

Stefano Grigolato e Alberto Cadei
 Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-
 Forestali, Università degli Studi di Padova
 Andrea Argnani
 Associazione Italiana Energie Agroforestali
 Mirco Baldo
 Studio Landeco, Trento
 Stefano Campeotto
 Libero professionista

Cippato forestale, l'efficienza dei cantieri si valuta con la telemetria

LogistiCiPlus
 LOGISTICA E QUALITÀ DEL CIPPATO

Il progetto LogistiCiPlus, finanziato nell'ambito della Misura 16.1.1. del Programma di sviluppo rurale 2014-2020 della Provincia autonoma di Trento, tratta diversi temi all'interno della filiera produttiva del cippato forestale: dall'efficienza dei cantieri di produzione al miglioramento della logistica, dalla certificazione dei biocombustibili alle modalità di vendita. In questo articolo approfondiremo l'attività di monitoraggio di lungo periodo dei cantieri delle imprese coinvolte e l'implementazione di strumenti per il miglioramento delle produzioni aziendali. Il miglioramento riguarda la riduzione dell'impatto ambientale nella produzione del biocombustibile, misurato in minori emissioni di gas climalteranti garantendo una migliore economicità del processo di produzione. L'interesse del Progetto è rivolto in particolare alla

valutazione della logistica nei cantieri di produzione di cippato forestale, che si collocano in aree marginali e si caratterizzano per una limitata accessibilità in termini di viabilità e mancanza di adeguati spazi di manovra.

L'analisi di lungo periodo sulla logistica nei cantieri di produzione di cippato è stata avviata in collaborazione con Tecnerga (capofila del Progetto), il Dipartimento territorio e sistemi agro-forestali dell'Università di Padova e le imprese forestali aderenti al Gruppo operativo. Il monitoraggio è iniziato nella primavera 2019 attraverso l'applicazione di un sistema di telemetria di posizione supportato dalla piattaforma digitale *tracker.it* della Transpobank. Complessivamente sono attualmente in monitoraggio cinque mezzi: due cippatrici allestite su autocarro e tre autocarri adibiti a trasporto cippato.

Il monitoraggio previsto dal progetto LogistiCiPlus interessa tre autocarri adibiti a trasporto cippato e due cippatrici allestite su autocarro



DATI A CONFRONTO

In particolare, una delle due cippatrici presenta le condizioni per una telemetria completa con lettura dati Fms (*Fleet management system*) che permette di accedere a numerosi dati direttamente dalla centralina elettronica della macchina, basati su standard J1939, a cui associare anche la posizione geografica acquisita tramite sistema Gnss.

La telemetria completa permette di acquisire informazioni utili per analizzare in dettaglio l'efficienza nell'attività di cippatura tramite l'acquisizione di dati relativi alla coppia motore (%), al numero di giri (rpm), temperatura li-

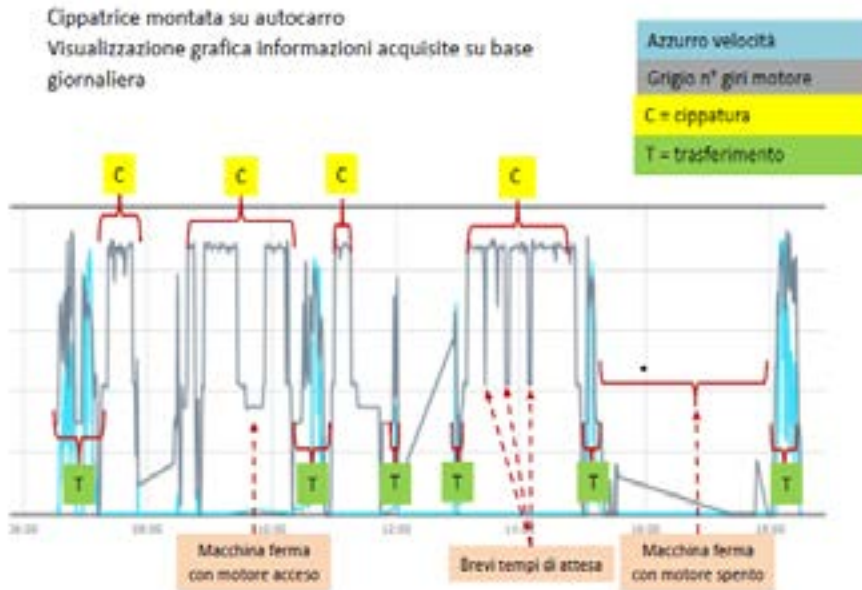


Figura 1. Rappresentazione e interpretazione grafica dei dati acquisiti tramite telemetria relativi alla lettura dei dati Fms basati su standard J1939

quido di raffreddamento (°C), consumo di carburante (totale e istantaneo) numero totale di ore (h) e posizione (figura 1).

Poiché la cippatrice era alimentata dal motore dell'autocarro, i dati acquisiti hanno permesso di analizzare l'efficienza della giornata di lavoro distinguendo i consumi dovuti allo spostamento giornaliero della cippatrice, il consumo collegato all'operazione di cippatura e quello dovuto alle opera-

zioni complementari a quella della cippatura tra cui la movimentazione della biomassa, i tempi a motore acceso senza cippatura e gli spostamenti all'interno del cantiere.

I dati sono stati acquisiti a una frequenza di 30 secondi con la macchina in attività (motore acceso) generando una elevata quantità di dati da analizzare e interpretare. È stato quindi impiegato il programma di analisi attraverso il quale formulare delle funzioni per estrarre le

informazioni su base giornaliera relativamente ai consumi di carburante e alle emissioni dirette (derivate dal dato dei consumi) in merito alle diverse operazioni della macchina (cippatura, trasferimenti e tempi di attesa).

Da una analisi su 144 giorni di attività emerge che l'efficienza media, calcolata come la percentuale di ore di utilizzo della macchina in cantiere sul totale dell'impiego giornaliero è stato del 78%. Considerando però il tempo relativo alla effettiva operazione di cippatura sul totale dell'utilizzo giornaliero, l'efficienza si riduce al 48%.

FILIERA ECOSOSTENIBILE

La filiera del cippato notoriamente è ecosostenibile e i risultati degli studi fatti su base giornaliera la confermano. I cantieri di cippatura, infatti, hanno portato all'emissione di 505 kg di CO₂eq, di cui il 76% riferibili all'operazione di cippatura, il 18% al trasferimento della macchina e il rimanente 6% agli spostamenti e ai tempi di attesa a motore acceso in cantiere.

I dati evidenziano che le giornate di lavoro con minore efficienza sono quelle che hanno impegnato la macchina cippatrice in cantieri scomodi in termini di accessibilità e collocati all'interno o ai margini delle aree forestali. In queste condizioni la continuità operativa è stata fortemente influenzata dai tempi di attesa per l'arrivo degli autocarri o autotreni su cui scaricare il cippato. Queste attese sono dovute alle lunghe percorrenze su viabilità forestale spesso deteriorata per raggiungere i cantieri di cippatura, oppure per la medesima difficoltà di manovra nelle aree di cantiere a seguito di spazi limitati che comportano tempi lunghi per allineare e/o affiancare i mezzi di trasporto del cippato alla macchina cippatrice.

In queste condizioni di ridotta efficienza dei cantieri, a parità di cippato prodotto su base giornaliera, le emis-

Gli studi fin qui condotti dimostrano che la filiera del cippato è ecosostenibile



sioni di CO₂eq risultano maggiori con l'aumento della distanza percorsa per il trasferimento della cippatrice verso il cantiere. In quelli scomodi la produzione di cippato è minore per i maggiori tempi morti e lo spostamento della macchina pesa di più sui consumi finali (mediamente il 18% del consumo totale - figura 2). In termini quantitativi, considerando una distanza di trasferimento della cippatrice in giornata di 50 km in un cantiere complesso in termini logistici con una bassa efficienza nell'operazione di cippatura, l'emissione (solo per l'operazione di cippatura) nella produzione di cippato può raggiungere gli 8.7 kg di CO₂eq rispetto a un valore stimato per una condizione ottimale pari a 7.5 kg di CO₂eq (riferimento cippato di abete rosso con contenuto idrico circa del 40%). Ne deriva che il cippato contenuto in un autotreno prodotto in questa condizione genera complessivamente una maggiore quota di emissioni di gas-climalteranti tra i 26 e 27 kg di CO₂eq rispetto a una condizione ottimale. Rispetto ai termini energetici questo significa una quota di emissioni in più tra 8.3 e 9.4 kg di CO₂eq per MWh.

L'accesso ai piazzali di lavorazione, gli spazi di manovra, la distribuzione frammentata, la collocazione e le dimensioni delle cataste della biomassa costituiscono i punti critici nella produzione di cippato forestale



MIGLIORARE LE INFRASTRUTTURE

Questo comporta che per i cantieri più complessi in termini logistici è opportuno disporre di quantitativi di lavorazione che, oltre all'aspetto di convenienza economica, giustifichino anche una maggiore efficienza in termini di emissioni.

Questo aspetto dimostra che nei contesti montani l'accessibilità delle aree forestali e la qualità della rete infrastrutturale viaria in termini di standard costruttivi (larghezza, pendenza longitudinale, manutenzione del fondo stradale, raggio di curvatura e presenza di piazzali di scambio e/o deposito) è fondamentale per garantire sostenibilità, economicità ed efficienza dei cantieri, delle operazioni di trasporto e quindi del contenimento delle emissioni dirette di gas clima-alteranti.

I primi risultati confermano che le principali criticità del processo di produzione del cippato forestale e della logistica dei cantieri di cippatura riguardano l'accesso ai piazzali di lavorazione, i ridotti spazi di manovra, la distribuzione frammentata, la collocazione e le dimensioni delle cataste della biomassa. Queste condizioni diventano ancora più complesse in aree



Figura 2: effetto dell'efficienza del cantiere e della logistica (ore di effettiva cippatura sul totale delle ore utilizzate dalla macchina inclusi i trasferimenti) sul totale delle missioni unitarie di CO₂eq in relazione alle distanze di trasferimento della cippatrice. A una distanza di 50 km percorsa per il trasferimento (andata e ritorno) della macchina, l'incidenza di emissioni per unità prodotta in cantieri con efficienza bassa (60%) può essere +16% (circa 0.3 kgCO₂eq/mst e circa 1.18 kgCO₂eq/t per cippato di abete rosso con contenuto idrico 40%) rispetto a un cantiere di cippatura con alta efficienza (90%).

montane dove i cantieri sono situati lungo viabilità forestale o pubblica secondaria che si caratterizza per limitati standard costruttivi e per essere collocata in ambienti in cui gli spazi di manovra sono minimi, se non assenti. Sarebbe pertanto opportuno organizzare la disposizione del materiale tenendo presenti le necessità di manovra della macchina cippatrice e dei mezzi su cui caricare il cippato, facendo riferimento alle indicazioni dell'impresa esecutrice.

L'auspicio, oltre a favorire la miglior scelta delle macchine cippatrici, dei mezzi di trasporto e dei sistemi più idonei a lavorare in contesti complessi, è anche quello di stimolare gli enti competenti ad adeguare la rete infrastrutturale di accesso alle aree forestali per migliorare la sostenibilità di un settore già di per sé ecosostenibile. ●