rotoimballatrice di proprietà del CRB, la LERDA T110. Lo stoccaggio sarà effettuato in un magazzino, situato in prossimità dei campi;
- cippatura: la fase di cippatura è necessaria per ottenere un biocombustibile (cippato) di caratteristiche dimensionali compatibili con le apparecchiature di conversione energetica;
- conversione energetica: il processo di conversione energetica prevede la combustione del cippato in una caldaia ad olio diatermico in grado di soddisfare le esigenze termiche dell'azienda relative al riscaldamento dei locali e alla produzione di vapore. Si prevede di impiegare la caldaia ad olio diatermico anche per l'alimentazione di macchine frigorifere ad assorbimento che andranno a sostituire le macchine frigorifere a compressione attualmente impiegate nell'azienda. In tal modo, oltre al risparmio di combustibile (GPL e gasolio) si otterrà anche un sensibile risparmio di energia elettrica.

### **Trigenerazione da olio vegetale puro**

La conversione energetica dell'olio vegetale ottenuto dalla spremitura dei semi di piante oleose, quali il girasole, la colza, la brassica carinata, la palma, si realizza tramite motori a combustione interna, canonicamente alimentati a diesel, leggermente modificati per funzionare senza particolari problemi con tali biocombustibili.

Il processo di produzione dell'olio di girasole consiste nella macinazione e spremitura a freddo del materiale raccolto da cui è ricavato l'olio vegetale per lavorazione esclusivamente meccanica; il residuo della spremitura è costituito da pannelli che possono

essere utilizzati come mangimi animali. L'olio vegetale così prodotto viene emulsionato con acqua che svolge la funzione di volano termico nelle varie fasi del motore. Infatti, quando al motore si richiede di erogare per lunghi periodi di tempo una potenza prossima ai 3/4 o 4/4 della potenza massima, come avviene generalmente nei motori degli impianti di generazione dell'energia, si ha un innalzamento dei valori medi di temperatura nel motore e dei gas di scarico, con conseguente riduzione della vita dell'olio di lubrificazione e stress eccessivo delle parti meccaniche (cilindri e pistoni).

Il progetto consiste nella progettazione e realizzazione di un microimpianto pilota di trigenerazione alimentato ad olio vegetale, completo di impianto di stoccaggio e spremitura dei semi. L'energia elettrica e termica prodotta sarà utilizzata per il soddisfacimento del fabbisogno energetico della Rocca di S. Apollinare in Marsciano (Pg). L'energia termica, oltre che a soddisfare il fabbisogno invernale per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria, sarà utilizzata anche per il raffrescamento estivo dell'edificio, attraverso l'utilizzo dell'acqua calda in macchine frigorifere ad assorbimento.

### **La co-combustione di biomasse solide e gassose (biogas) in impianti alimentati a fonti fossili**

La co-combustione di biomasse e fonti fossili nelle grandi centrali termoelettriche è una possibile soluzione al fabbisogno di energia "pulita" del nostro paese; la percentuale minima di combustibile fossile che deve essere sostituita è del 5%. Attuare un processo di co-combustione comporta dei vantaggi notevoli sia dal punto di vista ambientale (riduzione delle emissioni inquinanti) sia dal punto di vista energetico (automaticamente si ottiene l'equivalente di una centrale a biomasse, senza il bisogno di costruire un nuovo impianto, con rendimento molto più elevati di un impianto a fonti rinnovabili). In particolare:

- la co-combustione di biomasse agroforestali vergini in centrali a carbone di grossa taglia consente di ottenere un'efficienza media di trasformazione energetica delle biomasse del 36% in luogo di valori inferiori al 20% per impianti di nuova costruzione alimentati a sole biomasse. Il maggiore rendimento è dovuto all'alta temperatura della caldaia (sorgente calda del ciclo termodinamico) che garantisce in co-combustione la produzione di vapore surriscaldato e di vapore risurriscaldato a 540 °C in luogo dei valori tipici degli impianti a biomasse in cui le temperature del vapore oscillano tra 460 ÷ 510 °C. La co-combustione della biomassa non richiede sostanziali modifiche al processo dell'impianto esistente qualora la percentuale di biomassa in sostituzione al carbone sia del 5 ÷ 15%;
- la co-combustione di biogas in centrali a metano a ciclo combinato consente di ottenere un'efficienza media di trasformazione energetica delle biomasse del 60% in luogo di valori inferiori al 20% per impianti di nuova costruzione alimentati a sole biomasse. Il CRB ha da poco iniziato ad analizzare questa filiera dal punto di vista della fattibilità tecnica ed economica; al momento il problema principale riguarda l'approvvigionamento della biomassa, dato che

sostituire almeno il 5% di metano utilizzato nei cicli combinati equivale alla realizzazione di una centrale di biogas di circa 19 MW di output energetico.

### **I biocarburanti di seconda generazione**

In attesa della maturità tecnologica della produzione di idrogeno da fonti rinnovabili e del suo impiego diffuso negli autoveicoli, i biocarburanti rappresentano oggi l'unica alternativa realisticamente praticabile per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore dei trasporti.

L'attuale tendenza ad incorporare percentuali crescenti di questi prodotti in benzina e gasolio va incontro all'esigenza del sistema produttivo agricolo di diversificare le proprie produzioni e di utilizzare grandi estensioni di terreni non più destinabili alla produzione di risorse alimentari. Ovviamente, questa convergenza di interessi è valida solo fino ad un certo punto, corrispondente ad un livello di sostituzione stimabile intorno al 10-15%.

Se però, in un contesto di nuove e più forti esigenze di diversificazione delle fonti energetiche e di contenimento delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra, si dovesse decidere di introdurre sul mercato quantitativi di biocarburanti maggiori, allora la duplice esigenza di ridurre significativamente i costi di produzione e di ottimizzare l'uso del territorio, in modo da non dar vita ad un possibile conflitto con le produzioni alimentari, imporrebbe lo sviluppo di filiere produttive alternative alle attuali per ottenere quelli che, in ambito internazionale, si comincia ad indicare con il nome di "biocarburanti di seconda generazione".

I principali esempi di questi biocarburanti, prodotti a partire da biomasse lignocellulosiche sono:

- l'etanolo ottenuto da processi biotecnologici di idrolisi enzimatica della cellulosa, oggetto di ricerca e sperimentazione, fino alla realizzazione di impianti dimostrativi, già dalla seconda metà degli anni '70 e attualmente al centro di un rinnovato interesse da parte della comunità scientifica, per il quale si ritiene che la competitività economica rispetto ai processi attualmente in uso possa essere raggiunta intorno al 2015-2020;
- il dimetil-etero (DME) e il gasolio sintetico da biomassa (FT liquids), ottenuti via gassificazione e sintesi catalitica, con processi analoghi alla sintesi di Fischer-Tropsch utilizzati per la produzione di carburanti sintetici da carbone, attualmente oggetto di sperimentazione a livello di laboratorio o impianti di piccola scala.

In generale le attuali filiere di biocarburanti di seconda generazione in fase di sviluppo sono quelle riportate nella tabella 1 che segue.

Residui e sottoprodotti organici una risorsa da valorizzare

**Tab. 1** - Filiere di biocarburanti di seconda generazione in fase di sviluppo.

<b>Tipo di biocarburante</b>	<b>Nome specifico</b>	<b>Materia prima</b>	<b>Processo produttivo</b>
Bioetanolo	bioetanolo cellulosico	biomassa lignocellulosica	idrolisi avanzata
Biocarburanti sintetici	Biomass to liquids (BTL) Fischer-Tropsch (FT) diesel Biodiesel sintetico Biometanolo Alcoli (misti) pesanti Biodimetilere (Bio-DME)	biomassa lignocellulosica	gassificazione e sintesi
Biodiesel	Biodiesel “idrotrattato”	oli vegetali e grassi animali	idro-trattamento
Biogas	SNG (Synthetic Natural Gas)	biomassa lignocellulosica	gassificazione e sintesi
Biodrogeno		biomassa lignocellulosica	gassificazione e sintesi o processo biologico

Il Workshop "Dai residui vegetali, zootecnici ed urbani energia per il territorio" ha rappresentato un'occasione per avanzare una serie di proposte che hanno come oggetto la valorizzazione energetica dei residui di origine vegetale, animale ed urbana, ottenuti mediante coltivazioni dedicate, residui di potature, deiezioni animali, scarti dei frantoi, delle cantine ed anche dell'ambiente domestico.

La Manifestazione aveva quindi come obiettivo quello di indicare i modelli per ottimizzare l'utilizzazione dei residui e dei sottoprodotti organici ai fini energetici, tenendo in opportuna considerazione gli aspetti ambientali, sociali, economici, nonché paesaggistici. Dalla valorizzazione di tali prodotti presenti nel territorio, come fonti energetiche, potrebbe scaturire un significativo abbattimento del consumo di combustibili fossili, con ripercussioni indiscutibilmente positive per tutta la popolazione.

