

NOTIZIE DALLA FILIERA

Il progetto LogistiCiPlus

Logistica ed efficienza applicate alla filiera legno-energia

di **Andrea Argnani, Alberto Cadei, Stefano Grigolato**



Il progetto LogistiCiPlus, da poco concluso, finanziato dal PSR 2014-2020 della Provincia Autonoma di Trento con la Misura 16.1.1, tra le attività previste ha svolto un'analisi della situazione settoriale trentina ed ha lavorato su più fronti portando a termine diversi approfondimenti e completando molteplici task progettuali.

Questo contributo riporta i principali risultati ottenuti dal progetto con un dettaglio sui possibili sviluppi futuri.

A partire dal 2020, ed in seguito al recupero del legname danneggiato dalla tempesta Vaia, è stata generata un'elevata quantità di materiale di scarsa qualità e di residui di utilizzazione forestale. Questo prodotto, non adatto tecnologicamente per la realizzazione di segati o imballaggi, è stato destinato alla produzione di cippato ad uso energetico causando un aumento esponenziale della produzione di cippato all'interno della Provincia Autonoma di Trento.

Nello scenario *pre Vaia* (2018), e quindi in una situazione ordinaria, in Trentino si registrava un *surplus* produttivo di cippato forestale di oltre 400.000 mst (Tabella 1 e Figura 1). Nello scenario *post* ciclone Vaia, questo *surplus* è raddoppiato e si stima che questo valore di elevato *sur-*

plus si manterrà fino al 2024-2025 (Piano Energetico Ambientale Provinciale 2021-2030 della Provincia Autonoma di Trento). Infatti, l'aumento della disponibilità di biomassa è influenzato dal recupero del legname danneggiato in seguito alla tempesta, dall'incidenza sempre maggiore di legname danneggiato da bostrico tipografo e dall'aumento degli interventi fitosanitari per il contenimento della diffusione dello stesso. Il *surplus* di biomassa ha comportato, e comporta tuttora, un aumento dell'offerta di cippato trentino e della conseguente necessità di trovare acquirenti e destinazioni di utilizzo nelle regioni confinanti. Questa condizione ha, di fatto, comportato delle ripercussioni sugli operatori del settore forestale collegati alla filiera del cippato.

Cippato trentino in mst (dati 2017)	
Produzione 722.701	Fuori Regione: 422.481
	Domanda: 300.220

Tabella 1 - Fonte: APRIE (Agenzia Provinciale per le Risorse Idriche e l'Energia).

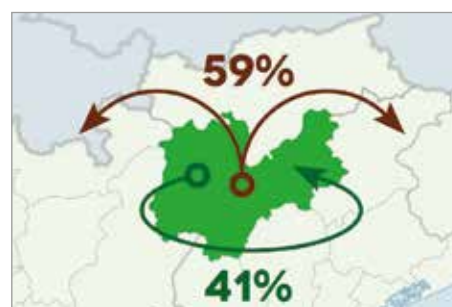


Figura 1

Oltre alla diminuzione del prezzo di mercato, e quindi dei margini, le elevate distanze di conferimento oltre confine provinciale comportano una riduzione della sostenibilità in termini di aumento dell'emissione di CO₂eq (misura dell'impatto emissivo dei gas ad effetto serra convertiti nella quantità equivalente di emissioni di anidride carbonica).

Il progetto LogistiCiPlus si è trovato, quindi, ad operare in questa situazione commerciale dinamica, completando le attivi-

tà progettuali alcune settimane fa.

Logistica e sostenibilità ambientale

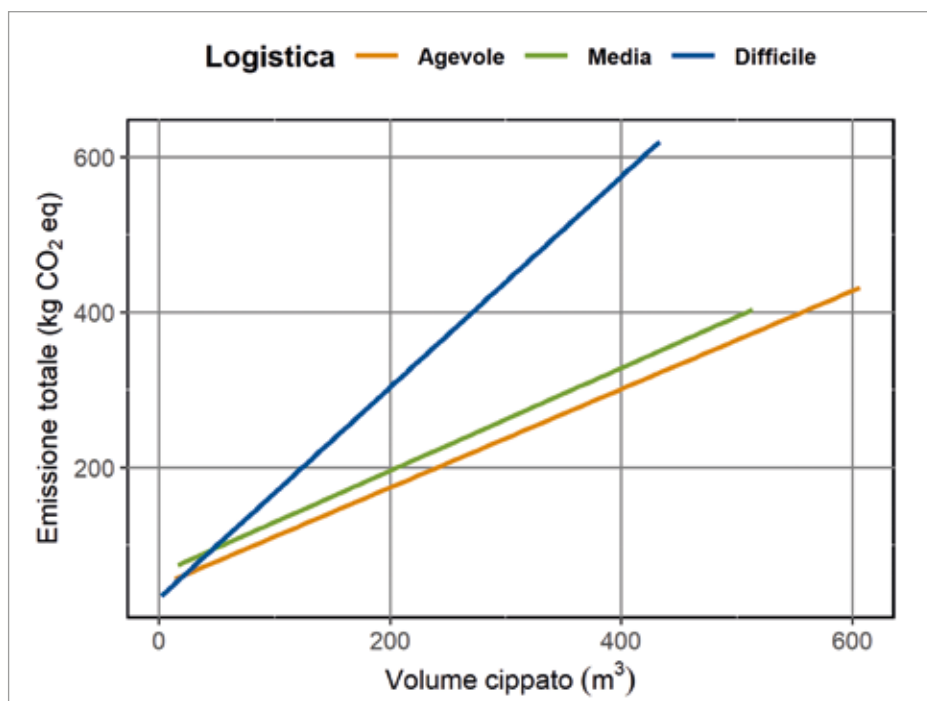
Durante l'attività di monitoraggio prevista dal progetto, con particolare riferimento all'operatività della cippatura e alla logistica dei trasporti, sono stati presi in analisi venti cantieri forestali con particolare focus sull'efficienza ambientale e produttiva dei cantieri stessi. I dati quantitativi registrati riguardavano tempi di lavora-

zione, quantitativi lavorati e consumi delle macchine coinvolte, oltre alla georeferenziazione dei punti di cantieri, piazzali intermedi e gli impianti dove il materiale veniva poi utilizzato, con l'ausilio di sistemi di geolocalizzazione e acquisizione dati motori tipici dell'industria 4.0.

I risultati ottenuti hanno evidenziato come le emissioni di CO₂eq risultino maggiori in funzione della distanza tra imposto e bocca dell'impianto, della logistica di cantiere (il livello di complessità è in funzione degli spazi disponibili per l'operazione di cippatura e delle caratteristiche della viabilità di accesso) e della produttività (in funzione delle caratteristiche della biomassa forestale).

Nello specifico, i cantieri complessi, con effettive difficoltà di manovra per autocarro e cippatore, hanno fortemente inficiato sulla produttività degli stessi, andando ad aumentare i tempi di fermo macchina e il consumo di combustibile dovuti ai frequenti spostamenti del mezzo riducendo la produttività di circa il 18% ed aumentando i consumi per metro cubo sterico fino al 100% rispetto a cantieri agevoli.

Per quanto riguarda il fattore della distanza tra imposto, piazzale intermedio e bocca dell'impianto, nei casi dove il trasporto su lunga distanza era più alto, lo stesso incideva fino al 58% sul totale delle emissioni per unità energetica (KWh) del cippato, incidenza dovuta ed influenzata anche dalla bassa qualità del materiale normalmente trasportato (cippato di bosco in classe A2 o B con contenuto



Emissioni dell'attività di cippatura (kg CO₂eq) per risorsa di biomassa disponibile in relazione alla logistica del cantiere.



idrico superiore al 35%).

Il monitoraggio ha inoltre evidenziato come la possibilità di avere piazzali intermedi e una viabilità forestale opportuna abbia, in diversi cantieri, migliorato di molto le prestazioni emissive degli stessi cantieri.

Sulla base dei dati raccolti si è sviluppato un modello di calcolo per le emissioni di CO₂eq, integrando il monitoraggio di ulteriori trenta cantieri forestali auto-monitorati, secondo un preciso protocollo, dalle imprese forestali coinvolte nel progetto. Il modello permette di calcolare i valori di emissioni di CO₂eq a partire dai parametri base come le caratteristiche qualitative della biomassa (densità sterica e contenuto idrico) e la logistica del cantiere (distanza di conferimento, volume cassone autocarro/autoarticolato, eventuali caratteristiche di piazzali intermedi e mezzi utilizzati). Con lo stesso modello di calcolo sono stati prodotti, con semplificazioni utili alla comunicazione dei risultati, i

dati in Figura 2.

Grazie alla grande quantità di dati raccolti e alla loro variabilità è stato possibile avviare diversi tavoli di confronto con la Provincia Autonoma di Trento anche per evidenziare come siano necessari interventi di miglioramento e potenziamento della viabilità forestale al fine di ottimizzare le performance ambientali del settore bosco-legno-energia.

Processi di trasformazione e certificazione della qualità del materiale

Un altro aspetto indagato è quello della qualità del materiale in ottica ambientale ed energetica. È stata infatti svolta un'indagine di convenienza tecnico-economica del processo di essiccazione, analizzando il materiale grezzo ed essiccato unitamente ai costi del processo di essiccazione ed ai prezzi di vendita del cippato. I risultati, assolutamente preliminari essendo questo studio uno dei

primi del suo genere, rivelano che nella maggioranza dei casi studiati il valore di efficienza del processo di essiccazione è sotto l'unità (efficienza calcolata come rapporto tra l'energia contenuta all'interno del materiale dopo il trattamento di essiccazione e quella precedente il trattamento di essiccazione, al netto della spesa energetica di essiccazione).

Dunque, l'energia per l'essiccazione non viene completamente compensata dall'incremento di potere calorifico del materiale in uscita.

Per quanto riguarda i benefici economici, la valutazione dell'incremento del valore economico del combustibile rende assolutamente più conveniente il materiale che ha subito un processo di essiccazione rispetto al materiale di partenza. Invece, dal punto di vista tecnico, i vantaggi sono evidenti: da un cippato di qualità scadente utilizzabile in soli grossi impianti, si ottiene un combustibile con ben altre caratteristiche, ottimale per le utenze medie e pic-

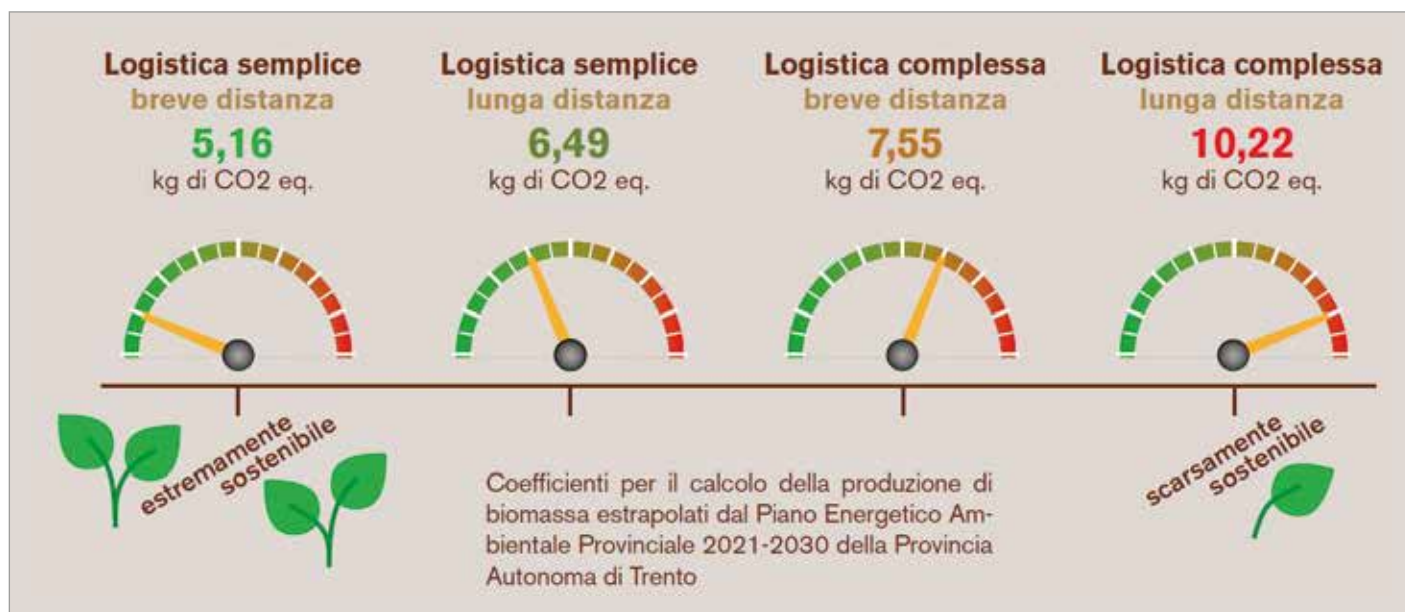


Figura 2

Materia prima	Classe di qualità (contenuto idrico)	Prezzo a Novembre 2021 (€/t)	Deviazione standard (€/t)	Prezzo energia primaria (€/MWh)	Prezzo a Gennaio 2021 (€/t)	Differenza da Gennaio 2021 (€/t)	Prezzo ad Aprile 2021 (€/t)	Differenza da Aprile 2020 (€/t)
Stanghe, tronchi sramati di conifere e latifoglie, refili	A1Plus (M10)	139,00	11,00	30,00	143,00	-4,00	139,00	0,00
	A1 (M25)	109,00	18,00	29,00	117,00	-8,00	113,00	-4,00
	A2 (M35)	79,00	15,00	25,00	75,00	4,00	89,00	-10,00
Cimali, tronchi con rami e ramaglia, gestione del verde, potature agricole	B1 (M50)	49,00	17,00	22,00	45,00	4,00	48,00	1,00

Note: al prezzo franco partenza vanno aggiunti i costi del trasporto, a seconda della logistica e della qualità del prodotto, 10-15 €/t per conferimento entro 50 km con autotreno da 90 m³ di portata.

Tabella 2



cole dei paesi di montagna quali piccoli impianti di teleriscaldamento e cogenerazione. Infatti, sono stati confrontati i valori economici del cippato prima dell'essiccazione e dopo la stessa, utilizzando la rubrica prezzi dell'Associazione Italiana Energie Agroforestali consultabile nel proprio sito web (www.aielenergia.it) visibile in Tabella 2. Confrontando la massa dei campioni, moltiplicati per il prezzo a tonnellata, si è ottenuto l'incremento di valore del campione grazie al trattamento di essiccazione.

Quest'ultimo passaggio ha visto fortemente interessate le due imprese trentine coinvolte nel progetto che hanno quindi optato per certificare, secondo lo schema BiomassPlus®, il loro materiale, a dimostrazione di come il settore debba anche professionalizzarsi valutando l'opzione della certificazione come mezzo strategico per fornire biomassa di qualità garantita.

L'esperienza progettuale in questi ambiti ha evidenziato come sia necessario approfondire le variabili di funzionamento per poter meglio comprenderle e adottare tecniche diverse per la stima dei parametri quantitativi e, successivamente, permettere la comprensione dei risultati ottenuti. Per quanto riguarda l'utilizzo dei dati direttamente rilevati in campo, come per esempio nel caso del calcolo della densità sterica, sebbene il campione fosse abbastanza numeroso, la rilevazione dei dati di contenuto idrico è stata svolta con un misuratore ad asta su principio dielettrico, molto pratico, ma che a valori elevati di contenuto idrico (oltre il 40%) può non

essere accurato (+/- 10%) (NEGRIN e BERNO 2016). Per questo motivo, i metodi speditivi di campo, in questi casi, non sono utilizzabili per fornire dati solidi ed è stato necessario ricorrere ad analisi di laboratorio per stimare il contenuto idrico della biomassa (metodo della doppia pesata).

Domanda e offerta del cippato forestale

A partire dalla metà del 2020 si è cercato di approfondire l'evidente differenza tra quantità di cippato forestale prodotto e la domanda di cippato da parte degli impianti alimentati a biomasse legnose in Trentino. Sono infatti stati svolti una serie di incontri con imprese private e pubbliche amministrazioni con il Gruppo Operativo per valutare la fattibilità tecnico-economica dell'installazione di alcuni moderni impianti a cippato. Collateralmente a questa iniziativa, il Gruppo Operativo ha incontrato la Provincia per impostare un bando per finanziare questo tipo di iniziative.

Conclusioni

Il progetto LogistiCiPlus ha raggiunto dei risultati preliminari interessanti e ambiziosi: le pubblicazioni, le attività e gli eventi sono visibili sul sito *web* del progetto e nella bibliografia di approfondimento.

La necessità di un'implementazione della viabilità forestale e un maggiore coordinamento preliminare tra le figure interessate nell'utilizzazione forestale potrebbero aumentare l'efficienza dell'attività di cippatura. In questo contesto, il monitoraggio e l'acquisizione dati è già attuabile

con tecnologia disponibile sul mercato e, in alcuni casi, già presente sulle macchine (industria 4.0).

Questo ci dimostra come l'industria 4.0 renderà maggiormente *user friendly* la comprensione dei dati e l'individuazione delle opportune misure necessarie per ottimizzare la filiera.

Bibliografia

NEGRIN M., BERNO F., 2016 - **Confronto tra misuratori di contenuto idrico**. Aiel Associazione Italiana Energie Agroforestali. Rapporto interno.

Bibliografia consigliata

CADEI A., GRIGOLATO S., 2020 - **Cippatrice Jenz HEM 583 R Cobra - Massimizzare la produttività e agevolare i trasferimenti**. Tecniko&Pratiko n. 150.

GRIGOLATO S., CADEI A., ARGNANI A., BALDO M., CAMPEOTTO S., 2020 - **Valutazione dell'efficienza dei cantieri di cippatura in ambito forestale tramite sistemi di telemetria**. Un caso studio del progetto LogistiCiPlus. AgriForEnergy 2/2020.

CADEI A., GRIGOLATO S., ARGNANI A., 2020 - **Valutazione dell'efficienza dei cantieri di cippatura in ambito forestale montano**. Tecniko&Pratiko n. 149.

CADEI A., CAMPEOTTO S., ARGNANI A., GRIGOLATO S., 2020 - **Indagine preliminare sulle emissioni di CO₂ ricadenti nelle operazioni di cippatura in relazione all'accessibilità dei cantieri**. Dendronatura n. 2.

CADEI A., MARCHI L., MOLOGNI O., CAVALLI R., GRIGOLATO S., 2021 - **Evaluation of wood chipping efficiency through long-term monitoring**. In MDPI (Ed.), Int. Electron. Conf. For. (pp. 1-7). <https://doi.org/10.3390/iecf2020-08078>

Info

Autori

Andrea Argnani

AIEL - Associazione Italiana Energie Agroforestali
argnani.aiel@cia.it

Alberto Cadei

Dip. TESAF Università degli Studi di Padova
alberto.cadei@phd.unipd.it

Stefano Grigolato

Dip. TESAF Università degli Studi di Padova
stefano.grigolato@unipd.it

Maggiori informazioni

www.logisticplus.it

Foto e figure

Autori

AIEL - Associazione Italiana Energie Agroforestali