Comune di BALME
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
REGIONE PIEMONTE

PROGETTO

Complemento per lo Sviluppo Rurale della Regione Piemonte 2023-2027, adottato con DGR n.17-6532 del 20.02.2023 e s.m.i - INTERVENTO SRD 08
Azione 2 BANDO Produzione di energia termica da fonti rinnovabili ad uso collettivo.

Lavori di rifacimento riscaldamento locali comunali siti in Via capoluogo 139

FASE

Progetto di fattibilità tecnico economica

OGGETTO

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO
Art. 41.Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 Codice dei contratti pubblici

Studio di fattibilità

PROGETTISTA

Ing. Domenico CASTALDO
Iscr. n°8630 Y Ordine Ingegneri di Torino
C.F. CST DNC 73M18 H355W
P.IVA 08479080015
Via Treviso n. 12 CAP 10144 - Torino

APPROVAZIONE

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO
Dott. Ing. DOMENICO IVAN CASTALDO n. 8630 Y

CODICE LAVORO	NOME FILE	SCALE DISEGNO	UNITA' DI MISURA	ELABORATO
2520	2536.QE		cm	02
POSIZIONE ARCHIVIO Z:_Lavoro\2025\2520\PROGETTO		---	---	

Data	Revisione	Descrizione	Eseguito	Controllato	Emesso
10/04/2025	0	PRIMA EMISSIONE	FRISINA	CASTALDO	CASTALDO

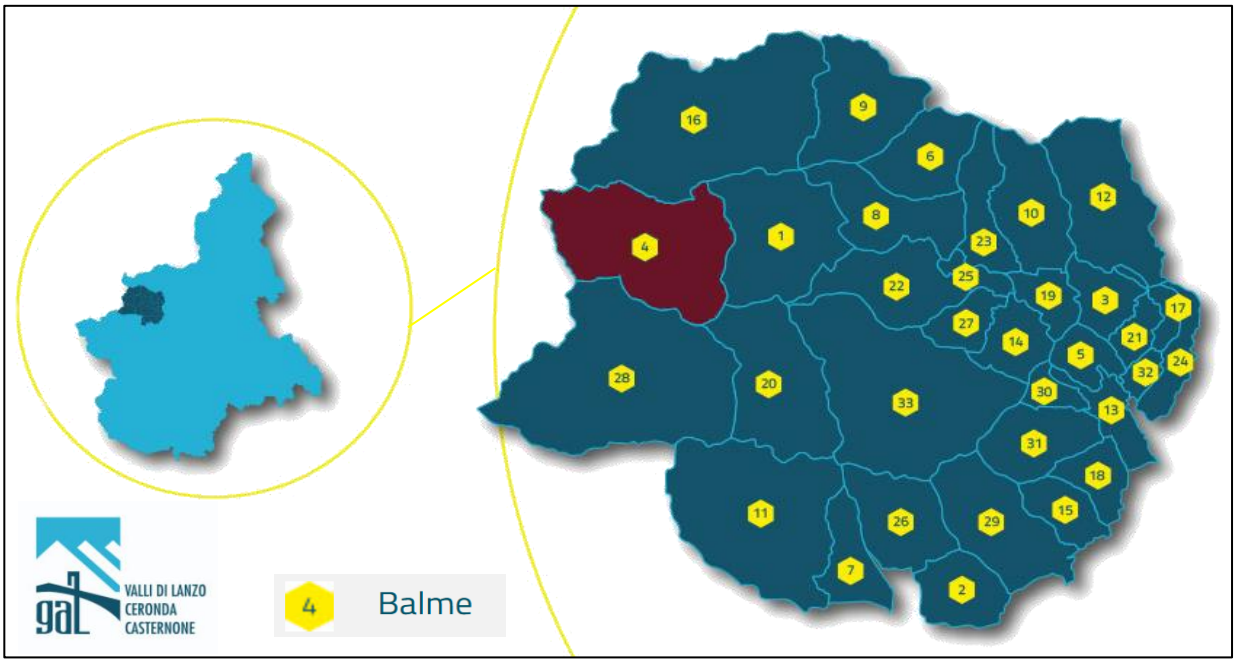
- PROPRIETA' RISERVATA - RIPRODUZIONE VIETATA - L'AZIENDA TUTELA I PROPRI DIRITTI SUI DISEGNI A TERMINE DI LEGGE -
- PRIVATE PROPERTY - DRAWINGS CANNOT BE REPRODUCED - THE COMPANY PROTECTS IT'S OWN RIGHTS FOR THE DRAWINGS ACCORDING TO THE LAW -

Sommario

Sommario 1
1 PREMESSA E INTRODUZIONE 2
1.1 Contesto del Progetto: 3
1.2 Obiettivi dello Studio: 3
1.3 Metodologia: 4
2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE 5
2.1 Analisi degli Edifici: 5
2.2 Analisi dei Consumi Attuali: 6
2.3 Criticità Identificate: 7
3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROPOSTO 8
3.1 La nuova Centrale Termica a Cippato: 8
3.2 Rispetto del principio DNSH (Do No Significant Harm): 9
4 ANALISI DEL FABBISOGNO TERMICO 11
4.1 Uso dei Dati di Consumo ai Fini del Calcolo Energetico: 11
4.2 Calcolo del Fabbisogno per il Nuovo Impianto 11
4.3 Benefici Attesi dal Nuovo Sistema 12
5 PIANO DI APPROVVIGIONAMENTO DELLA BIOMASSA 14
5.1 Risorse Forestali e Disponibilità Legnosa: 14
5.2 5.2 Organizzazione del Piano di Taglio e della Logistica di Fornitura 15
5.3 5.3 Impatti Ambientali e Sostenibilità del Piano 16
6 MODELLO ENERGETICO E CALCOLI DELLA LEGGE 10 18
6.1 6.1 Presentazione del Modello Energetico 18
6.2 Risultati del Modello Energetico (Legge 10) 18
6.3 Descrizione del Nuovo Sistema Impiantistico 20
6.4 Prestazioni Energetiche e Risparmio Atteso 20
7 ANALISI ECONOMICA E COSTI-BENEFICI 22
7.1 Costo Attuale dei Combustibili 22
7.2 Costi dell'intervento 23
7.3 Analisi Costi/Benefici e Tempi di Rientro dell'Investimento 24
8 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI 27

1 PREMESSA E INTRODUZIONE

Il presente Studio di Fattibilità si inserisce all'interno delle attività promosse dal GAL Valli di Lanzo, Ceronda e Casternone, Gruppo di Azione Locale attivo nel territorio della Città Metropolitana di Torino, con l'obiettivo di favorire uno sviluppo locale sostenibile, equilibrato e inclusivo. Il GAL opera come snodo strategico per l'attuazione di politiche europee e regionali di sviluppo rurale, orientando le risorse disponibili verso interventi capaci di generare valore economico e sociale duraturo, con particolare attenzione alle zone montane e marginali. Attraverso la pianificazione e il sostegno a progetti innovativi, il GAL si propone di contrastare il fenomeno dello spopolamento delle aree interne, di migliorare la qualità della vita delle comunità locali e di valorizzare le risorse naturali, culturali e produttive del territorio. In particolare, una delle linee di intervento più significative riguarda la promozione di filiere corte e sostenibili, la gestione attiva del patrimonio forestale e il sostegno a soluzioni energetiche rinnovabili e a basso impatto ambientale.



In questo contesto si colloca l'intervento di riqualificazione energetica oggetto del presente studio, che prevede la realizzazione di un impianto termico centralizzato alimentato a biomassa legnosa per due edifici pubblici nel Comune di Balme. Il progetto nasce dall'esigenza di sostituire gli impianti termici esistenti alimentati da combustibili fossili (gasolio e GPL), poco efficienti e ad alto impatto ambientale, con una soluzione tecnologicamente avanzata, economicamente sostenibile e pienamente coerente con i principi dell'economia circolare.

La scelta della biomassa legnosa non è casuale, ma risponde alla volontà di valorizzare la risorsa forestale locale attraverso l'utilizzo di cippato proveniente da filiera corta, favorendo la manutenzione del territorio e attivando microeconomie legate alla gestione del bosco, al trasporto e alla trasformazione del materiale legnoso. L'intervento rappresenta quindi non solo un passo avanti in termini di efficienza energetica e riduzione delle emissioni climalteranti, ma anche un modello replicabile di sviluppo locale integrato, in grado di coniugare benefici ambientali, economici e sociali.

Il presente documento ha lo scopo di descrivere, analizzare e valutare in modo approfondito gli aspetti tecnici, economici, energetici e ambientali della proposta progettuale, fornendo una base solida e strutturata per le successive fasi decisionali, progettuali ed esecutive. Lo studio si articola in una serie di capitoli che affrontano i diversi aspetti dell'intervento, dalla valutazione del contesto fino all'analisi dei costi e benefici, nell'ottica di garantire trasparenza, efficacia e sostenibilità dell'investimento.

1.1 Contesto del Progetto:

Il Comune di Balme, situato in un'area montana ad altitudini elevate, si trova a fronteggiare una duplice esigenza: quella di rinnovare gli impianti di riscaldamento attualmente alimentati da combustibili fossili (gasolio e GPL) e quella di potenziare la qualità e l'efficienza dei servizi offerti ai cittadini. In particolare, i due edifici comunali, che ospitano uffici, un ambulatorio, la sala consiliare e l'ufficio postale, presentano impianti di riscaldamento obsoleti, caratterizzati da bassi rendimenti e costi operativi elevati.

Negli ultimi anni sono già state avviate alcune misure di riqualificazione, come nel caso dell'ufficio postale al piano terreno dell'Edificio 1, che ha sostituito nel 2024 i vecchi infissi con soluzioni in alluminio, aderenti ai requisiti di efficienza energetica, e che ha partecipato al progetto POLIS nell'ambito del "Piano Nazionale per gli Investimenti Complementari" del PNRR, volto a potenziare la digitalizzazione e la fruizione dei servizi pubblici nei centri con meno di 15.000 abitanti. Inoltre, è previsto un ulteriore intervento in questo edificio, con la sostituzione degli infissi dei piani primo e secondo, attualmente obsoleti, con nuovi infissi in legno conformi alle normative relative alle trasmittanze termiche, per migliorare ulteriormente l'efficienza energetica.

Alla luce di questo contesto, il progetto prevede l'installazione di una nuova centrale termica a cippato, alimentata da biomassa proveniente dalla filiera corta locale, in sostituzione dei sistemi a gasolio e GPL attualmente in uso. Tale intervento si inserisce in una strategia integrata che mira a:

- Ridurre le emissioni di gas climalteranti e contenere i costi energetici attraverso l'utilizzo di una fonte rinnovabile.
- Valorizzare le risorse forestali comunali, sfruttando il Piano di Gestione Forestale (PFA) e assicurando la sostenibilità ambientale, economica e sociale.
- Garantire la continuità e l'efficienza del servizio di riscaldamento per gli edifici pubblici, integrando il nuovo impianto con interventi di riqualificazione edilizia e di aggiornamento degli infissi.

Questo progetto, promosso nell'ambito del bando GAL SRD 8.2, si configura come un esempio virtuoso di come una visione integrata di innovazione tecnologica, efficientamento energetico e valorizzazione delle risorse locali possa favorire la coesione economica, sociale e territoriale, contribuendo al superamento del digital divide e al miglioramento complessivo della qualità dei servizi pubblici nei piccoli centri.

1.2 Obiettivi dello Studio:

L'obiettivo principale dello Studio di Fattibilità è di valutare in maniera integrata la convenienza e la sostenibilità dell'intervento progettato, che prevede l'installazione di una nuova centrale termica a cippato per gli edifici comunali di Balme. Lo studio mira a definire il fabbisogno termico degli ambienti confrontando i dati storici di consumo con le prestazioni attese del nuovo impianto, al fine di dimostrare come il passaggio da sistemi alimentati da combustibili fossili a una soluzione basata su biomassa locale possa garantire rilevanti risparmi energetici e una significativa riduzione delle emissioni inquinanti. Parallelamente, si conduce un'analisi economica comparativa, che mette in luce i vantaggi derivanti dall'adozione di un sistema a cippato, evidenziando il potenziale beneficio in termini di riduzione dei costi operativi rispetto agli attuali impianti. Lo studio, inoltre, si propone di definire un piano di approvvigionamento della biomassa

basato sulla disponibilità delle risorse forestali locali, garantendo che la filiera corta sia pienamente rispettata per assicurare la sostenibilità ambientale dell'intervento. Infine, viene analizzata la dimensione sociale del progetto, che intende contribuire alla coesione territoriale e al miglioramento dei servizi pubblici, integrando interventi di efficientamento edilizio e digitalizzazione, come evidenziato dalla trasformazione dell'ufficio postale. In questo modo, lo Studio fornisce una solida base per le decisioni di investimento e per la presentazione della domanda di contributo, dimostrando in modo organico l'efficacia complessiva dell'intervento sotto il profilo tecnico, economico, ambientale e sociale.

1.3 Metodologia:

Per la realizzazione dello Studio di Fattibilità è stato adottato un approccio integrato che ha permesso di analizzare in maniera sinergica le dimensioni tecniche, economiche, ambientali e sociali del progetto. Il processo è iniziato con un sopralluogo sul campo, durante il quale è stata condotta una raccolta dati diretta. In questo contesto sono state osservate le condizioni reali degli edifici e degli impianti esistenti, valutandone la conformazione degli spazi interni ed esterni, lo stato operativo degli attuali sistemi di riscaldamento e le future condizioni operative degli spazi destinati all'installazione della nuova centrale termica.
Successivamente, è stata eseguita un'analisi dettagliata dello stato attuale, in modo da evidenziare le criticità legate all'obsolescenza degli impianti e all'inefficienza energetica, con particolare attenzione agli interventi già effettuati e a quelli programmati, come il rinnovo degli infissi e l'adozione di soluzioni digitali.
Parallelamente, sono stati effettuati calcoli termici e una modellizzazione energetica utilizzando strumenti specializzati, al fine di determinare parametri quali trasmittanza, capacità termica e sfasamento dell'onda termica, elementi essenziali per quantificare il fabbisogno energetico e per valutare le prestazioni attese del nuovo impianto a cippato.
L'approccio si è poi concentrato sull'analisi del piano di approvvigionamento della biomassa, valutando la disponibilità di legname nei boschi comunali secondo il piano di gestione forestale. Questa fase ha permesso di definire i volumi stimati di cippato ottenibili e la distanza media di approvvigionamento, elementi fondamentali per garantire il rispetto dei criteri di filiera corta e la sostenibilità ambientale dell'intervento.
A completare il quadro, è stata effettuata un'analisi economica comparativa che ha confrontato i costi di gestione attuali, basati sull'utilizzo di combustibili fossili, con quelli previsti per l'impianto a cippato. Tale valutazione ha integrato le stime di consumo e i parametri energetici, evidenziando il ritorno sull'investimento atteso e i benefici economici derivanti dalla riduzione dei costi operativi.
Infine, lo studio ha considerato gli impatti ambientali e sociali, analizzando in che misura l'adozione del nuovo sistema possa contribuire alla riduzione delle emissioni inquinanti, all'utilizzo di una risorsa locale e al miglioramento dei servizi pubblici, rafforzando la coesione territoriale. I risultati ottenuti da ciascuna delle fasi sono stati infine integrati in un modello complessivo che ha permesso di individuare i principali punti di forza del progetto e di formulare raccomandazioni operative per l'implementazione dell'intervento. Questo approccio multidisciplinare offre, in conclusione, una visione completa della sostenibilità e dell'efficacia dell'investimento, costituendo una solida base per le decisioni di finanziamento e per la presentazione della domanda di contributo.

2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

2.1 Analisi degli Edifici:

In questo capitolo viene condotta un'analisi approfondita delle caratteristiche costruttive, impiantistiche e funzionali dei due edifici comunali oggetto dell'intervento, al fine di evidenziare le criticità e le opportunità di riqualificazione energetica e di efficientamento globale.

EDIFICIO 1:

L'Edificio 1, situato nel centro storico del Comune di Balme, ospita al piano terra l'ufficio postale e nei livelli superiori uffici comunali adibiti a servizi amministrativi. Durante il sopralluogo effettuato, si è potuto constatare che l'edificio, pur mantenendo una tipologia costruttiva tradizionale ben conservata, presenta elementi ormai superati dal punto di vista energetico e funzionale. In particolare, l'impianto termico attuale è alimentato da una caldaia a gasolio da 50 kW di potenza nominale, installata nel 2007, che risulta tecnologicamente obsoleta e non più efficiente dal punto di vista energetico ed economico. A livello edilizio, recentemente l'ufficio postale situato al piano terreno è stato oggetto di un intervento di riqualificazione, che ha previsto nel 2024 la sostituzione degli infissi con nuovi elementi in alluminio conformi ai requisiti di efficienza energetica. Ai livelli superiori, invece, i piani primo e secondo conservano tuttora infissi in legno ormai obsoleti, caratterizzati da elevate dispersioni termiche, che richiedono un immediato intervento di riqualificazione. In quest'ottica, il progetto prevede proprio la sostituzione degli infissi esistenti con nuovi infissi in legno ad elevate prestazioni energetiche, pienamente rispondenti alle normative vigenti sulla trasmittanza termica.

EDIFICIO 2:

L'Edificio 2, adiacente al primo edificio e anch'esso ubicato nel nucleo storico, è utilizzato prevalentemente per attività istituzionali e associative, ospitando la sala consiliare, l'ambulatorio medico e gli uffici delle associazioni locali. Anche questo edificio risulta dotato di impianti termici inefficienti e obsoleti, nello specifico una caldaia alimentata a GPL che, oltre ad essere ormai datata, implica notevoli costi operativi. La conformazione strutturale e spaziale dell'edificio consente, tuttavia, ottime possibilità di miglioramento attraverso un sistema di riscaldamento alimentato da biomassa locale e altri interventi mirati alla riqualificazione energetica degli spazi.

Il sopralluogo effettuato sugli edifici ha permesso di evidenziare chiaramente le criticità legate ai sistemi impiantistici esistenti, in particolare la vetustà degli impianti e la presenza di elementi edilizi inefficienti, come gli infissi ormai inadeguati. Parallelamente, tale analisi ha consentito di individuare in modo efficace gli interventi necessari, evidenziando le opportunità che scaturirebbero da un aggiornamento tecnologico degli impianti, una sostituzione mirata degli elementi costruttivi, e l'installazione di una nuova centrale a cippato ad alta efficienza energetica, idonea a garantire una significativa riduzione dei consumi e dei costi energetici, oltre che a contribuire positivamente alla sostenibilità ambientale del territorio.

2.2 Analisi dei Consumi Attuali:

L'analisi dei consumi attuali è stata condotta sulla base dei dati storici raccolti, che evidenziano un elevato uso di combustibili fossili per il riscaldamento degli edifici comunali. In particolare, il sistema attuale, alimentato da gasolio e GPL, registra un consumo complessivo significativo: la quantità di gasolio impiegata si attesta intorno a livelli elevati, mentre il consumo di GPL risulta relativamente inferiore, ma con costi comunque importanti per il Comune. Questi consumi elevati sono da imputare principalmente all'utilizzo di impianti obsoleti. I dati dimostrano come l'attuale sistema comporti costi operativi elevati e un impatto ambientale notevole, giustificando così la necessità di intervenire con una soluzione innovativa, finalizzata a migliorare l'efficienza energetica complessiva, ridurre i consumi e contenere l'impatto in termini di emissioni.

Di seguito si presenta un rapporto tecnico che evidenzia i consumi e i costi complessivi rilevati nel periodo considerato, per fornire una visione chiara delle spese derivanti dai sistemi di riscaldamento attualmente in uso negli edifici comunali. L'analisi si concentra sui dati di consumo aggregati, considerando che i due combustibili (gasolio e GPL) presentano caratteristiche differenti e, pertanto, non risultano direttamente comparabili a livello di costo unitario.

Il sistema attuale prevede l'utilizzo di due tipologie di combustibile. I dati raccolti evidenziano un elevato impiego di gasolio, mentre il GPL, seppur utilizzato in quantitativi inferiori, contribuisce in modo significativo alla spesa complessiva dovuta al suo prezzo per unità più elevato.

Tabella 1: Consumi Totali del Periodo (2020–2024)

Tipo di Combustibile	Quantità Complessiva (litri)	Costo Totale (€)
Gasolio	21.900	26.941,66
GPL	5.217	22.268,01

Questa tabella mostra che il volume di gasolio utilizzato è ben superiore a quello di GPL, con una spesa totale che, pur presentando un consumo inferiore, rimane rilevante per il GPL.

Tabella 2: Media Annua dei Consumi e dei Costi (2020–2024)

Tipo di Combustibile	Consumo Medio Annuale (litri)	Costo Medio Annuale (€)
Gasolio	4.380	5.388,33
GPL	1.043	4.453,60

Dalla tabella emergono i valori medi annuali, evidenziando la consistenza dell'utilizzo del gasolio e del GPL, e indicandone la relativa incidenza sui costi operativi complessivi.

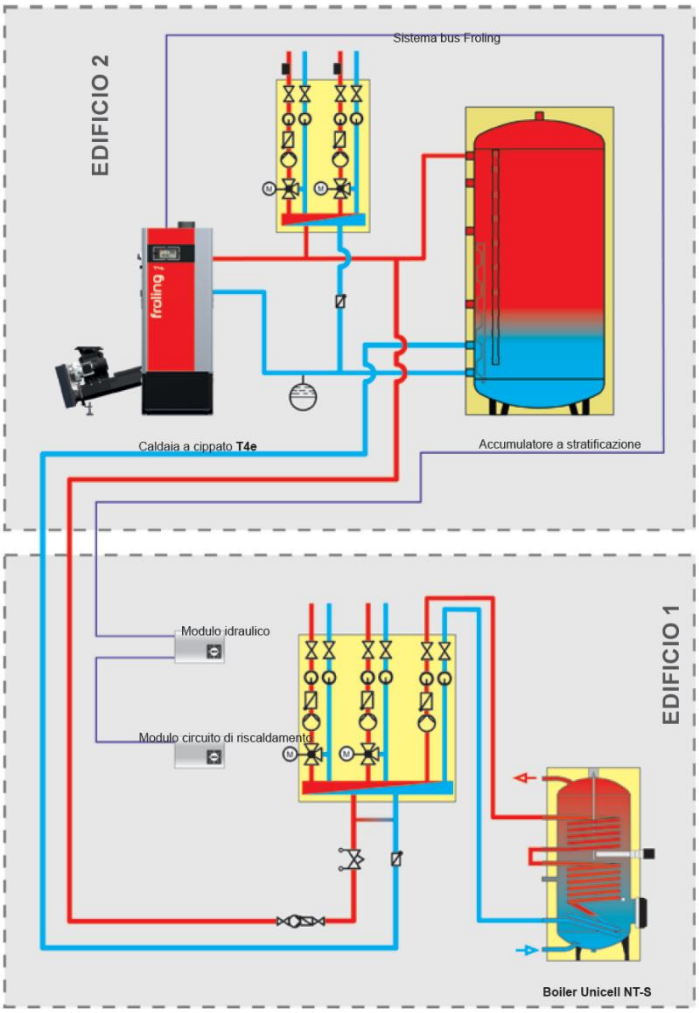
Questi dati indicano chiaramente come l'attuale sistema di riscaldamento, basato sull'utilizzo di combustibili fossili, comporti spese operative significative e contribuisca a un elevato impatto ambientale, motivando la necessità di un intervento di efficientamento energetico tramite l'adozione di una centrale termica a cippato alimentata da biomassa locale.

2.3 Criticità Identificate:

Dall'analisi tecnica condotta emergono diverse criticità che compromettono l'efficienza, l'affidabilità e la sostenibilità dell'attuale sistema di riscaldamento, evidenziando la necessità di un intervento strutturale di aggiornamento impiantistico.
Pur essendo la caldaia a gasolio da 50 kW dell'Edificio 1 ancora in grado di funzionare, trattandosi di un generatore installato nel 2007, essa presenta caratteristiche tecniche ormai superate sia in termini di efficienza energetica sia di compatibilità ambientale. L'età dell'impianto, unita alla sua concezione tecnologica ormai datata, si traduce in un comportamento statico, con difficoltà di adattamento ai carichi parziali e maggiore incidenza delle perdite di sistema. A ciò si aggiunge una considerazione di ordine ecologico e strategico: l'uso del gasolio come combustibile da riscaldamento è sempre più scoraggiato dalle normative e dalle politiche energetiche nazionali ed europee. Si tratta di una fonte fossile ad alta intensità carbonica, con un impatto ambientale rilevante in termini di emissioni di CO_2, ossidi di azoto e particolato, non più giustificabile in contesti pubblici, specie in presenza di alternative rinnovabili consolidate.
Dal punto di vista edilizio, la presenza di **infissi obsoleti** ai piani superiori dell'Edificio 1 contribuisce ulteriormente ad aumentare le **dispersioni termiche invernali**, aggravando il fabbisogno energetico e peggiorando l'efficienza complessiva del sistema.
L'Edificio 2 è servito da una caldaia a GPL anch'essa non recente e priva di dispositivi avanzati di regolazione. Sebbene il GPL presenti in alcuni contesti un rendimento di combustione relativamente più pulito del gasolio, il suo utilizzo resta fortemente penalizzante in termini economici: il costo per unità di energia termica è tra i più alti tra i combustibili convenzionali. Anche in questo caso, la mancanza di modulazione e l'assenza di accumulo comportano un funzionamento discontinuo e poco efficiente, con ripetute accensioni e spegnimenti che riducono il rendimento stagionale utile.
Nel complesso, la **dipendenza da combustibili fossili** (gasolio e GPL) evidenzia un'impostazione impiantistica non più attuale, incompatibile con gli obiettivi di efficienza energetica e sostenibilità ambientale oggi richiesti. La configurazione attuale non solo comporta **inefficienze tecniche significative**, ma si traduce in un **peso economico crescente** per le amministrazioni locali, aggravato dalla volatilità dei prezzi dei combustibili fossili e dai vincoli normativi sempre più stringenti in materia di emissioni.
Tali considerazioni rafforzano la necessità di procedere con l'installazione di un **nuovo sistema centralizzato alimentato a cippato**, capace di fornire una risposta concreta alle criticità evidenziate. L'intervento, basato su una **fonte rinnovabile, locale e programmabile**, rappresenta una soluzione evoluta, in grado di garantire **maggiore efficienza, minori costi operativi, riduzione delle emissioni climalteranti e una valorizzazione concreta delle risorse forestali del territorio**.

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROPOSTO

3.1 La nuova Centrale Termica a Cippato:



Il progetto prevede l'installazione di una centrale termica a cippato, finalizzata a sostituire i sistemi attuali basati su combustibili fossili con un impianto più efficiente e sostenibile. Il nuovo impianto è stato dimensionato per soddisfare il fabbisogno termico complessivo degli edifici, garantendo una fornitura energetica stabile e modulabile secondo le diverse esigenze operative. Il generatore a cippato, progettato per una potenza nominale adeguata alle esigenze del complesso (in linea con i calcoli preliminari che attestano un fabbisogno termico intorno agli 80 kW), adotta tecnologie avanzate per ottimizzare la combustione. Tra le soluzioni tecniche impiegate, vi è un sofisticato sistema di alimentazione automatica che regola il tasso di combustibile, garantendo un'efficienza di combustione elevata e il rispetto dei limiti di emissione, con particolato non superiore a 10 mg/Nm³, in conformità alle normative vigenti.

A supporto della funzione del generatore, è previsto l'installazione di sistemi di accumulo inerziale. In particolare, la centrale termica è dotata di un serbatoio primario di accumulo con una capacità di circa 1.600 litri, che consente di assorbire le fluttuazioni della domanda e di garantire una stabilità termica ottimale. Inoltre, nell'Edificio 1 è previsto un ulteriore accumulo da 400 litri, posizionato prima delle pompe di rilancio, per migliorare la risposta immediata del sistema nei momenti di picco e ottimizzare la distribuzione del calore. L'impianto è progettato per integrare in modo fluido la distribuzione del calore tra i due edifici. Sono previsti circuiti dedicati e sistemi di contabilizzazione del calore, che permettono una gestione precisa e automatizzata del trasferimento energetico, monitorato da sensori di temperatura, pressione e flusso. Ciò consente non solo di ridurre le dispersioni termiche ma anche di intervenire tempestivamente in caso di anomalie operative.

Il nuovo generatore si basa su tecnologie di combustione modulabile, capaci di adattarsi alla variazione della domanda termica, garantendo al contempo alte efficienze operative anche in condizioni di carico parziale. Il cippato utilizzato proviene da fonti locali ed è conforme alla classe A1 in base alle normative UNI EN ISO 17225-4, assicurando così la qualità e la sostenibilità della materia prima e rispettando i criteri di filiera corta. Infine, l'intero sistema è integrato in un'architettura modulare e dotata di funzioni di monitoraggio remoto e automazione, che consentono aggiornamenti futuri e una gestione integrata del servizio. Questo permette di coniugare la robustezza tecnica dell'impianto con la flessibilità richiesta dalle moderne esigenze energetiche, garantendo una transizione efficace e sostenibile dai combustibili fossili a una soluzione rinnovabile e a basso impatto ambientale.

Il progetto di installazione della nuova centrale termica a cippato offre vantaggi trasversali che interessano aspetti tecnici, economici, ambientali e sociali. Dal punto di vista tecnico, l'adozione di una soluzione basata su biomassa locale permette di ottenere una maggiore efficienza energetica, grazie al dimensionamento

ottimale del generatore (circa 80 kW) e all'impiego di sistemi di accumulo inerziale che garantiscono una modulazione flessibile e una risposta immediata alle variazioni della domanda termica. Questa configurazione consente di ridurre drasticamente le dispersioni di calore e di migliorare la stabilità operativa dell'impianto, superando le prestazioni degli attuali sistemi a combustibili fossili. Economicamente, la sostituzione del gasolio e del GPL – combustibili soggetti a costi elevati e instabili – con il cippato, ottenuto da risorse forestali gestite in modo sostenibile, si traduce in una diminuzione significativa dei costi operativi a lungo termine, contribuendo al contenimento della spesa energetica comunale. Sul fronte ambientale, l'uso di una fonte rinnovabile e a filiera corta comporta una notevole riduzione delle emissioni di gas serra e di particolato, supportando i protocolli di sostenibilità previsti dalle normative e favorendo una gestione responsabile del patrimonio forestale locale. Inoltre, l'intervento stimola lo sviluppo territoriale in quanto valorizza le risorse forestali comunali e crea sinergie con il tessuto economico locale, promuovendo l'occupazione e rafforzando la coesione sociale. In sintesi, l'adozione di una centrale termica a cippato si configura come una soluzione integrata che non solo migliora l'efficienza energetica e riduce i costi, ma contribuisce anche alla protezione dell'ambiente e allo sviluppo economico e sociale del territorio.

3.2 Rispetto del principio DNSH (Do No Significant Harm):

Il progetto è stato sviluppato nel pieno rispetto del principio DNSH (Do No Significant Harm), come previsto dalle linee guida europee e dai requisiti specifici del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Tale principio implica che l'intervento non arrechi un danno significativo agli obiettivi ambientali definiti dal Regolamento UE 2020/852, ovvero la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, l'uso sostenibile delle risorse idriche, la transizione verso un'economia circolare, la prevenzione e il controllo dell'inquinamento, e la tutela e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.
In particolare, la sostituzione degli impianti a combustibili fossili (gasolio e GPL) con una nuova centrale termica alimentata da biomassa locale risponde direttamente ai criteri DNSH, contribuendo positivamente alla mitigazione del cambiamento climatico tramite una netta riduzione delle emissioni di CO_2. Il progetto prevede, infatti, l'uso di cippato certificato proveniente esclusivamente da filiera corta e gestito secondo standard sostenibili e controllati, garantendo la tracciabilità del materiale e l'assenza di impatti negativi sulla biodiversità locale e sugli ecosistemi forestali.
Sono state adottate tecnologie ad alta efficienza e basse emissioni, rispettando i requisiti tecnici stabiliti dalle normative europee e nazionali in materia di emissioni atmosferiche. L'uso sostenibile delle risorse locali e il rigoroso controllo delle emissioni prevengono inoltre impatti negativi sulla qualità dell'aria e dell'ambiente circostante. In aggiunta, la gestione forestale pianificata contribuisce a un uso equilibrato delle risorse, sostenendo il passaggio verso una piena economia circolare e valorizzando i principi di tutela e recupero ambientale. L'intervento proposto non solo è conforme al principio DNSH, ma ne rafforza concretamente gli obiettivi, integrando sostenibilità ambientale, economica e sociale in modo organico e sinergico.

Tabella di verifica del principio DNSH

OBIETTIVO AMBIENTALE UE 2020/852	VALUTAZIONE DNSH	MOTIVAZIONI TECNICHE E RIFERIMENTI
1. Mitigazione dei cambiamenti climatici	Rispetta pienamente	La nuova centrale termica utilizza biomassa locale (cippato) da filiera corta in sostituzione di combustibili fossili (gasolio e GPL), contribuendo direttamente alla riduzione delle emissioni di CO_2 e migliorando l'efficienza energetica complessiva degli edifici.

2. Adattamento ai cambiamenti climatici	Rispetta pienamente 	Il progetto non genera rischi o vulnerabilità rispetto al clima. La nuova infrastruttura è progettata per garantire affidabilità e sicurezza operativa anche in condizioni climatiche estreme, mediante adeguata localizzazione e isolamento termico.
3. Uso sostenibile e tutela delle risorse idriche	Rispetta pienamente 	L'impianto non determina consumi significativi di risorse idriche né scarichi di acque reflue industriali. Non vi sono processi che possano influire negativamente sulla qualità o quantità delle risorse idriche locali.
4. Transizione verso un'economia circolare	Rispetta pienamente 	La filiera della biomassa locale è gestita attraverso il Piano di Gestione Forestale, garantendo la rigenerazione e il mantenimento delle risorse. Le ceneri risultanti dalla combustione del cippato potranno essere recuperate e riutilizzate localmente per scopi agronomici, valorizzando il ciclo circolare.
5. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento	Rispetta pienamente 	L'impianto è progettato per rispettare rigorosi limiti di emissione, utilizzando tecnologie avanzate di combustione (caldaia certificata con basse emissioni di particolato, inferiori a 10 mg/Nm³). Non sono previsti impatti negativi sulla qualità dell'aria, delle acque o del suolo.
6. Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi	Rispetta pienamente 	L'approvvigionamento della biomassa avviene tramite la gestione sostenibile delle foreste locali, conformemente al Piano di Gestione Forestale comunale, garantendo la tutela degli ecosistemi, della biodiversità e delle specie presenti sul territorio. Non è previsto alcun impatto negativo diretto o indiretto su habitat e biodiversità locale.

L'intervento proposto **rispetta pienamente** il principio DNSH, in quanto nessuno degli obiettivi ambientali definiti dal Regolamento UE 2020/852 subisce un danno significativo. Al contrario, il progetto offre benefici diretti in termini di sostenibilità ambientale, economica e sociale, favorendo attivamente gli obiettivi di mitigazione climatica, economia circolare e tutela della biodiversità.

4 ANALISI DEL FABBISOGNO TERMICO

4.1 Uso dei Dati di Consumo ai Fini del Calcolo Energetico:

Per procedere a un corretto dimensionamento della nuova centrale termica, i dati storici di consumo energetico sono stati utilizzati come base tecnica per la determinazione del fabbisogno termico reale degli edifici in modo da poter confrontare i dati con il risultato del successivo modello energetico. Partendo dai consumi energetici del periodo 2020–2024, già riportati dettagliatamente nel paragrafo 2.2, è stato possibile calcolare il consumo medio annuo reale di energia primaria utilizzata dai due edifici.

Riassumendo brevemente tali dati:

- **Edificio 1 (caldaia a gasolio da 50 kW):** consumo medio annuo di circa **4.380 litri**.
- **Edificio 2 (caldaia a GPL da 50 kW):** consumo medio annuo di circa **1.043 litri**.

A partire da questi consumi medi, applicando i poteri calorifici inferiori standard dei combustibili, è possibile determinare l'energia primaria media annuale richiesta dagli edifici:

Edificio	Combustibile	Consumo medio annuo	Potere Calorifico Inferiore (PCI)	Energia Primaria media annua
1	Gasolio	4.380 litri	10,3 kWh/litro	45.114 kWh
2	GPL	1.043 litri	6,66 kWh/litro	6.946 kWh
Totale	–	–	–	**52.060 kWh**

Per la conversione dei consumi di combustibile in energia primaria, si è fatto riferimento ai valori standard comunemente adottati nella progettazione impiantistica e nella redazione della Legge 10. In particolare, è stato utilizzato un **potere calorifico inferiore (PCI)** di **10,3 kWh/litro** per il gasolio e di **6,66 kWh/litro** per il GPL. Tali valori rappresentano una media tecnica affidabile, validata sia dalla normativa tecnica di settore (UNI 10389, UNI 7129) sia dalla prassi applicativa consolidata. Il PCI del gasolio può variare in funzione della qualità del combustibile, ma generalmente si attesta tra i 10,2 e i 10,4 kWh/litro; per il GPL, il valore di riferimento dipende dalla composizione della miscela (butano/propano), ma 6,66 kWh/litro è considerato un valore standard realistico per applicazioni civili. L'adozione di questi parametri consente una stima attendibile dell'energia effettivamente fornita dai combustibili nel corso dell'anno, fornendo così una base solida per il confronto con il rendimento atteso del nuovo impianto a biomassa. Inoltre, questi dati saranno fondamentali per la successiva valutazione del fabbisogno termico e per l'analisi comparativa dei benefici energetici, ambientali ed economici dell'intervento.

La tabella mette dunque in luce un consumo energetico complessivo annuo di circa **52.000 kWh** di energia primaria, valore che rappresenta la base tecnica per la valutazione e il dimensionamento del nuovo generatore termico. Questi dati costituiscono il punto di partenza per il successivo calcolo del fabbisogno termico, in cui sarà valutata l'efficienza prevista del nuovo sistema a biomassa rispetto agli attuali generatori, consentendo una stima accurata dei benefici energetici ed economici dell'intervento proposto.

4.2 Calcolo del Fabbisogno per il Nuovo Impianto

Sulla base dei consumi medi annui rilevati nel periodo 2020–2024 e dei poteri calorifici adottati per la conversione (10,3 kWh/litro per il gasolio e 6,66 kWh/litro per il GPL), si ottiene un fabbisogno termico annuo complessivo pari a circa **53.573 kWh/anno** di energia utile. Nello specifico:

- **Edificio 1 (gasolio):**
  4.380 litri/anno × 10,3 kWh/litro = **45.114 kWh/anno**
- **Edificio 2 (GPL):**
  1.043 litri/anno × 6,66 kWh/litro = **6.946 kWh/anno**
- **Totale energia utile richiesta: 45.114 + 6.946 = 52.060 kWh/anno**

Tale valore rappresenta l'energia effettivamente assorbita dagli ambienti, al netto delle perdite dovute all'inefficienza degli impianti attuali. Per un confronto corretto con il nuovo impianto a cippato, è necessario considerare i rendimenti medi delle caldaie esistenti, che possono essere stimati come segue:

- Caldaia a gasolio (Edificio 1): **< 70%**
- Caldaia a GPL (Edificio 2): **< 70%**

Applicando questi rendimenti, si ottiene la quantità di energia primaria effettivamente introdotta nei sistemi:

- **Edificio 1:** 45.114 kWh / 0,7 = **64.448 kWh**
- **Edificio 2:** 6.946 kWh / 0,7 = **9.922 kWh**

Energia primaria totale richiesta (impianti esistenti): 74.370 kWh/anno

Tale dato consente di stimare il fabbisogno energetico effettivo da coprire con la nuova centrale a cippato. Il nuovo impianto, progettato per una potenza nominale di **80 kW**, sarà dimensionato per coprire questo fabbisogno annuo tenendo conto di:

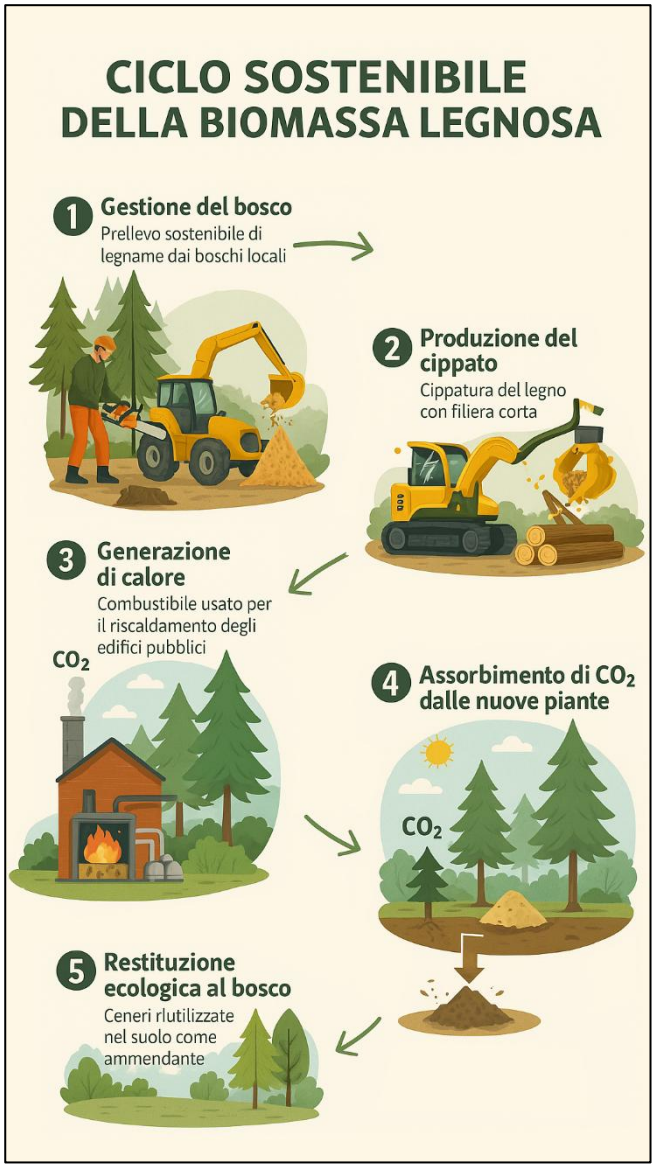
- una **efficienza attesa del generatore** pari a circa **87–90%** (valore compatibile con generatori a cippato moderni, certificati classe 5 secondo UNI EN 303-5);
- l'integrazione di un sistema di **accumulo inerziale** (serbatoi da 1.600 e 400 litri), che consente una distribuzione del calore ottimizzata e limita le accensioni/disattivazioni del generatore, migliorandone il rendimento medio stagionale;
- la **modulazione automatica della combustione**, che permette di adeguare la potenza fornita alla reale richiesta degli edifici, mantenendo efficienza elevata anche nei mesi di carico parziale.

Alla luce di questi elementi, la potenza da 80 kW risulta **coerente e adeguata** non solo per coprire il fabbisogno annuo, ma anche per garantire margini operativi utili in caso di condizioni climatiche più rigide, picchi di richiesta o futuri ampliamenti della rete di distribuzione. Inoltre, il nuovo impianto migliorerà il comfort ambientale grazie a una gestione più stabile e continua del calore, riducendo gli sbalzi termici tipici dei sistemi obsoleti.

4.3 Benefici Attesi dal Nuovo Sistema

L'introduzione della nuova centrale termica a cippato da 80 kW comporterà benefici sostanziali su più livelli, con impatti positivi sia nel breve che nel lungo termine. Dal punto di vista energetico, il primo risultato tangibile sarà l'eliminazione completa dei combustibili fossili attualmente in uso – gasolio per l'Edificio 1 e GPL per l'Edificio 2 – con una **conversione integrale a fonte rinnovabile**, ovvero biomassa legnosa in forma di cippato. Questo comporta la sostituzione di due generatori distinti, installati oltre quindici anni fa, con un unico impianto centralizzato dotato di tecnologia moderna, ad alto rendimento e con sistemi di automazione avanzata.
Il generatore a cippato previsto presenta una potenza nominale di **80 kW**, sufficiente a coprire ampiamente il fabbisogno termico stimato di circa **52.000 kWh/anno di energia utile**, con un coefficiente di sicurezza adeguato per eventuali aumenti temporanei della domanda. Il sistema sarà dotato di **combustione modulante**, con gestione automatica dell'apporto di aria e della quantità di combustibile in base alla richiesta

termica rilevata da sonde interne. Questa modulazione dinamica garantisce un rendimento stagionale molto elevato (superiore all'**87-90%**), anche in condizioni di carico parziale, condizione molto frequente negli impianti civili a servizio discontinuo.



Dal punto di vista ambientale, il passaggio alla biomassa locale comporta una **riduzione netta delle emissioni climalteranti**, in particolare di CO_2 fossile, in quanto il bilancio emissivo del cippato è considerato neutro: il carbonio emesso in fase di combustione è pari a quello assorbito dalla pianta durante il suo ciclo vitale. Inoltre, la caldaia sarà selezionata tra quelle certificate **classe 5 secondo la norma UNI EN 303-5**, con valori emissivi molto contenuti anche in termini di particolato (PM10 < 10 mg/Nm³), ossidi di azoto (NO_x) e monossido di carbonio (CO), garantendo il rispetto delle più recenti normative in materia di qualità dell'aria. Le **ceneri prodotte**, stimate in quantità modesta (circa 0,5–1% del volume del cippato bruciato), potranno essere facilmente rimosse e smaltite o riutilizzate in ambito agronomico, se compatibili.

Dal punto di vista economico, l'adozione di un combustibile come il cippato, reperibile da filiera corta e a basso costo (stimabile tra i **20 e 25 €/MWh** termici), permette una **riduzione significativa dei costi di esercizio**, rispetto al gasolio e al GPL che presentano costi più alti e soggetti a forti oscillazioni di mercato. Considerando un consumo di circa 60 MWh/anno e un prezzo medio del cippato di 22 €/MWh, la spesa annua per il combustibile ammonterebbe a circa **1.320 €**, a fronte di una spesa attuale superiore agli **8.800 €/anno** (media combinata tra i due edifici). Il **risparmio economico diretto stimato supera quindi i 7.000 €/anno**, senza considerare le ulteriori economie derivanti dalla semplificazione impiantistica e gestionale.

Dal punto di vista tecnico-gestionale, il nuovo impianto sarà centralizzato e dotato di un **sistema di accumulo inerziale** con due serbatoi (uno da **1.600 litri** in centrale e uno da **400 litri** in Edificio 1), posizionati a monte dei circuiti di distribuzione e delle pompe di rilancio. Questi accumuli termici permettono di gestire i picchi di richiesta, evitare cicli brevi e frequenti accensioni/spegnimenti, migliorando sia l'efficienza che la durata della macchina. Il sistema sarà inoltre dotato di **sensori di temperatura, flusso e pressione**, nonché di un'interfaccia di telecontrollo per la regolazione remota e la diagnostica preventiva.

Infine, l'intervento porta con sé un **beneficio territoriale rilevante**: l'impiego del cippato proveniente dai boschi comunali, gestiti in maniera sostenibile secondo il Piano Forestale di Assestamento, consente la valorizzazione delle risorse locali e genera effetti positivi indiretti, quali il presidio del territorio montano, la creazione di microfiliera locale, la prevenzione del dissesto idrogeologico e il rafforzamento della coesione sociale.

In conclusione, i benefici attesi dal nuovo impianto sono molteplici: **efficienza energetica superiore, drastica riduzione dei costi di gestione, abbattimento delle emissioni climalteranti, sostenibilità ambientale, semplificazione gestionale e valorizzazione del patrimonio forestale locale.** Tutti elementi che rendono il progetto coerente con gli obiettivi ambientali e socio-economici previsti dalle politiche regionali, nazionali ed europee per la transizione ecologica.

5 PIANO DI APPROVVIGIONAMENTO DELLA BIOMASSA

5.1 Risorse Forestali e Disponibilità Legnosa:

Il Comune di Balme dispone di un patrimonio forestale rilevante, ubicato principalmente lungo i versanti montani a monte dell'abitato, con una superficie boscata comunale stimata in circa **200 ettari**, distribuita tra boschi cedui, misti e fustaie. La vegetazione è composta prevalentemente da **conifere (larice, abete rosso)** e da **latifoglie (faggio, betulla, frassino e acero montano)**. Le formazioni forestali sono in gran parte in **buono stato colturale** e soggette a regolare gestione selvicolturale, condotta in base a un **Piano Forestale di Assestamento (PFA)**, che disciplina i prelievi, la rotazione dei tagli e gli interventi di miglioramento.
Secondo il PFA vigente, il **prelievo legnoso annuo sostenibile** – calcolato come incremento medio annuo netto al netto della mortalità naturale e del capitale legnoso da conservare – si attesta su un valore medio compreso tra **600 e 700 m³/anno**, con rotazioni programmate su particelle di superficie variabile e tipologia boschiva differenziata. Tale quantità è compatibile con la conservazione e la rigenerazione naturale dei popolamenti forestali ed è coerente con la normativa regionale in materia di gestione forestale sostenibile.
In relazione all'intervento proposto, si stima che una quota del **30–40% del legname prelevabile ogni anno** sia idonea ad essere impiegata per scopi energetici sotto forma di cippato, ovvero legname di piccolo diametro, ramaglie e scarti di lavorazione non idonei a usi nobili. Considerando un potere calorifico inferiore (PCI) medio del cippato compreso tra **3,3 e 4,2 kWh/kg** (a seconda dell'essenza e del grado di umidità), e un contenuto energetico medio del materiale fresco intorno a **900–1.100 kWh/m³**, la disponibilità energetica teorica annua è stimabile tra **1.000 e 1.300 MWh/anno**, di gran lunga superiore al fabbisogno dell'impianto previsto, pari a circa **60 MWh/anno**.
Il consumo stimato della centrale termica da 80 kW, operante con un rendimento pari ad oltre il **90%** e per circa **1.200–1.400 ore annue effettive di carico termico utile**, equivale a un consumo annuo di **15–20 tonnellate di cippato**, valore facilmente coperto da una frazione minima del volume legnoso disponibile. Questo significa che **meno del 5% del prelievo sostenibile** viene destinato al fabbisogno dell'impianto, lasciando ampio margine di gestione per altre destinazioni del legname o per eventuali ampliamenti futuri.
Dal punto di vista qualitativo, il cippato sarà prodotto in loco mediante triturazione meccanica, con pezzatura omogenea secondo la classificazione **P31S** o **P45S** (secondo UNI EN ISO 17225-4), e umidità controllata al di sotto del **30%** al momento della combustione. Il processo di raccolta e cippatura potrà avvenire **direttamente sul sito di taglio o presso piattaforme di stoccaggio temporaneo**, con successiva movimentazione tramite mezzi agricoli o autocarri leggeri. Il raggio di approvvigionamento previsto è **inferiore a 10 km**, garantendo pieno rispetto del **criterio di filiera corta** (entro i 30 km), come richiesto dal bando.
L'Amministrazione comunale potrà organizzare il piano di approvvigionamento affidando i lavori a ditte forestali locali iscritte all'albo regionale degli operatori forestali, oppure attraverso la cooperativa boschiva eventualmente già operante sul territorio. La tracciabilità del combustibile sarà garantita mediante documentazione delle operazioni di taglio, stoccaggio e cippatura, con possibilità di registrare i lotti di origine e la quantità destinata annualmente alla centrale.
In conclusione, le risorse forestali del Comune di Balme risultano **ampiamente adeguate, localmente disponibili, facilmente accessibili e tecnicamente idonee** alla produzione del cippato necessario al funzionamento della nuova centrale termica, garantendo un approvvigionamento continuativo, sostenibile e conforme alle prescrizioni ambientali e progettuali.

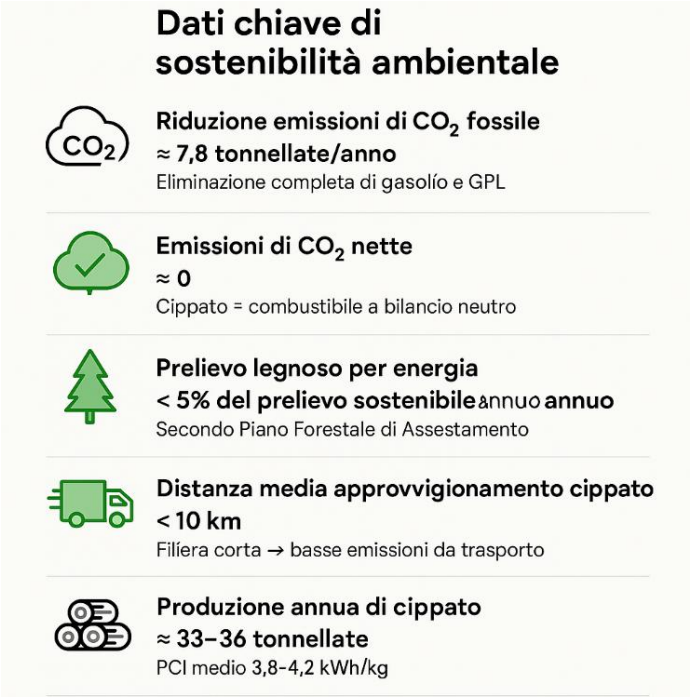
Voce	Valore Stimato	Note
Superficie forestale comunale	~200 ettari	Fonte: PFA
Prelievo legnoso sostenibile annuo	600–700 m³/anno	In linea con la gestione forestale sostenibile
Quota destinabile a uso energetico (cippato)	180–280 m³/anno	~30–40% del prelievo totale

Energia teoricamente producibile da cippato	1.000–1.300 MWh/anno	PCI medio 900–1100 kWh/m³
Fabbisogno termico stimato impianto	~60 MWh/anno	Energia utile richiesta
Consumo annuo stimato di cippato	~15–20 tonnellate	Umidità <30%, PCI ~3.5–4 kWh/kg
Percentuale del prelievo sostenibile utilizzata	< 5%	Ampi margini per sostenibilità e replicabilità
Distanza media di approvvigionamento	< 10 km	Rispetta pienamente il criterio di filiera corta

5.2 Organizzazione del Piano di Taglio e della Logistica di Fornitura

L'approvvigionamento della biomassa necessaria al funzionamento della nuova centrale termica sarà organizzato secondo un modello integrato di gestione forestale sostenibile, che tenga conto sia della pianificazione colturale stabilita nel Piano Forestale di Assestamento (PFA), sia delle esigenze operative dell'impianto. L'obiettivo è garantire una fornitura **continua, affidabile e a basso impatto ambientale**, minimizzando i costi di trasporto e ottimizzando le risorse già presenti sul territorio comunale.
Il piano di taglio verrà redatto annualmente in coerenza con le particelle forestali programmate per il prelievo, assicurando una **rotazione pluriennale dei lotti** e il rispetto delle capacità di rinnovamento naturale del bosco.
Le operazioni selvicolturali, comprese l'esecuzione dei tagli, la raccolta del materiale legnoso e la cippatura, saranno affidate a **operatori forestali locali iscritti all'albo regionale**, in possesso delle necessarie competenze tecniche e delle attrezzature idonee. L'Amministrazione Comunale potrà ricorrere, in alternativa, a cooperative boschive o consorzi forestali attivi sul territorio, favorendo così l'occupazione locale e la creazione di filiere corte e certificate.
Il materiale destinato alla produzione di cippato sarà selezionato in fase di prelievo: si tratta prevalentemente di **legname di scarto, ramaglie e tronchi di piccolo diametro**, non idonei a usi industriali o strutturali. La **cippatura potrà essere effettuata direttamente in bosco**, ove la viabilità lo consente, oppure in apposite **aree di stoccaggio temporaneo**, predisposte su piazzali comunali già esistenti o facilmente allestibili nei pressi della viabilità principale. Il materiale potrà essere lasciato a stagionare per alcune settimane o mesi, in funzione dell'umidità iniziale e delle condizioni climatiche, al fine di ottenere un combustibile con un contenuto idrico inferiore al 30%, compatibile con i requisiti tecnici della caldaia.
Per quanto riguarda il trasporto del cippato alla centrale termica, la **logistica sarà estremamente semplificata** grazie alla **prossimità tra le aree di approvvigionamento e il sito dell'impianto**. Le distanze da percorrere saranno in ogni caso inferiori ai 10 km, garantendo un impatto trascurabile in termini di emissioni da trasporto e piena aderenza al **criterio di filiera corta (<30 km)**. Il cippato potrà essere conferito alla centrale tramite autocarri agricoli o mezzi dedicati, e scaricato in un locale tecnico con tramoggia o sistema di caricamento meccanizzato, da cui sarà poi trasferito al silo di combustione tramite coclea o nastro trasportatore.
L'intero processo, dalla raccolta alla combustione, sarà documentato e tracciato, secondo i requisiti di trasparenza e monitoraggio previsti dai criteri DNSH e dalle politiche ambientali europee. Saranno predisposti **registri annuali di approvvigionamento**, indicanti lotti di provenienza, quantità prelevate, caratteristiche del combustibile e operatori coinvolti. Questo garantirà non solo il controllo della sostenibilità ambientale, ma anche la **piena replicabilità e scalabilità** del modello adottato.
In conclusione, il piano di approvvigionamento della biomassa prevede un'organizzazione efficiente, sostenibile e perfettamente integrata con le risorse e le professionalità locali, capace di assicurare continuità nella fornitura, compatibilità ambientale e ricadute positive sul tessuto socioeconomico del territorio.

5.3 Impatti Ambientali e Sostenibilità del Piano



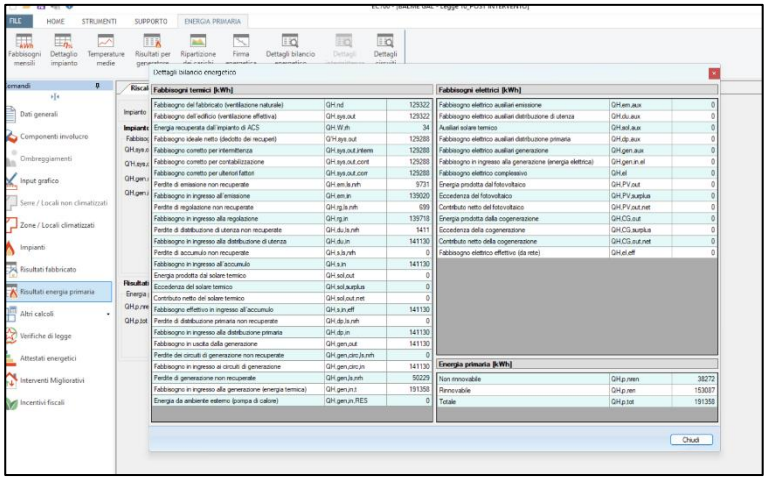
Il piano di approvvigionamento e utilizzo della biomassa è stato sviluppato con l'obiettivo prioritario di garantire la massima compatibilità ambientale dell'intervento, in conformità ai principi di **sostenibilità ecologica**, **efficienza energetica** e **uso responsabile delle risorse naturali**, così come richiesto dalle direttive europee e dal principio **DNSH (Do No Significant Harm)** previsto dal PNRR. L'intero sistema progettuale si fonda sul principio secondo cui la produzione energetica non deve arrecare danni significativi all'ambiente, e si configura come un esempio concreto di **economia circolare applicata su scala locale**.
Dal punto di vista delle emissioni climalteranti, il cippato di legno rappresenta un combustibile a **bilancio neutro di carbonio**: la CO_2 emessa durante la combustione corrisponde, in termini di quantità, a quella precedentemente assorbita dalla biomassa nel corso della fotosintesi. Questo equilibrio evita l'immissione di carbonio fossile nell'atmosfera, contrariamente a quanto avviene con l'uso di gasolio e GPL, i quali rilasciano CO_2 di origine geologica, contribuendo all'effetto serra. La sostituzione delle due caldaie alimentate con combustibili fossili con un sistema alimentato a biomassa consentirà pertanto una **drastica riduzione delle emissioni nette di CO_2 fossile**, contribuendo in modo diretto agli obiettivi climatici nazionali ed europei.
In aggiunta, la nuova caldaia sarà selezionata tra i modelli certificati **classe 5 secondo UNI EN 303-5**, garanzia del rispetto dei limiti più severi in materia di emissioni inquinanti locali. Le emissioni di **particolato fine (PM), monossido di carbonio (CO)** e **ossidi di azoto (NO_x)** saranno inferiori ai limiti regionali e nazionali vigenti, con benefici diretti sulla **qualità dell'aria** e sulla salute pubblica, soprattutto in contesti montani abitati stabilmente come Balme.
Dal punto di vista della **sostenibilità della filiera legnosa**, l'approvvigionamento avverrà interamente da **boschi comunali gestiti in conformità a un Piano di Assestamento Forestale** approvato, che rispetta i principi di gestione forestale sostenibile (GFS) promossi da PEFC/FSC. I prelievi energetici previsti per alimentare l'impianto rappresentano meno del **5% del volume legnoso annuo sostenibile**, mantenendosi ben al di sotto delle soglie critiche per la conservazione dell'equilibrio ecologico e assicurando la **rigenerazione naturale delle superfici forestali**. Nessuna superficie sarà convertita a uso energetico: l'intervento si basa esclusivamente su tagli selettivi, diradamenti e pulizie forestali previste dai piani di gestione.
La **filiera corta** è un elemento essenziale della strategia ambientale del progetto: le distanze tra il punto di approvvigionamento del legname e la centrale termica saranno inferiori ai **10 km**, limitando l'impatto legato al trasporto e riducendo le **emissioni indirette** di CO_2 e polveri sottili. La logistica sarà affidata a operatori locali già attivi, che impiegheranno **mezzi agricolo-forestali compatibili con l'ambiente montano** e dotati di sistemi di contenimento delle emissioni e dei rumori, minimizzando l'impatto sull'ecosistema e sul tessuto urbano.
Un ulteriore aspetto di sostenibilità riguarda la gestione dei **sottoprodotti della combustione**, in particolare le **ceneri**. La caldaia a cippato produrrà una quantità di residui solidi stimata tra lo **0,5% e l'1% del volume di combustibile**, pari a circa **200–300 kg/anno**. Questi residui saranno raccolti in contenitori chiusi, smaltiti in impianti autorizzati oppure, ove consentito dalla normativa e verificati i parametri chimici, **riutilizzati in ambito agronomico come ammendante**, contribuendo alla fertilità dei suoli silvo-pastorali e chiudendo il ciclo organico della materia.
Nel complesso, il piano di approvvigionamento e utilizzo della biomassa si configura come un **modello virtuoso di economia territoriale sostenibile**, in cui il bosco viene gestito in modo attivo, il combustibile trasformato localmente e l'energia prodotta consumata in loco. I vantaggi ambientali si estendono alla

mitigazione del cambiamento climatico, alla **riduzione dell'inquinamento atmosferico**, alla **valorizzazione del patrimonio forestale locale** e al rafforzamento della **resilienza ambientale e climatica** delle comunità montane. L'intervento dimostra come sia possibile coniugare efficienza energetica, tutela ambientale e sviluppo socioeconomico, restituendo al territorio una centralità concreta nella transizione ecologica.

Parametro	Valore Stimato	Note
Riduzione emissioni di CO_2 fossile	≈ 7,8 tonnellate/anno	Eliminazione completa di gasolio e GPL
Emissioni di CO_2 nette	≈ 0	Cippato = combustibile a bilancio neutro
Prelievo legnoso per energia	< 5% del prelievo sostenibile annuo	Secondo Piano Forestale di Assestamento
Distanza media approvvigionamento cippato	< 10 km	Filiera corta → basse emissioni da trasporto
Produzione annua di cippato	≈ 33–36 tonnellate	PCI medio 3,8–4,2 kWh/kg
Residuo di ceneri	0,5–1% del volume del cippato	Smaltibili o riutilizzabili in ambito agronomico
Classe emissiva generatore	Classe 5 – UNI EN 303-5	Massimo livello ambientale per caldaie a biomassa

6 MODELLO ENERGETICO E CALCOLI DELLA LEGGE 10

6.1 Presentazione del Modello Energetico



Il modello energetico degli edifici è stato sviluppato secondo le disposizioni della **Legge 10/1991** e in conformità ai requisiti prestazionali definiti dal **D.Lgs. 192/2005** e s.m.i., nonché secondo le metodologie di calcolo previste dalla **normativa tecnica UNI/TS 11300**, che disciplina il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti. L'obiettivo dell'analisi è stato quello di quantificare con precisione il fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale, valutare le dispersioni dell'involucro edilizio e dimensionare correttamente la potenza dell'impianto di produzione del calore.

Il modello è stato realizzato mediante l'utilizzo di software certificato conforme ai requisiti del Comitato Termotecnico Italiano (CTI), nello specifico il programma **EDILCLIMA EC700**, che consente l'elaborazione di calcoli dettagliati a partire dai dati geometrici, termofisici e impiantistici degli edifici.

Per ciascun edificio (Edificio 1 ed Edificio 2) sono stati inseriti:

- i dati geometrici desunti dai rilievi e dalle planimetrie (volumetria riscaldata, superficie disperdente, esposizione);
- le stratigrafie opache (pareti verticali, coperture, solai) e trasparenti (infissi), con indicazione delle **trasmittanze termiche reali**, calcolate o verificate secondo UNI EN ISO 6946 e UNI EN ISO 10077;
- le condizioni al contorno (clima di progetto, posizione altimetrica, orientamento);
- i profili di utilizzo e occupazione, coerenti con la destinazione d'uso (uffici pubblici, ambulatorio, sala consiliare, ufficio postale);
- i parametri di efficienza degli impianti esistenti e di progetto (generatori, distribuzione, emissione e regolazione).

L'elaborazione ha permesso di determinare i **fabbisogni termici per la climatizzazione invernale**, espressi in kWh/m² anno, nonché i **carichi termici di progetto**, necessari per il corretto dimensionamento del nuovo impianto a cippato. I risultati ottenuti sono stati utilizzati come base per la valutazione comparativa tra lo stato attuale e lo scenario post-intervento, evidenziando i miglioramenti in termini di prestazioni energetiche e riduzione dei consumi.

Il modello rappresenta un supporto fondamentale sia per la **valutazione tecnico-economica** dell'intervento, sia per la **validazione dei requisiti di accesso al contributo**, in quanto consente di dimostrare in maniera oggettiva la coerenza tra le scelte progettuali, le esigenze energetiche degli edifici e i criteri di sostenibilità ambientale previsti dal bando.

6.2 Risultati del Modello Energetico (Legge 10)

L'analisi condotta ai sensi della Legge 10/1991 ha permesso di definire in modo accurato il comportamento termico dei due edifici oggetto di intervento, individuando sia i fabbisogni energetici stagionali che i carichi termici massimi istantanei per la climatizzazione invernale. Il modello, sviluppato secondo le norme UNI/TS 11300 e le prescrizioni tecniche correlate, ha consentito una valutazione dettagliata dei flussi termici attraverso l'involucro e delle potenze necessarie per garantire il comfort interno nelle condizioni climatiche più sfavorevoli.

I risultati mostrano che il **carico termico di progetto**, ovvero la potenza necessaria a compensare le dispersioni per trasmissione e ventilazione degli edifici in regime invernale, è pari a **72.032 W**. Questo valore rappresenta la potenza istantanea massima richiesta dal sistema edificio-impianto per mantenere la temperatura interna di progetto durante le condizioni climatiche più rigide.

Per quanto riguarda invece **il fabbisogno termico stagionale**, il modello ha restituito un valore complessivo di **129.322 kWh/anno di energia utile (QH,nd)**, ovvero l'energia effettivamente necessaria, su base annua, per riscaldare gli ambienti climatizzati dei due edifici. Questo valore comprende le esigenze legate alle caratteristiche dell'involucro, all'inerzia termica, ai profili di occupazione e agli apporti interni, e costituisce un riferimento fondamentale per la valutazione dell'energia da generare e da stoccare tramite l'impianto.
In relazione a questi dati, si conferma la coerenza della scelta progettuale di installare un generatore a cippato con potenza termica nominale pari a 80 kW. Tale valore è sufficiente a coprire l'intero carico termico invernale calcolato, garantendo al tempo stesso un margine operativo contenuto ma funzionale per la gestione dinamica del carico. In presenza di un sistema di accumulo inerziale (con serbatoi da 1.600 e 400 litri), la caldaia sarà in grado di operare in regime modulante, ottimizzando i cicli di funzionamento anche nei periodi in cui la richiesta termica non raggiunge il picco massimo.
L'adozione di un generatore da 80 kW permette inoltre di evitare sovradimensionamenti, che comporterebbero cicli brevi e inefficienze gestionali, mantenendo un equilibrio corretto tra prestazioni, efficienza stagionale e costi di investimento. L'impianto sarà così in grado di rispondere in modo flessibile alla domanda reale degli edifici, assicurando affidabilità, comfort e risparmio energetico in linea con gli obiettivi del progetto.

L'involucro edilizio presenta un comportamento energetico tipico dell'edilizia costruita negli anni '60, con **trasmittanze termiche generalmente elevate**, soprattutto per i componenti opachi verticali e le chiusure trasparenti originali. Questo determina dispersioni termiche significative, che si riflettono tanto nei carichi di punta quanto nei consumi stagionali. In tal senso, l'analisi conferma la necessità di un sistema di generazione del calore performante e in grado di rispondere con prontezza alle variazioni di richiesta.
Alla luce dei valori ottenuti, è stata confermata la scelta di installare un generatore a cippato con potenza termica nominale pari a **80 kW**. Tale potenza risulta **adeguata e coerente** rispetto al carico massimo stimato, con un margine operativo che consente di:

- **coprire interamente le dispersioni termiche** in condizioni di progetto;
- far fronte a eventuali sovraccarichi o sbilanciamenti temporanei, dovuti ad aperture prolungate di porte esterne, locali sottoutilizzati o mal gestiti, o condizioni climatiche leggermente peggiori rispetto alle medie storiche;
- garantire una **modulazione efficace del generatore**, che, in abbinamento a un sistema di **accumulo inerziale** dimensionato con serbatoi da 1.600 e 400 litri, assicura un funzionamento stabile ed efficiente anche in presenza di carichi parziali;
- evitare sovradimensionamenti penalizzanti, mantenendo un equilibrio tra prestazione e costi di investimento e gestione.

Inoltre, il valore scelto consente di sfruttare caldaie disponibili sul mercato con **certificazione ambientale e prestazionale di classe 5**, assicurando il rispetto dei limiti emissivi più stringenti, e mantenendo un'ottima efficienza stagionale. È importante sottolineare che il sistema è in grado di **garantire continuità e comfort** anche grazie alla capacità dell'accumulo di assorbire e restituire calore in modo regolare, limitando l'avvio frequente della caldaia e ottimizzando i cicli di combustione.
In conclusione, la potenza di 80 kW rappresenta una scelta tecnica razionale e ben dimensionata, fondata su un'analisi energetica completa e allineata alle reali esigenze degli edifici, che bilancia efficienza, affidabilità e flessibilità d'uso.

Voce	Valore	Unità di misura	Note
Carico termico invernale totale (Φhl)	72.032	W	Dispersioni per trasmissione + ventilazione
Potenza richiesta media in esercizio (Φhl arrotondata)	72,0	kW	Base per il dimensionamento del generatore
Energia utile annua per il riscaldamento (QH,nd)	129.322	kWh/anno	Fabbisogno stagionale effettivo complessivo
Potenza termica nominale generatore a cippato previsto	80	kW	Caldaia modulante con margine operativo

Accumulo inerziale previsto	2.000 (1.600 + 400)	litri	Per stabilizzare i carichi e aumentare efficienza
Coefficiente di sicurezza (UNI EN 12831)	1,00	–	Nessun sovradimensionamento artificiale
Software utilizzato	Edilclima EC700 v12.24.9	–	Conforme alle UNI/TS 11300

6.3 Descrizione del Nuovo Sistema Impiantistico

Il nuovo impianto di produzione termica sarà realizzato mediante l'installazione di una **caldaia a cippato da 80 kW**, modulante e ad alto rendimento, conforme alla **classe 5 secondo la UNI EN 303-5**, con sistema di regolazione elettronica della combustione. Il generatore sarà collocato in un nuovo locale tecnico, posizionato sotto la cosiddetta "terrazza belvedere", adiacente all'Edificio 2, e sarà corredato da una **tramoggia di alimentazione automatica**, sistema cocleato di carico, sonda lambda e dispositivi di sicurezza secondo normativa vigente.
La centrale sarà dotata di **accumulo inerziale da 1.600 litri**, posto all'interno dello stesso locale, che consentirà di stabilizzare il funzionamento della caldaia in presenza di carichi parziali e di minimizzare i cicli di accensione e spegnimento. Un secondo **accumulo da 400 litri** sarà posizionato presso l'Edificio 1, a monte delle pompe di rilancio, al fine di ottimizzare il bilanciamento idraulico tra i due corpi edilizi e migliorare la gestione della distribuzione termica.
La **rete di distribuzione** partirà dalla centrale termica e si svilupperà in due circuiti distinti, uno per ciascun edificio, realizzati mediante **tubazioni preisolate interrate**. Il collegamento all'Edificio 1 avverrà attraverso un **cavedio esistente** che attraversa la strada provinciale, consentendo il passaggio delle linee senza necessità di scavi stradali esterni. L'Edificio 2 sarà collegato direttamente alla centrale, data la contiguità fisica.
All'interno di ciascun edificio si prevede la **sostituzione dei vecchi generatori** e la **riconfigurazione dei locali caldaia esistenti** per accogliere pompe di rilancio e dispositivi di regolazione. La distribuzione interna esistente sarà mantenuta, con **impianto monotubo e terminali a radiatori in ghisa**. La regolazione della temperatura ambiente sarà garantita da **valvole miscelatrici a tre vie** con sonda climatica esterna e termostati ambiente, eventualmente integrati da cronotermostati programmabili.
Non sono previsti scambiatori di calore o sottostazioni intermedie: la **connessione idraulica sarà diretta**, con i due edifici serviti in parallelo a partire dalla centrale, nel rispetto delle logiche di pressione e portata. La gestione idraulica sarà garantita mediante circolatori dimensionati per ciascun ramo, bilanciamento dinamico e regolazione in base alla curva climatica.
Il combustibile previsto è **cippato certificato, di provenienza locale**, con granulometria P31S o P45S e umidità non superiore al 30%. Il fabbisogno annuo stimato si attesta attorno alle **25–30 tonnellate**, in funzione delle condizioni climatiche e del rendimento di combustione.
L'intero impianto sarà dotato di **centralina di controllo evoluta**, con interfaccia remota per monitoraggio, programmazione oraria, gestione allarmi e diagnostica. Il progetto impiantistico assicura la **copertura integrale del fabbisogno termico**, la **semplificazione gestionale rispetto agli impianti esistenti**, e il **rispetto delle normative ambientali e di sicurezza vigenti**.

6.4 Prestazioni Energetiche e Risparmio Atteso

Il nuovo impianto termico centralizzato rappresenta un **salto qualitativo e quantitativo** rispetto all'assetto impiantistico attuale, sia dal punto di vista dell'efficienza di conversione energetica, sia per quanto riguarda la sostenibilità ambientale e la gestione operativa. La sostituzione dei due generatori esistenti – una caldaia a gasolio da 50 kW installata nel 2007 e una caldaia a GPL da 50 kW di più recente installazione – con un'unica caldaia a cippato ad alto rendimento consente di superare le inefficienze tipiche dei sistemi termici decentralizzati e obsoleti.
Le caldaie attuali, seppur funzionanti, presentano limiti legati all'età, all'assenza di modulazione efficace, alla mancanza di accumulo termico e alla regolazione semplificata. Il loro **rendimento stagionale netto** è stimabile tra il **75% e l'80%**, considerando anche le perdite al camino, i tempi di standby e i cicli di accensione.

In particolare, la caldaia a gasolio risente di un decadimento prestazionale progressivo, dovuto all'anzianità dell'apparecchio, e la caldaia a GPL è penalizzata dall'alto costo del combustibile, oltre che da un'impronta carbonica significativa.
Il nuovo sistema si basa su un **generatore a cippato da 80 kW**, dotato di regolazione modulante e sistema di combustione ottimizzato tramite sonda lambda e ventilazione controllata. La **certificazione in classe 5** secondo la UNI EN 303-5 garantisce il rispetto dei limiti più stringenti in termini di rendimento e basse emissioni di particolato, NO_x e CO. Il **rendimento utile dichiarato è superiore al 94%**, mantenuto anche in condizioni di carico parziale grazie alla presenza del **sistema di accumulo inerziale a doppio stadio** (1.600 + 400 litri), che consente una maggiore stabilità termica, tempi più lunghi di funzionamento continuo e minore frequenza di accensioni.
L'energia utile annua per il riscaldamento, stimata tramite il modello energetico conforme alla Legge 10, è pari a **129.322 kWh/anno**. Con un rendimento di generazione del 94%, l'energia termica da fornire al generatore risulta di circa **137.574 kWh/anno**. Supponendo l'impiego di cippato con potere calorifico inferiore medio (PCI) pari a **3,8–4,2 kWh/kg**, il consumo annuale di combustibile si attesta su un valore compreso tra **32.750 e 36.200 kg**, ovvero **33–36 tonnellate di cippato/anno**, un volume gestibile con una fornitura locale su base quindicinale o mensile in stagione invernale.
Il passaggio da combustibili fossili a biomassa legnosa permette di:

- ridurre del **100% il ricorso a energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale**;
- **azzerare le emissioni di CO_2 fossile** imputabili all'impianto;
- contribuire agli obiettivi nazionali di decarbonizzazione e transizione energetica;
- attivare filiere locali e contribuire allo sviluppo dell'economia forestale di prossimità.

Oltre ai benefici ambientali, si osserva un miglioramento netto delle **prestazioni energetiche di sistema**, considerando non solo la generazione, ma anche la distribuzione e la regolazione. Il nuovo impianto presenta:

- **regolazione climatica automatica** con sonde esterne e valvole miscelatrici a tre vie;
- **circolatori elettronici ad alta efficienza**, selezionati per ciascun ramo dell'impianto;
- **accumuli termici posizionati strategicamente**, che riducono le dispersioni e migliorano la prontezza del sistema;
- **strumentazione di controllo e monitoraggio remoto**, che consente la gestione centralizzata e la diagnosi da remoto, semplificando l'attività del gestore.

Il beneficio atteso in termini di **efficienza stagionale complessiva del sistema** è quantificabile in un miglioramento pari ad almeno **+15–20% rispetto allo stato di fatto**, con una stima conservativa basata su esperienze analoghe in ambito pubblico.
In sintesi, il nuovo impianto permette:

- una **copertura totale del fabbisogno** energetico annuo con fonte rinnovabile;
- un sensibile **abbattimento delle spese di esercizio**, grazie al basso costo del cippato rispetto a GPL e gasolio;
- un **salto di qualità nella gestione**, grazie alla centralizzazione e alla digitalizzazione del sistema;
- una **forte coerenza con gli obiettivi ambientali e normativi del bando**, con pieno rispetto del principio DNSH.

7 ANALISI ECONOMICA E COSTI-BENEFICI

L'analisi costi-benefici costituisce una fase centrale nella valutazione della sostenibilità e della convenienza di un intervento pubblico, in quanto consente di confrontare in modo sistematico i costi da sostenere con i benefici attesi, sia diretti che indiretti. Nel caso specifico, il progetto di sostituzione degli impianti termici esistenti con una centrale a biomassa legnosa centralizzata comporta non solo un investimento economico rilevante, ma anche implicazioni strategiche sul piano energetico, ambientale e gestionale.
Attraverso l'analisi che segue, si intende verificare l'equilibrio tra i costi necessari per la realizzazione dell'intervento e i vantaggi generati in termini di riduzione della spesa energetica, contenimento delle emissioni climalteranti, valorizzazione delle risorse locali e miglioramento dell'efficienza dei servizi pubblici. La valutazione non si limita agli aspetti economici immediati, ma considera anche i benefici ambientali di medio-lungo periodo e gli effetti positivi sulla coesione territoriale, sulla qualità della vita e sull'economia locale.
In linea con gli obiettivi del bando e con i principi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, l'analisi è impostata secondo un approccio integrato, che tiene conto del ciclo di vita dell'opera, dei risparmi gestionali e del contributo all'autonomia energetica del territorio. Le evidenze che emergono dall'analisi costi-benefici costituiscono dunque un supporto oggettivo alle decisioni strategiche e operative connesse alla realizzazione dell'intervento.

7.1 Costo Attuale dei Combustibili

Il sistema di riscaldamento attualmente in uso si basa su due generatori alimentati rispettivamente a **gasolio** (Edificio 1) e **GPL** (Edificio 2), due combustibili fossili caratterizzati da elevato costo unitario e forte volatilità dei prezzi. Il costo energetico annuo associato a questi combustibili incide in modo rilevante sulla gestione degli edifici pubblici, contribuendo a un quadro di spesa non sostenibile nel lungo periodo.
Sulla base dei consumi storici e dei prezzi medi di mercato attuali, si può stimare che:

- il **gasolio** presenti un **costo medio pari a circa 110 €/MWh** (considerando un prezzo di riferimento di circa **1,14 €/litro** e un potere calorifico pari a **10,3 kWh/l**),
- il **GPL** abbia un **costo medio di circa 140–150 €/MWh**, a fronte di un prezzo medio di **1,00 €/litro** e un potere calorifico inferiore di circa **6,66 kWh/l**.

In confronto, il **cippato di legno proveniente da filiera corta locale** presenta un costo energetico notevolmente inferiore, che si attesta mediamente attorno ai **35–45 €/MWh** a seconda della pezzatura, dell'umidità e della logistica, anche tenendo conto delle fasi di cippatura, stoccaggio e trasporto.

Combustibile	Costo stimato (€ / MWh)	Note
Gasolio	~110 €/MWh	Alto costo e impatto ambientale
GPL	~145 €/MWh	Costo più elevato, basso rendimento volumetrico
Cippato	~40 €/MWh	Provenienza locale, costo stabile e competitivo

Il confronto evidenzia come l'introduzione del nuovo sistema a biomassa comporti **un abbattimento dei costi del combustibile fino al 70%** rispetto al GPL e al gasolio, generando un beneficio economico strutturale nel tempo. A questo si aggiungono ulteriori vantaggi in termini di stabilità del prezzo (non soggetto ai mercati internazionali) e ricadute economiche positive sulla filiera locale.
Il risparmio annuo previsto sul solo approvvigionamento energetico costituisce uno dei principali elementi di convenienza economica dell'intervento, e sarà ulteriormente valorizzato nei paragrafi successivi attraverso un'analisi dei costi totali di esercizio e dei tempi di ritorno dell'investimento.

7.2 Costi dell'intervento

Il quadro economico dell'intervento è stato elaborato sulla base del progetto di fattibilità tecnico-economica e tiene conto di tutte le componenti necessarie alla realizzazione e messa in esercizio dell'impianto.
L'importo complessivo dell'intervento, comprensivo di IVA, è pari a **149.808,12 €** e comprende tutte le lavorazioni e le spese accessorie necessarie alla realizzazione del progetto. Il quadro economico è articolato secondo le voci previste dalla normativa per gli appalti pubblici, con una suddivisione chiara tra opere, servizi tecnici e fondi per eventuali imprevisti.
La voce principale è costituita dalle **opere e lavorazioni complessive**, per un totale di **115.390,70 €**, e include gli **oneri per la sicurezza**.
Le **spese tecniche**, comprensive di IVA, ammontano a **16.948,59 €**. Questa voce comprende la progettazione, la direzione lavori, la sicurezza in fase esecutiva, il collaudo tecnico-amministrativo e ogni altro servizio professionale necessario alla buona riuscita dell'intervento.
Sono inoltre previste **somme a disposizione per imprevisti** pari a **5.929,76 €**, che garantiscono un margine operativo utile a gestire eventuali variazioni in corso d'opera o adeguamenti progettuali.
Il quadro economico risulta quindi coerente con il livello di approfondimento progettuale e calibrato sulle esigenze operative dell'intervento, assicurando la copertura integrale delle attività previste e un'adeguata capacità di adattamento in fase esecutiva.

QUADRO ECONOMICO Lavori di rifacimento riscaldamento locali comunali siti in Via capoluogo 139.		**PROGETTO**
A	**LAVORI**	
A1	**TOTALE OPERE E LAVORAZIONI**	**€ 113.133,85**
A2	ONERI PER LA SICUREZZA	€ 2.256,85
A3	**IMPORTO TOTALE DEI LAVORI**	**€ 115.390,70**
B	**SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE**	
B1	SOMMA A DISPOSIZIONE	**€ 34.417,42**
C	**IVA E SPESE VARIE**	
C1	IVA AL 10% SUI LAVORI	€ 11.539,07
C2	SPESE TECNICHE PROGETTAZIONE ESECUTIVA, COMPRENSIVE DI CONTABILITA' E DIREZIONE LAVORI E SICUREZZA	€ 11.539,07
C3	SUPPORTO AL RUP 2%	€ 2.307,81
C4	CNPAIA 4%	€ 461,56
C5	IVA AL 22% SU SPESE TECNICHE	€ 2.640,14
C6	SOMME A DISPOSIZIONE PER ECONOMIE ED IMPREVISTI	€ 5.929,76
C7	**TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE**	**€ 34.417,42**
D	**IMPORTO TOTALE DEL PROGETTO**	**€ 149.808,12**

7.3 Analisi Costi/Benefici e Tempi di Rientro dell'Investimento

L'analisi costi/benefici conferma la convenienza economica dell'intervento, evidenziando un risparmio significativo sui costi energetici annui e una drastica riduzione della dipendenza da combustibili fossili. A fronte di un investimento complessivo pari a **149.808,12 € (IVA inclusa)**, si stima un **abbattimento della spesa energetica annuale** fino al **65–70%**, grazie alla sostituzione del gasolio e del GPL con cippato di filiera corta, il cui costo unitario risulta notevolmente inferiore.
Sulla base dei consumi storici e delle stime tecniche aggiornate, si può prevedere un **risparmio energetico annuale** pari a circa:

- **~6.000–7.000 €** in confronto ai costi attuali dei combustibili fossili (considerando prezzi medi aggiornati per gasolio e GPL),
- con un **tempo di ritorno dell'investimento (Payback Period)** stimabile in **circa 18–22 anni**, in assenza di contributi pubblici o incentivi.

Tale periodo può ridursi sensibilmente, anche a meno di 10–12 anni, **nel caso di cofinanziamento pubblico parziale o totale**, come previsto nell'ambito delle misure GAL o in presenza di altri strumenti di supporto (ad esempio, incentivi del Conto Termico o fondi europei per la transizione energetica).
Oltre ai risparmi diretti sulla spesa per l'acquisto dei combustibili, l'intervento porta benefici economici indiretti legati a:

- minori costi di manutenzione, grazie a un sistema centralizzato moderno e automatizzato;
- maggiore stabilità del prezzo del combustibile nel tempo, data la disponibilità locale di cippato;
- possibilità di reinvestimento delle risorse risparmiate in ulteriori interventi di efficientamento o servizi pubblici.

Inoltre, le proiezioni future indicano un trend di aumento dei prezzi dei combustibili fossili, in particolare del gasolio, a causa di politiche fiscali e ambientali più stringenti. È previsto il riallineamento progressivo delle accise su benzina e gasolio tra il 2025 e il 2030, con incremento annuale dell'accisa sul gasolio.
L'investimento in un impianto a biomassa locale rappresenta non solo una scelta sostenibile dal punto di vista ambientale, ma anche una strategia economica vantaggiosa per mitigare l'impatto dell'aumento dei prezzi dei combustibili fossili e garantire una maggiore stabilità finanziaria nel lungo periodo.

Il bando del GAL Valli di Lanzo, Ceronda e Casternone prevede l'assegnazione di un contributo in conto capitale fino al **100% delle spese ammissibili**, determinato attraverso una formula parametrica basata sulla potenza nominale del generatore a biomassa:

$$\mathrm{y} = (-0,8184 \cdot x^2 + 888,26 \cdot x + 10020) \cdot 1,4$$

Dove:

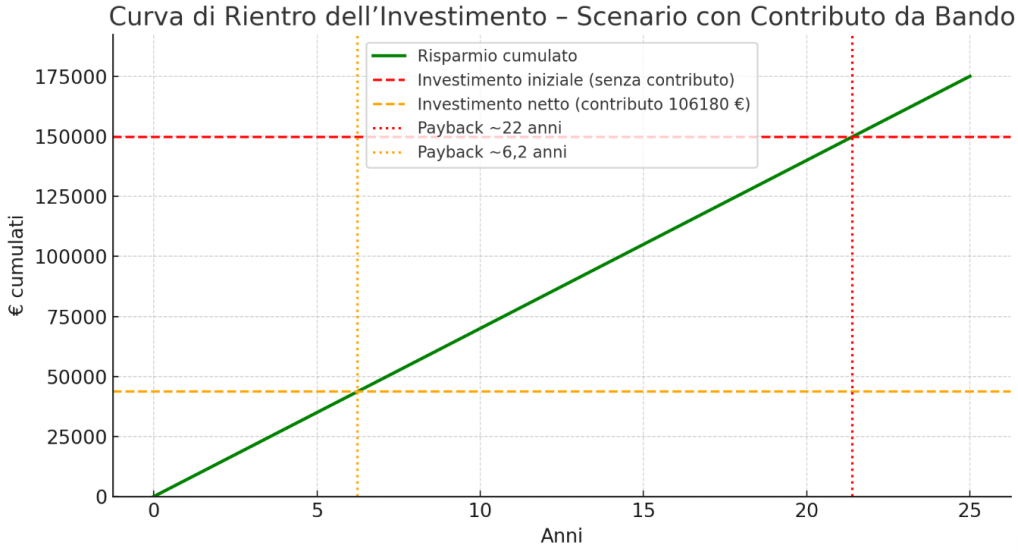
- x è la potenza della caldaia in kW (compresa tra 50 e 250),
- y è l'importo massimo ammissibile a contributo (€).

Applicando tale formula al progetto in oggetto, che prevede l'installazione di una caldaia a cippato da **80 kW**, si ottiene:

$$y = (-0,8184 \cdot 80^2 + 888,26 \cdot 80 + 10020) \cdot 1,4 = \mathbf{106.180,26}\ €$$

Questo importo rappresenta il **massimale di contributo teoricamente ottenibile**, subordinato alla verifica delle spese ammissibili sostenute. Considerando un costo complessivo dell'intervento pari a **149.808,12 €**, il contributo coprirebbe **oltre il 70% dell'investimento**, riducendo l'onere a carico dell'amministrazione a **circa 43.627,86 €**.
L'effetto del contributo è rilevante anche in termini di sostenibilità economica: il **tempo di ritorno dell'investimento netto** si riduce sensibilmente, passando da **oltre 22 anni a circa 6,2 anni**, rendendo

l'intervento non solo ambientalmente virtuoso, ma anche estremamente conveniente dal punto di vista finanziario.



Il grafico riportato illustra l'**andamento del risparmio energetico cumulato nel tempo**, confrontato con i due scenari di investimento: **senza contributo** e **con contributo pubblico** previsto dal bando GAL.
La linea verde rappresenta la **crescita del risparmio energetico** anno dopo anno, stimata sulla base di una riduzione della spesa per combustibili fossili (gasolio e GPL) pari a circa **7.000 € all'anno** grazie all'adozione del sistema a cippato. Tale valore deriva dal confronto tra i costi medi attuali dei combustibili fossili e il costo stimato della biomassa di filiera corta.
La linea rossa orizzontale indica l'**investimento totale lordo**, pari a **149.808,12 €**, comprensivo di IVA. L'intersezione tra questa linea e la curva verde si colloca attorno al **22° anno**, rappresentando il punto in cui, in assenza di contributi, l'intervento si ripagherebbe interamente attraverso i risparmi conseguiti.
La linea arancione orizzontale, invece, rappresenta il **valore netto dell'investimento** a carico dell'amministrazione pubblica, una volta detratto il **contributo massimo ottenibile dal GAL**, pari a **106.180,26 €**. In questo scenario, il punto di intersezione con la curva verde si anticipa a circa **6,2 anni**, evidenziando l'elevata efficacia economica del contributo in termini di **riduzione del tempo di ritorno**.
Il grafico dimostra quindi in modo visivo l'impatto positivo dell'intervento e del sostegno finanziario sul bilancio energetico comunale, sottolineando la capacità del progetto di **autosostenersi nel tempo** e di **generare valore economico strutturale** nel medio periodo.

Per valutare ulteriormente la sostenibilità economica dell'intervento, è stato calcolato il **ROI – Return on Investment**, ovvero il rendimento annuo dell'investimento in termini di risparmio energetico prodotto. Il ROI misura il rapporto tra il risparmio ottenuto ogni anno e il capitale investito, secondo la formula:

$$\mathrm{ROI} = \left(\frac{\text{Risparmio annuo}}{\text{Investimento netto}}\right) \times 100$$

- **Scenario 1 – Senza contributo pubblico:**
- **Investimento totale**: 149.808,12 €
- **Risparmio energetico annuo stimato**: 7.000 €

$$\text{ROI} = \left(\frac{7.000}{149.808,12}\right) \times 100 \approx \mathbf{4,67\%}$$

- **Scenario 2 – Con contributo da bando GAL (106.180,26 €):**
- **Investimento netto a carico del beneficiario**: 43.627,86 €
- **Risparmio energetico annuo stimato**: 7.000 €

$$\text{ROI} = \left(\frac{7.000}{43.627,86}\right) \times 100 \approx \mathbf{16,04\%}$$

Come si evince dai risultati, l'ottenimento del contributo previsto dal bando comporta un incremento significativo del rendimento economico dell'intervento, con un ROI superiore al 16% annuo. Questo valore è particolarmente rilevante per un'opera pubblica, in quanto dimostra la capacità dell'investimento non solo di ripagarsi nel tempo, ma anche di **generare valore economico netto** in un orizzonte temporale compatibile con la vita utile dell'impianto.

SCENARIO	INVESTIMENTO NETTO	RISPARMIO ANNUO	ROI
Senza contributo GAL	149.808,12 €	7.000 €	4,67%
Con contributo GAL	43.627,86 €	7.000 €	16,04%

8 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

L'intervento oggetto del presente Studio di Fattibilità si configura come una risposta concreta, efficace e sostenibile alla necessità di ammodernamento degli impianti termici pubblici nel Comune di Balme, nel rispetto delle priorità ambientali, economiche e sociali espresse dal bando GAL Valli di Lanzo, Ceronda e Casternone. L'analisi condotta ha evidenziato con chiarezza le criticità del sistema attuale, caratterizzato da impianti alimentati a gasolio e GPL ormai superati dal punto di vista tecnico, ambientale ed economico. L'elevato costo dei combustibili fossili, unito alla loro instabilità di mercato e all'impatto ambientale rilevante, rende urgente la transizione verso fonti rinnovabili locali e sistemi ad alta efficienza.
La proposta di sostituzione con una centrale termica a cippato legnoso centralizzata, alimentata da filiera corta e inserita in un contesto di gestione forestale sostenibile, risponde in maniera puntuale a queste esigenze. L'analisi energetica ha confermato la piena compatibilità dell'impianto con i fabbisogni termici degli edifici, garantendo un significativo miglioramento in termini di prestazioni e una drastica riduzione delle emissioni climalteranti.
Dal punto di vista economico, il progetto presenta un solido equilibrio tra costi e benefici, con un **ROI superiore al 16% annuo** nel caso di contributo pubblico, e un **tempo di ritorno dell'investimento di circa 6 anni**, rendendolo vantaggioso anche sotto il profilo finanziario. La sostenibilità del piano è rafforzata dalla valorizzazione delle risorse locali, dalla creazione di ricadute positive sul territorio e dal pieno rispetto del principio DNSH previsto dal PNRR.

L'analisi condotta evidenzia come la sostituzione degli impianti termici esistenti con una centrale a cippato legnoso rappresenti una soluzione efficace e sostenibile. I benefici identificati si articolano su più livelli:

A. Vantaggi Tecnici

- **Efficienza Energetica**: Le moderne caldaie a cippato offrono rendimenti elevati, garantendo una produzione di calore affidabile e costante.
- **Affidabilità Operativa**: Gli impianti a biomassa sono caratterizzati da una lunga durata e da una manutenzione relativamente semplice.
- **Sicurezza**: L'utilizzo di biomassa riduce i rischi associati allo stoccaggio e alla combustione di combustibili fossili.

B. Vantaggi Economici

- **Riduzione dei Costi Energetici**: Il passaggio al cippato comporta una diminuzione significativa delle spese per il riscaldamento.
- **Accesso a Incentivi**: L'intervento è eleggibile per contributi pubblici, come quelli previsti dal bando GAL, che possono coprire una parte consistente dell'investimento iniziale.
- **Sviluppo Economico Locale**: La filiera corta del cippato stimola l'economia locale, creando opportunità per imprese e lavoratori del territorio.

C. Vantaggi Ambientali

- **Riduzione delle Emissioni**: L'utilizzo di biomassa contribuisce a diminuire le emissioni di CO_2 e altri inquinanti rispetto ai combustibili fossili.
- **Gestione Sostenibile delle Risorse**: Il cippato proviene da pratiche forestali sostenibili, promuovendo la salute e la biodiversità dei boschi locali.
- **Economia Circolare**: L'uso di scarti di lavorazione del legno e residui forestali per la produzione di energia chiude il ciclo dei materiali, riducendo gli sprechi.

D. Vantaggi Sociali

- **Occupazione**: La gestione della filiera del cippato crea posti di lavoro locali, contribuendo al mantenimento della popolazione nelle aree montane.

- **Autonomia Energetica**: L'utilizzo di risorse locali per la produzione di energia riduce la dipendenza da fornitori esterni e aumenta la resilienza del territorio.
- **Educazione Ambientale**: Il progetto può fungere da esempio per iniziative educative e di sensibilizzazione sulla sostenibilità e l'uso responsabile delle risorse.

In sintesi, l'intervento di riqualificazione energetica descritto nel presente Studio di Fattibilità si colloca all'interno di una visione integrata di sviluppo locale, in cui efficienza energetica, sostenibilità ambientale e valorizzazione delle risorse territoriali si incontrano in un modello virtuoso di innovazione al servizio della comunità.
L'adozione di una centrale termica a biomassa di filiera corta consente non solo di superare le criticità impiantistiche attuali, ma anche di trasformare un'esigenza tecnica in un'opportunità per il rilancio energetico, economico e ambientale del territorio. Le analisi condotte hanno dimostrato la solidità tecnica del progetto, la sua convenienza economica e il suo allineamento con le politiche europee e nazionali in materia di transizione ecologica, neutralità climatica e valorizzazione delle aree interne.
Concludendo, si ritiene che il progetto, per la sua coerenza con gli obiettivi del bando GAL e per la qualità tecnica delle soluzioni proposte, meriti piena attuazione. La sua realizzazione costituirà un passo importante nella costruzione di un modello di gestione energetica locale moderno, efficiente e sostenibile, capace di generare benefici duraturi per la collettività e per l'ambiente.