

Linee guida per l'utilizzo energetico delle potature agricole

agres
ENERGIA
DA POTATURE
AGRICOLE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE



UNIVERSITÀ
Tuscia



Dafne Dipartimento di Scienze
Agrarie e Forestali

AIEL
ASSOCIAZIONE
ITALIANA ENERGIE
AGROFORESTALI

progetto
finanziato da

mipaaf

Ministero delle
politiche agricole
alimentari e forestali

www.progettoagres.it

Utilizzo di Potature Agricole

Sostenibilità Ambientale, Economica ed Energetica

Il recupero energetico dei residui di potatura può offrire un'interessante opportunità di reddito agli agricoltori, oltre che una soluzione per risolvere il problema del loro smaltimento.

Per ottenere il massimo valore aggiunto del materiale di scarto occorre però organizzare la raccolta nel modo più efficiente possibile. Questo documento riassume i risultati delle prove sperimentali di raccolta dei residui di potatura in oliveti, nocioleti e vigneti, condotte dai **partner del progetto Agres**:

- Università di Udine,
- Dipartimento Dafne – Università di Viterbo
- Associazione Italiana Energie Agroforestali AIEL.

Obiettivi del Progetto Agres

- Valorizzazione delle biomasse considerando due principali linee di produzione dei biocombustibili (cippato ed addensati) e caratterizzazione dei valori economici di raccolta
- Caratterizzazione chimico-fisica delle biomasse raccolte
- Individuazione, definizione e dimensionamento delle tecnologie di conversione energetica e test di combustione
- Valutazioni delle ricadute ambientali ed economiche
- Divulgazione dei risultati

Produzione di biocombustibili solidi di origine agricola

La valorizzazione energetica delle biomasse residue agricole può offrire un'opportunità di reddito e di diversificazione produttiva per le imprese agricole e i produttori di biomasse, oltre che una soluzione per risolvere il frequente problema del loro smaltimento.

La non corretta gestione di questi sottoprodotti può creare impatti ambientali rilevanti, soprattutto sulla qualità dell'aria, se bruciati a cielo aperto.

Le potature possono essere utilizzate come materia prima per la produzione di cippato o essere densificate in forma di pellet, cialde e bricchetti, destinati a moderni impianti dotati degli accorgimenti tecnici necessari alla loro combustione, essendo biocombustibili con un elevato contenuto di ceneri.



Le tipologie di macchine impiegate per la raccolta e trasformazione delle biomasse agricole si differenziano a seconda delle caratteristiche fisiche del prodotto e della logistica dei cantieri.

La quantità di biomassa tecnicamente ritraibile dalle colture legnose varia in funzione del tipo di coltura, della resa di campo, dell'orografia del terreno e della modalità di potatura. Il tipo di macchina, la lunghezza dei filari e il tipo di andanatura interfilare influenzano invece sia la resa sia i costi di raccolta.

Tali fattori possono talvolta compromettere la fattibilità tecnica o economica della raccolta.

I cantieri a "doppio passaggio", che prevedono l'imballatura e la successiva raccolta offrono una maggiore flessibilità, ma comportano costi più elevati. Questi ultimi sono preferibili quando c'è la necessità di stoccare grosse quantità di materiale per lungo tempo o per facilitare l'essiccazione naturale al fine di garantire la densificazione del prodotto.



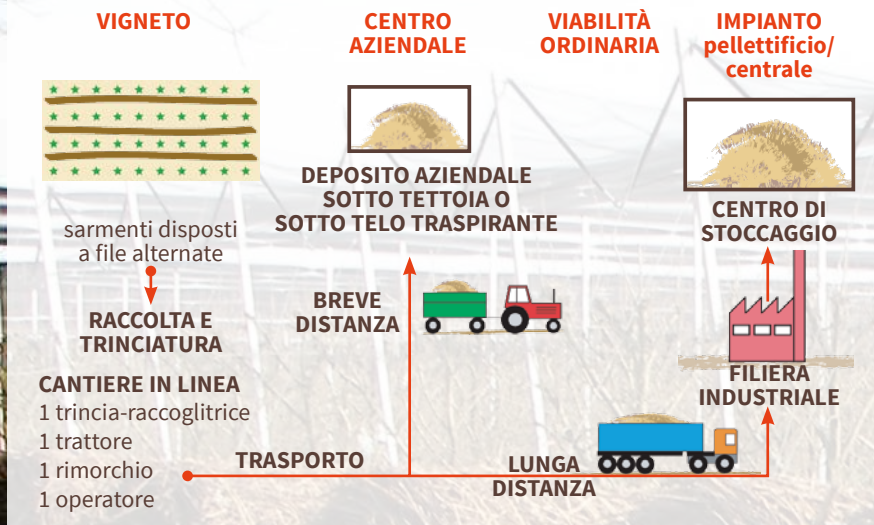
Logistica nelle operazioni di raccolta, movimentazione e trasformazione delle patate agricole a scopo energetico

Le modalità di raccolta delle patate si possono suddividere principalmente in 2 gruppi:

- la raccolta con inclusa la trinciatura in un unico passaggio, seguita dallo scarico in un rimorchio e conferimento (un solo passaggio in campo)
- la raccolta con rotoimballatrice, successivo trasporto e stoccaggio delle rotoballe e cippatura finale (doppio passaggio in campo).


Origine materia prima	Tipologia	Gestione della raccolta	Macchine
oliveto nocchioleto vigneto	Potature annuali o biennali con diametri fino a ca. 7 cm	Raccolta in campo	Trinciaraccogliatrice + eventuale mezzo per il trasporto e scarico
vigneto	Potature annuali	Raccolta in campo	Trinciaraccogliatrice + eventuale mezzo per il trasporto e scarico
		Imballatura + Raccolta + Stoccaggio + Cippatura	Imballatrice + Mezzo per la raccolta + Cippatrice

Raccolta e trasformazione con trincia-raccogliitrice su oliveto, nocciolo, vigneto



Raccolta con rotoimballatrice e cippatura con cippatrice su vigneto





La fattibilità tecnica di raccolta delle potature varia inoltre in funzione anche della resa di campo, ovvero della quantità annua di biomassa prodotta per ettaro.

Valori medi della resa di campo, in riferimento al contenuto idrico alla raccolta

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

Qualità delle biomasse agricole

La qualità del cippato è influenzata principalmente dal tipo di specie legnosa e dalla macchina impiegata per la raccolta. Le potature hanno un contenuto in ceneri generalmente superiore a quello del legno di origine forestale (dai tronchi si ottiene ca. lo 0,5-2% ss di ceneri in riferimento alla sostanza secca). Nel caso della vite - materiale spesso più problematico da gestire - aumenta sensibilmente fino ad arrivare al 4-5% ss.

Nelle potature di vite i livelli di azoto e rame sono solitamente superiori rispetto ai valori medi rilevati nel legno non trattato; questo è riconducibile ai trattamenti fitosanitari.

Nel caso dell'olivo si riescono ad ottenere risultati qualitativi migliori, in termini di pezzatura e contenuto in cenere, soprattutto dopo un processo di vagliatura del prodotto.

Le principali problematiche d'impiego energetico dei biocombustibili agricoli sono legate alle seguenti criticità:

- disomogeneità della pezzatura (nel caso del cippato);
- elevato contenuto in ceneri;
- residui di metalli pesanti, derivanti dai trattamenti fitosanitari della coltura.



Costi di raccolta

I costi di produzione del cippato da potature variano ampiamente in funzione del tipo di cantiere di raccolta e delle macchine impiegate. Mediamente l'85% dei costi complessivi da imputarsi alla trattrice e il 15% alla macchina trincia raccogliitrice o imballatrice.

Valori medi indicativi del costo di raccolta delle potature

COLTURA	t/ha/anno	Contenuto idrico alla raccolta (M%)	€/t
Oliveti	2,5-4,5	35-45%	25-60
Vigneti	1,5-3	40-50%	20-65
Corileti	1,5-2	35-40%	15-40

Le macchine per la raccolta variano a seconda delle caratteristiche logistiche del cantiere e della materia prima. Di seguito si illustrano alcune caratteristiche tecniche di massima da tenere in considerazione in fase di pianificazione delle operazioni di raccolta.

I cantieri a doppio passaggio (imballatura e successiva raccolta) offrono una maggiore flessibilità, ma comportano costi più elevati, al netto della cippatura. Il doppio passaggio è preferito in situazioni caratterizzate da condizioni climatiche avverse e quando è necessario stoccare grosse quantità di materiale per lungo tempo (cantieri di grande estensione).



Valori tecnico-economici indicativi delle più comuni macchine impiegate per la raccolta delle potature.

Per il vigneto è prevista la raccolta con trinciaraccoglitrice o rotoimbattrice, per il frutteto o oliveto è prevista la raccolta con trinciaraccoglitrice.

	UM	Valori
Investimento trinciaraccoglitrice da vigneto portata	€	15-25.000
Investimento trinciaraccoglitrice da nocciolo/oliveto portata	€	20-35.000
Investimento rotoimbattrice	€	6-15.000
Investimento trattrice	€	15-60.000

	t/ora (f)	t/gg (f)
Produttività trinciaraccoglitrice da vigneto portata	1,3-2	10-16
Produttività trinciaraccoglitrice da nocciolo/oliveto portata	1,5-2,5	10-20
Produttività rotoimbattrice	0,8-1,2	6,5-9,5

	UM	Valori
Costo raccolta sarmenti	€/t	20-40
Costo raccolta potature nocciolo/oliveto	€/t	20-30
Costo raccolta rotoballe	€/t	30-50

	gg/anno	ore/anno	t/anno (f)	ha/anno
Operatività trinciaraccoglitrice da vigneto portata	40-50	320-400	400-800	200-400
Operatività trinciaraccoglitrice da corileto/oliveto portata	60-70	480-560	600-1.400	200-460
Operatività rotoimbattrice	40-50	320-400	260-475	130-240

Valori medi indicativi delle rese orarie e annue dei sistemi di raccolta delle potature

	ha/ora	ore/anno/macchina	ha/anno/macchina
Produttività raccolta vigneto (trinciaraccoglitrice)	0,80	480	384
Produttività raccolta vigneto (rotoimbattrice)	0,60	480	288
Produttività raccolta corileto/oliveto	0,70-0,80	560	392-448

Considerazioni generali operative sulla raccolta dei residui di potatura in vigneti, oliveti e noccioleti

I costi di raccolta delle potature nei vigneti (20-65 €/t) sono superiori rispetto a quelli nei frutteti (15-45 €/t), soprattutto per la minore concentrazione di residuo e delle maggiori perdite di raccolta (potatura meccanizzata). Il costo di raccolta inoltre aumenta con la distanza di estrazione - ovvero della distanza che deve percorrere la macchina per portare il materiale dal campo al punto di scarico - e diminuisce con l'aumentare della lunghezza dei filari e della concentrazione delle potature. Nei cantieri in zone collinari è necessario dotarsi di macchine in grado di compiere manovre su spazi ridotti (cambio di volta) e dotate di un compatto cassone incorporato per il contenimento del triturato o della rotoballa. Il costo di raccolta, imballatura e movimentazione può variare in modo sostanziale rispetto ai diversi parametri considerati. Si va da 20-30 €/t, per appezzamenti molto produttivi, fino a 45-60 €/t, in appezzamenti poco produttivi e di ridotte dimensioni.

Per la trasformazione del materiale stoccato in piattaforma è necessario l'intervento di un cippatore di grande dimensioni. Il cippatore deve essere in grado di introdurre nella bocca di carico le rotoballe intere, sono necessarie per questo potenze superiori ai 300 kW circa.

Con una macchina in grado di garantire una produttività di almeno 60-70 msr/h, il costo dell'operazione è di 2-3 €/msr, ovvero ca. 10-15 €/t M25.

Valori indicativi del costo di produzione di cippato da sarmenti, in funzione della logistica di raccolta e trasformazione

Trinciaraccogliitrice e stoccaggio triturato	€/t	Cont. Idrico
Raccolta	20-30	M35
Trasporto	10-15	M35
Stoccaggio e movimentazione in piattaforma	5-10	M35
Totale	35-55	M35

Imballatrice e stoccaggio rotoballe	€/t	Cont. Idrico
Raccolta	25-30	M35
Trasporto	10-15	M35
Triturazione	20	M25
Stoccaggio e movimentazione in piattaforma	10	M25
Totale	65-75	M25-35

Per l'impiego energetico in caldaie di piccola-media potenza risulta importante ottenere una pezzatura del cippato il più omogenea possibile (almeno per l'80% dei pezzi che lo compongono), al fine di evitare blocchi al sistema meccanico di estrazione e caricamento.

Per questo tipo di biocombustibile inoltre la cippatura non dovrebbe essere eseguita con un tenore idrico inferiore al 25%, per evitare di generare un'eccessiva quantità di frazione fine (superiore al 10%) che può essere causa di una combustione non ottimale.

In tal caso si rende fondamentale un processo di vagliatura del prodotto che, oltre ad abbassare la frazione di particelle fini e di sovramisura, contribuisce a ridurre notevolmente anche il contenuto in ceneri del prodotto.

Qualità fisico-chimica delle potature di vite, olivo e nocciolo

Attraverso le analisi di laboratorio condotte sui campioni di potature raccolte durante i rilievi in campo su vigneti, oliveti e nocciolati, è stato possibile valutare la conformità dei combustibili rispetto alla norma ISO 17225.

I risultati hanno individuato il cippato di vite quale combustibile più scadente dal punto di vista qualitativo e quindi maggiormente complicato da gestire.

La vagliatura del cippato di vite, che porta quindi alla rimozione della parte fine, sotto i 3 mm, consente di ottenere sensibili effetti migliorativi, non solo sotto il profilo della riduzione del contenuto in ceneri, ma anche di riduzione di tutti i metalli, in particolare di quelli che causano problematiche per la classificazione normativa del prodotto, come zolfo, zinco e rame. Quest'ultimo elemento solo di poco sfiora il limite normativo post vagliatura, il che consentirebbe, con una riduzione dei trattamenti in campo, la possibilità di inquadrare il cippato in classe qualitativa B1 secondo quanto previsto dalla norma tecnica di riferimento ISO 17225-4.

12

Elemento	Unità di misura	Vite	Vite vagliato	Olivo	Nocciolo	Valori Limite secondo norma ISO 17225-4 (classe B)
Contenuto in ceneri	A (%)	4,8	2,44	2,52	4,77	3
Potere calorifico superiore sul secco	kWh/kg	5,29	5,35	5,39	5,28	
Azoto N	% sul secco	0,73	0,6	0,3	0,62	< 1,0
Zolfo S	% sul secco	0,06	0,03	0,003	0,05	< 0,1
Cloro Cl	% sul secco	0,01	0,003	0,067	0,03	< 0,5
Arsenico As	mg/kg sul secco	0,38	<0,001	0,43	0,93	≤ 1
Cadmio Cd	mg/kg sul secco	<0,001	0,05	0,06	0,06	≤ 2
Cromo Cr	mg/kg sul secco	12,56	0,32	1,25	3,09	≤ 10
Rame Cu	mg/kg sul secco	15,82	12,72	4,25	21,08	≤ 10
Piombo Pb	mg/kg sul secco	0,5	<0,005	1	2,29	≤ 10
Mercurio Hg	mg/kg sul secco	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	≤ 0,1
Nickel Ni	mg/kg sul secco	1,72	0,49	0,57	2,15	≤ 10
Zinco Zn	mg/kg sul secco	251,88	15,4	8,63	15,38	≤ 100

Densificazione delle potature agricole

La densificazione delle potature, in forma di pellet o bricchetti, è un'alternativa all'impiego del triturato/cippato tal quale che permette di superare le criticità in fase di combustione di questi "problematici" biocombustibili. Rispetto al cippato, i prodotti densificati sono infatti caratterizzati da una maggiore standardizzazione qualitativa: pezzatura omogenea, contenuto idrico <10%, bassa percentuale di parti fini, elevata densità energetica. Questo permette di ottenere un processo di combustione più stabile e quindi, solitamente, oliveti e nocioleti migliori fattori di emissione, in particolare di CO e polveri totali. La densificazione offre inoltre vantaggi sotto il profilo logistico: riduzione degli spazi di stoccaggio e facile movimentazione.

Sia il pellet di olivo sia quello di vite hanno un contenuto di ceneri e azoto superiori alle classi A1 e A2, e talvolta anche alla classe B (ISO 17225-2). Il contenuto di rame, azoto e talvolta di piombo e sodio, spesso, risultano essere superiori ai valori limite della classe B. Le caldaie devono essere progettate per una combustione a due stadi, con regolazione automatica dell'eccesso d'aria, avere un focolare mobile o autopulente e dispositivi di pulizia automatica dello scambiatore. I bricchetti da potature sono impiegabili in apparecchi e caldaie a caricamento manuale.



Costi di produzione dei densificati da potature

Come per i densificati di legno convenzionali, anche per quelli prodotti da potature deve essere previsto il raggiungimento di un valore di contenuto idrico della materia prima inferiore al 14%. Questo può essere ottenuto sia attraverso la stagionatura naturale (rotoballe), sia attraverso l'essiccazione. Segue poi la raffinazione del materiale, prima della pellettizzazione o della bricchettatura. La produttività delle presse per produrre pellet a piccola-media scala varia da 200 a 1.000 kg/ora, mentre nelle bricchettatrici varia da 30 a 1.200 kg/ora e comportano investimenti più contenuti.

Solitamente le rotoballe di sarmenti di vite sono stagionate all'aperto fino al raggiungimento del tenore idrico del 12-14%, pertanto possono essere avviati direttamente alla triturazione e densificazione, senza l'essiccazione forzata.

Voci di costo delle fasi di produzione dei densificati agricoli

Range di costo €/t (M10)	
Raccolta e imballaggio (raccolta in doppio passaggio)	45 - 70
Raccolta e trinciatura (raccolta in un passaggio)	30 - 50
Cippatura rotoballe	25 - 33
Stoccaggio, essiccazione naturale e movimentazione	7 - 15
Triturazione pre densificazione (tritratore fisso)	5 - 10
Essiccazione forzata	20 - 45
Bricchettatura (compreso ammortamento impianto)	75 - 85
Pellettizzazione (compreso ammortamento impianto)	85 - 110

Il costo finale per la produzione di pellet varia da 160 a 190 €/ton, a seconda che sia prevista o meno l'essiccazione forzata. Il costo di trasporto del pellet si riduce di circa 3 volte.



La scelta della caldaia

Non tutte le caldaie di piccola-media taglia (≤ 500 kW) sono adatte all'impiego del cippato di vite. Si tratta, infatti, di un prodotto con elevato contenuto di cenere, che, nel caso del cippato, contiene sempre una certa quantità di pezzi fuori misura e che, per effetto dell'intreccio dei filamenti di corteccia, tende a «legare» e quindi a formare ponti nel silo di stoccaggio e nel sistema di caricamento. Sulla base di questi elementi di criticità si raccomanda:

- un sistema di estrazione a bracci articolati o a rastrelli;
- un dispositivo meccanico per il taglio dei pezzi fuori misura (valvola stellare o monocamera) in corrispondenza del pozzetto di carico che collega la coclea di estrazione con quella di caricamento;
- un focolare a griglia mobile o ribaltabile dotato di un sistema automatico di evacuazione delle ceneri;
- un dispositivo meccanico o pneumatico di pulizia automatica dello scambiatore di calore;
- un dispositivo di regolazione della combustione (sonda Lambda), che consente l'ottimizzazione dei parametri della combustione.

Si suggerisce sempre l'applicazione di un filtro a maniche o elettrofiltro a valle del separatore a gravità (multiciclone) per consentire un abbattimento delle emissioni tale da garantire la permanenza nei limiti previsti dalla normativa in vigore.



agres

ENERGIA DA POTATURE AGRICOLE

AUTORI

Rino Gubiani Università degli Studi di Udine
Daniilo Monarca Università degli Studi della Tuscia
Massimo Cecchini Università degli Studi della Tuscia
Andrea Colantoni Università degli Studi della Tuscia
Valter Francescato AIEL
Massimo Negrin AIEL



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE**



progetto
finanziato da



Si ringraziano per la preziosa collaborazione le seguenti aziende:
Agrivitenergy srl; Az. Agr. Serain Luca, La Tiesse srl, Soc. Agr. De Padova Antonio e Figli