

# GENERATORI A BIOMASSA

*I generatori di calore a biomassa sono delle caldaie che possono essere alimentate con **legna** in diverse forme: **cippata, in pezzi o pressata (pellet)**.*

*L'installazione di caldaie a biomassa può essere incentivata attraverso il sistema delle **detrazioni fiscali** e anche il **Conto Energia Termico** solo nei casi in cui si sostituiscano generatori alimentati con biomassa, carbone, olio combustibile o gasolio. Per l'accesso a entrambi i meccanismi è richiesto che il rendimento del generatore, dichiarato da chi produce la caldaia, sia maggiore di un valore minimo.*

*A partire dal 2017 è stato introdotto un sistema di etichettatura anche per questo tipo di generatori e le classi potenzialmente disponibili sul mercato sono comprese fra la A+++ e la G*

## LA BIOMASSA

Con il termine **biomassa** si intende la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani. Diversi sono i prodotti energetici (biocombustibili) che si possono ottenere dalle biomasse e diverse le tecnologie per la loro valorizzazione. I biocombustibili possono essere solidi, liquidi o gassosi, derivati direttamente dalle biomasse (es. legna da ardere), o ottenuti a seguito di un processo di trasformazione strutturale del materiale organico. Tra i diversi biocombustibili, rivestono un ruolo di particolare rilievo le biomasse legnose, i cui canali di approvvigionamento possono variare anche a seconda della realtà locale

La combustione diretta è il più antico e semplice processo per lo sfruttamento energetico delle biomasse legnose sufficientemente secche. In effetti oggi in Italia, in diverse declinazioni e con differenti livelli di rendimento, è attivo un parco di più di 6 milioni di apparecchi di differenti tipologie: caminetti aperti, termocamini a pellet o a legna, stufa a legna, stufa a pellet ad aria, caldaie a pellet, legna o cippato

## GENERATORI DI CALORE TIPOLOGIE E APPLICAZIONI

A seconda della tecnologia di conversione energetica, la biomassa legnosa può essere utilizzata tal quale o nelle seguenti tre principali forme:

- **legna in pezzi** (o in ciocchi). Classicamente il combustibile legnoso per l'impiego energetico si presenta nella forma della legna da ardere la quale può avere dimensioni diverse, comprese in genere tra i 25 e i 55 cm a seconda del tipo di impianto in cui viene utilizzato. A seconda del grado di umidità, il suo contenuto energetico può variare indicativamente tra le 2.000 e le 3.200 kcal/kg e il suo costo tra i 12 e i 15 €/q. Molto spesso questo tipo di materiale viene commercializzato al di fuori dei mercati convenzionali e con dinamiche molto variabili localmente in base alla presenza o meno di sistemi di raccolta e commercializzazione

## GENERATORI A BIOMASSA

- **cippato di legno.** Si definisce “legno sminuzzato”, o “chips di legno”, il legname in scaglie ottenuto da apposite macchine, dette cippatrici. Per produrre chips viene utilizzato legno di qualità inferiore, come i residui delle potature boschive, agricole o urbane, le ramaglie e i cimali, oppure ancora i sottoprodotti delle segherie e il legno proveniente da impianti forestali a breve rotazione (SRF). Esso permette di automatizzare la produzione, il trasporto e l'utilizzo energetico del legname. Le macchine sminuzzatrici riducono il legno in pezzature variabili (2-10 cm di lunghezza e spessore di qualche millimetro). Il contenuto di umidità del cippato varia tra il 20% ed il 60%, a seconda dell'origine, e il suo contenuto energetico tra le 2.000 e le 3.700 kcal/kg (2,5 kg di cippato corrispondono a circa 1 litro di gasolio). Il prezzo del cippato varia tra 9 e 12 €/q a seconda del contenuto energetico, dell'umidità e della provenienza.



- **pellet.** I pellet sono prodotti con la polvere ottenuta dalla sfibratura dei residui legnosi, la quale viene pressata da apposite macchine in cilindretti che possono avere diverse lunghezze e spessori (1,5-2 cm di lunghezza, 6-8 mm di diametro). La compattezza e la maneggevolezza danno a questa tipologia di combustibile caratteristiche di affinità a un combustibile fluido. Questo prodotto è molto indicato quindi, per la sua praticità, per piccoli e medi impianti residenziali. Le principali caratteristiche dei pellet sono un'umidità bassa (<12%), una densità e uniformità elevate e un alto contenuto energetico, compreso in genere tra 4.000 e 5.000 kcal/kg. Il prezzo dei pellet varia tra 25 e 30 €/q a seconda che venga acquistato al dettaglio o all'ingrosso.



Con residui e polveri più grossolane vengono prodotte le "briquette", che sono dei tronchetti di segatura pressata, in genere di 30 cm di lunghezza e 7-8 cm di diametro. Sono meno maneggevoli dei pellet e tendono a sfaldarsi con l'umidità. L'utilizzo è assimilabile a quello del legno in ciocchi

Tra gli apparecchi termici alimentati con combustibili legnosi si possono individuare tre principali categorie: le **caldaie a cippato o a pellet**, i **termocamini a legna o a pellet**, i **termocamini a legna o a pellet**

Le **caldaie a legna** rappresentano la forma più diffusa per usi domestici e sono caratterizzate da dimensioni limitate, in termini di potenze disponibili. Le moderne caldaie utilizzano il principio di funzionamento a tiraggio inferiore o a fiamma rovesciata o a fiamma laterale. Nonostante il principio costruttivo di questa seconda tecnologia consenta la costruzione di apparecchi più compatti e di altezza più contenuta, e quindi di disporre di vani di stoccaggio della legna più capienti, il principio di funzionamento utilizzato ad oggi è quasi esclusivamente quello a fiamma rovesciata a gassificazione.

## GENERATORI A BIOMASSA

La fiamma rovesciata invece di propagarsi verso l'alto, viene aspirata verso il basso mediante l'ausilio di un ventilatore posto sul retro della caldaia creando un funzionamento in depressione e ottimizzando la combustione e, quindi, il rendimento. Inoltre, grazie alla fiamma inversa, il formarsi di residui incombusti è ridotto al minimo; in questo modo vengono allungati i tempi di pulizia ceneri e la caldaia risulta sempre performante. Le tecnologie più recenti presentano anche delle griglie mobili di contenimento delle ceneri o a ribalta automatica in modo da ridurre il più possibile l'onere di manutenzione. Le caldaie a legna trovano impiego soprattutto per utenze che richiedono una potenza termica media (fino a 50-60 kW, anche se sono commercializzate caldaie di questo tipo fino a 200 kW). Le caldaie di piccola taglia sono alimentate attraverso una porta frontale o attraverso uno sportello superiore. In funzione delle dimensioni del vano di caricamento dei ciocchi, è possibile utilizzare pezzature comprese fra 1/3 di metro e un metro. Per ottenere un'elevata qualità della combustione, la caldaia a legna a caricamento manuale deve lavorare quanto più possibile al più elevato carico termico. Tuttavia, mediamente, la massima potenza è richiesta solo per pochi giorni all'anno. Per questo motivo il calore prodotto da queste caldaie non è quasi mai quello richiesto momentaneamente dall'impianto termico. Si rende quindi sempre indispensabile l'installazione di un **accumulatore di calore inerziale**, che permette di immagazzinare il calore in eccesso al momento non necessario, ottimizzando anche le prestazioni della caldaia. Inoltre, un accumulatore inerziale migliora la vita tecnica della caldaia, limitando gli eccessivi on/off, riduce i consumi e quindi ottimizza la durata dei caricamenti, permette di avere istantaneamente Acqua Calda Sanitaria (ACS). Negli ultimi anni si è sviluppato un mercato di generatori a legna in grado di **modulare la potenza**, arrivando anche fino a un potenziale di modulazione del 30 %. Le caldaie che lavorano principalmente alla potenza nominale, hanno bisogno di maggiori volumi di accumulo rispetto alle caldaie in grado di lavorare a carico variabile; queste ultime, infatti, producono meno surplus di calore grazie all'adattamento del carico termico. I modelli attuali, soprattutto per taglie medio-alte (oltre i 30 kW), prevedono la doppia camera, una di stoccaggio dei ciocchi di legna e una, più piccola, di combustione. Nei modelli basici, invece, è possibile avere un'unica camera per lo stoccaggio e la combustione.



Per un corretto funzionamento, la caldaia va posizionata in un **locale tecnico** in cui affluisca almeno tanta aria quanta ne viene richiesta per una regolare combustione: in genere si ritiene utile la presenza di un'apertura verso l'esterno opportunamente dimensionata. L'aria deve entrare attraverso aperture permanenti praticate sulle pareti (in prossimità della caldaia) o, in alternativa, può essere presa anche da locali attigui a quello da ventilare purché questi siano dotati di presa d'aria esterna e non sussista pericolo di incendio. Si deve, inoltre, considerare che non è ammessa l'installazione della caldaia dove è già installato un altro apparecchio da riscaldamento senza un afflusso di aria autonomo (caminetto, stufa ecc.).

## GENERATORI A BIOMASSA

Neanche è ammessa l'installazione in locali in cui siano presenti cappe con estrattori oppure condotti di ventilazione di tipo collettivo. Infine, va considerato che il peso di queste macchine è importante; una taglia medio-piccola (inferiore a 35 kW) pesa fra i 600 e i 700 kg.



Le caldaie a **caricamento automatico**, invece, sono alimentate principalmente a **cippato** o a **pellet**. Localmente sono diffusi generatori alimentati con altre biomasse come il nocciolino di sansa, il mallo di mandorla, il gheriglio di noce. Nelle caldaie a cippato e a pellet il caricamento del combustibile avviene automaticamente per mezzo di dispositivi meccanici. Questo tipo di caldaie, in funzione della taglia, può includere in un unico blocco la caldaia e lo stoccaggio del combustibile (piccole taglie) o in alternativa, soprattutto nei casi di taglie maggiori, l'accumulo del combustibile può essere laterale (piccolo silos) o addirittura può essere costituito anche da un vano dedicato. **L'alimentazione meccanica** del combustibile dal silo di stoccaggio, avviene o attraverso un contenitore intermedio che è riempito periodicamente o per mezzo di coclee di alimentazione unite da un pozzetto di caduta o carico. Per garantire un elevato livello di automazione e semplicità di utilizzo, le caldaie a pellet o cippato possono essere collegate a uno stoccaggio annuale o plurimensile del combustibile, che consenta di rifornire automaticamente il serbatoio settimanale intermedio posto lateralmente alla caldaia. Inoltre, queste macchine devono necessariamente essere dotate di un **contenitore per la raccolta delle ceneri**. Nel caso di caldaie di piccole dimensioni, questi contenitori sono inclusi nel monoblocco del generatore, come per il contenitore del combustibile; nel caso, invece, di caldaie di maggiore potenza, è necessario prevedere la collocazione di un apposito contenitore. Nei casi in cui il vano tecnico di alloggio del generatore sia accessibile tramite un corpo scala, è importante prevedere un sistema montacarico per lo smaltimento delle ceneri. Il livello di automazione raggiunto da questo tipo di macchine permette un dimensionamento anche di diversi MW termici garantendone l'applicabilità non solo in ambiente domestico, ma anche in strutture di maggiori dimensioni quali alberghi, scuole, condomini, ospedali e centri commerciali. I rendimenti e il comfort che questi generatori garantiscono sono confrontabili rispetto ai valori di caldaie alimentate a gas naturale.

A livello di utenze domestiche monofamiliari (quindi con taglie contenute di potenza, 8-20 kW) trovano applicazione principalmente **generatori a pellet**, di più facile approvvigionamento e stoccaggio. Il pellet, per la sua forma e dimensione, può essere paragonato ad un fluido che semplifica la movimentazione e il caricamento automatico. Le caldaie a caricamento automatico di piccola-media taglia appartengono alla tecnica di combustione cosiddetta "a griglia". Diversi sono i tipi di focolare utilizzabili a seconda del tipo di combustibile utilizzato.

## GENERATORI A BIOMASSA

Il cippato, invece, resta preferito localmente e per impianti di taglie maggiori. Va evidenziato che non sempre i combustibili sono intercambiabili l'uno con l'altro.

Le caldaie a cippato sono in linea di principio alimentabili anche a pellet, mentre, in genere, non può avvenire il contrario. Entrambe le soluzioni, caldaie a legna e caldaie a caricamento automatico con pellet o cippato, sono tipologie impiantistiche generalmente abbinate a un sistema idronico posto a servizio dell'impianto di riscaldamento.

Le dimensioni dei **vani idonei all'installazione** di queste caldaie dipendono fondamentalmente dalla dimensione del generatore. Normalmente, per generatori di medie dimensioni (entro i 100-150 kW), è indispensabile avere a disposizione un vano tecnico dedicabile a centrale termica che abbia un'altezza netta interna almeno pari a 2,2/2,3 m e una dimensione di circa 3 m per il lato corto e 5 m per il lato lungo. I dimensionamenti delle centrali termiche dovranno considerare, nello specifico, i dettagli forniti dal singolo produttore e la presenza o meno di un accumulo inerziale o di silos di stoccaggio del combustibile interni alla centrale termica. Inoltre, particolare attenzione dovrà essere posta alla dimensione dei vani di accesso al locale che dovranno permettere l'ingresso dei generatori, dei silos di stoccaggio della biomassa e degli accumuli inerziali.

Diverso è invece il caso delle **stufe a pellet** o delle **stufe a legna**. Questo tipo di generatori ha mediamente una dimensione minore in termini di potenza, garantendo, al massimo, la climatizzazione di un singolo appartamento. I range di potenza media si attestano intorno ai 10-20 kW. Un generatore a pellet è composto da un serbatoio di accumulo del pellet e una piccola coclea che alimenta il crogiolo dove avviene la combustione. In una serie di tubi interni, tramite una pompa, viene fatta circolare aria in adiacenza al crogiolo. L'aria riscaldata viene immessa nell'abitazione in cui l'impianto è collocato. Si tratta quindi di un riscaldamento ad aria. Nel caso di stufe di dimensione maggiore è anche possibile realizzare delle canalizzazioni dell'aria riscaldata in modo da poterla immettere anche in vani diversi rispetto a quello di collocazione della stufa stessa. Il sistema di funzionamento delle stufe a legna è il medesimo rispetto alla stufa a pellet. In adiacenza alla camera di combustione, dove vengono caricati i ciocchi di legna, sono collocati i tubi scambiatori attraverso i quali viene convogliata l'aria.

Infine, i **termocamini a pellet** e i **termocamini a legna** sono apparecchi che, tramite la combustione di legna o pellet, come fossero una piccola caldaia, producono acqua calda che può essere convogliata verso i sistemi di emissione di un impianto idronico.

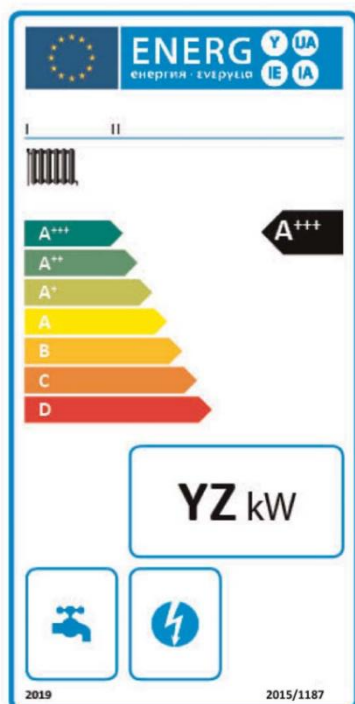
I termocamini possono essere integrati in impianti compositi, con pannelli solari, caldaie murali a gas, puffer, con l'obiettivo di realizzare impianti di riscaldamento più efficaci e articolati.

## GENERATORI A BIOMASSA

Inoltre, con l'impiego di appositi kit, i termocamini sono in grado di produrre anche acqua sanitaria per i bagni e la cucina, che può essere accumulata in bollitori per essere sempre a disposizione alla temperatura desiderata.

Le efficienze dei termocamini, rispetto a quelle delle caldaie a biomassa tradizionali risultano essere più basse

A seguito della pubblicazione del Regolamento n° 1186/2015 della Comunità Europea, viene istituita l'**etichettatura energetica** per gli apparecchi per il riscaldamento ambiente quali **stufe a pellet** o **a legna** o, in generale, apparecchi che riscaldano l'ambiente in cui sono collocati e con una potenza termica inferiore o pari a 50 kW. La classificazione è strutturata in funzione del valore del parametro EEI (Indice di Efficienza Energetica) e varia dalla A++ alla classe G, come indicato nella tabella seguente. Il valore di efficienza è calcolato in funzione del reale rendimento del generatore in condizioni di funzionamento variabili e di altri parametri che tengono in considerazione il consumo degli stand-by, quello delle fiammelle pilota, l'efficienza dei sistemi di regolazione e controllo, il tipo di materiale combusto. In base a come il sistema è strutturato viene particolarmente valorizzato l'utilizzo di pellet. Per cui la classe A++ potrà essere assegnata esclusivamente a sistemi alimentati con questo vettore. L'entrata in vigore dell'obbligo di etichettatura per queste caldaie è prevista a partire dal 1° gennaio 2018.



Classe	EEI per stufe e riscaldamento locale P≤50 kW	EEI per caldaie P≤70 kW
A+++	---	EEI≥150
A++	EEI≥130	125≤EEI<150
A+	107≤EEI<130	98≤EEI<125
A	88≤EEI<107	90≤EEI<98
B	82≤EEI<88	82≤EEI<90
C	77≤EEI<82	75≤EEI<82
D	72≤EEI<77	36≤EEI<75
E	62≤EEI<72	34≤EEI<36
F	42≤EEI<62	30≤EEI<34
G	EEI<42	EEI<30

Nel caso, invece di caldaie a **combustibile solido** (quindi anche a biomassa) con potenza inferiore o pari a 70 kW, l'entrata in vigore dell'obbligo di etichettatura è avvenuta al 1° aprile 2017 ed è normata dal Regolamento n° 1187/2015. La struttura delle classi è riportata nella tabella precedente ed è articolata fra la classe A+++ e la classe G. In questo caso, fino al 31 dicembre 2018 l'etichetta presenta una variazione fra le classi A++ e G mentre, a partire dal 1° gennaio 2019, il sistema di etichettature si articola a partire dalla classe A+++ e fino alla classe D.

## GENERATORI A BIOMASSA

Il valore del coefficiente EEI è funzione degli stessi criteri di calcolo già indicati per le stufe. Infine, nel corso del 2015 sono stati pubblicati i Regolamenti n° 1188 e 1189 che definiscono le specifiche tecniche che stufe e caldaie a biomassa devono possedere per poter essere immesse in commercio nel territorio della Comunità Europea. Queste caratteristiche fanno riferimento tanto a valori di efficienza quanto a parametri di emissione di inquinanti in atmosfera.

### LIVELLI DI PERFORMANCE

Il livello di performance dei generatori a biomassa presenta delle variazioni in funzione del tipo di generatore. In particolare, i sistemi alimentati a legna sono quelli che presentano i livelli di rendimento inferiori; cippato e pellet, invece, raggiungono livelli di efficienza quasi allineati rispetto a quelli di un generatore tradizionale alimentato con combustibili gassosi. Fra stufe, termocamini e caldaie, le caldaie sono la tecnologia più prestante sia per efficienza che per emissione di inquinanti in atmosfera.

Le **caldaie a legna** presentano mediamente un rendimento nominale intorno al 92-93%, con valori di 2-3 punti percentuali inferiori ai carichi parziali (ossia se funzionano a potenza ridotta).

Nel caso, invece, di **caldaie** alimentate **a pellet o a cippato** il rendimento mediamente si attesta su un intervallo compreso fra il 92 e il 95%. In questo caso, a carichi ridotti, l'efficienza non si modifica in modo significativo. L'efficienza di queste caldaie tende a crescere in funzione della potenza della macchina e evidenzia valori più elevati nei casi di alimentazione a pellet.

Le **stufe a pellet e a legna** si fermano entro valori di rendimento più bassi rispetto alle caldaie; in particolare le stufe a **pellet** hanno rendimenti compresi fra l'89 e il 91%. Le **stufe a legna** più efficienti presentano rendimenti dell'85-86%; sul mercato sono presenti anche stufe a legna con efficienze intorno al 70-75%.

Infine, riguardo ai **termocamini**, quelli alimentati a pellet raggiungono rendimenti intorno al 92-93%, quelli a legna si fermano all'80-85%.

### I COSTI

I costi di queste tecnologie sono molto variegati, essendo anche ampia la forbice di potenza di questi sistemi. In questa scheda si farà riferimento principalmente ad applicazioni domestiche o riferite a piccoli condomini.

Una **caldaia a pellet** di dimensione media (10-35 kW) rientra in un range di costi compreso fra i 3.000 e i 5.000 € intesi come solo costo della caldaia. A questi devono sommarsi i costi per eventuali sistemi di raccolta delle ceneri, silos per lo stoccaggio del pellet, coclea, circolatori, accumuli inerziali, sonde e quindi si può ritenere che il prezzo di una macchina completa possa rientrare in una forbice compresa fra i 6.000 e gli 8.000 €, principalmente in funzione della potenza. Le **caldaie a legna**, essendo tecnologie più semplici, si attestano su livelli di costo inferiori di circa 1.000/1.500 € rispetto a quelle a pellet.

## GENERATORI A BIOMASSA

Cresce, invece, mediamente di circa 500 €, il prezzo di un **generatore multicomcombustibile**, sistema alimentabile con differenti tipologie di combustibili (pellet, cippato, nocciolino di sansa, guscio di mandorla, guscio di nocciola). Crescendo la taglia di potenza, i prezzi si incrementano in modo non lineare: un generatore da 60kW presenta un costo medio complessivo di circa 15.000/20.000 €.

Il prezzo finale delle **stufe** è influenzato e variabile anche in base al design, alla finitura esteriore e alla valenza estetica. In molti casi, infatti, una stufa di questo tipo diventa un oggetto di arredo delle abitazioni.

I modelli basici si attestano su costi che partono dai 500-700 €, le tecnologie più avanzate o esteticamente più elaborate possono anche raggiungere i 4.000/5.000 €. Un livello medio di stufa presenta un costo di circa 1.500 € della sola macchina a cui possono aggiungersi i costi di eventuali canalizzazioni dell'aria, se necessari. I valori riportati rappresentano bene entrambe le alimentazioni a pellet e a legna.

Per i **termocamini** il prezzo di base cresce rispetto alle stufe, in virtù della presenza della tecnologia necessaria al riscaldamento dell'acqua. In questo caso, quindi, si evidenzia un costo medio intorno ai 2.500/4.000 € a cui però deve sommarsi l'eventuale costo di collegamento alla rete di distribuzione dell'impianto termico o di erogazione per l'ACS. L'impianto, infatti, produce acqua calda che può essere immessa nel circuito dei radiatori ed essere utilizzata per la produzione di ACS.

### I MECCANISMI DI INCENTIVO

I generatori a biomassa possono fruire sia dell'incentivo derivante dalle detrazioni fiscali del 50% e sia, alternativamente, del Conto Energia Termico. Il **sistema delle detrazioni fiscali** prevede la possibilità di detrarre, dall'IRPEF o dall'IRPEF che il contribuente deve versare allo stato, il 50% dei costi di fornitura e installazione ripartito in dieci rate annuali. L'entità massima della detrazione è pari a 30.000 €. Per poter accedere è necessario che l'intervento si caratterizzi come una sostituzione totale o parziale di un precedente impianto (alimentato da qualsiasi combustibile) o una nuova installazione. Si deve precisare che può essere considerata nuova installazione anche l'aggiunta di un'eventuale stufa a pellet (o altra tipologia) a integrazione di un generatore a gas preesistente (o di altra tipologia). Il requisito di rendimento richiesto prevede un limite minimo dell'85%.

La seconda opzione di incentivo è rappresentata dal **Conto Energia Termico (CET)**. In questo caso, però, l'accesso è consentito solo se l'intervento viene realizzato sostituendo un precedente generatore a gasolio, a olio combustibile, a carbone o a legna. Solo nel caso di installazione in contesti non metanizzati, presso aziende agricole, è possibile accedere all'incentivo anche nel caso di sostituzione di generatori a GPL con impianti a biomassa. Il Conto Energia Termico non incentiva la nuova installazione o l'integrazione; esclusivamente la sostituzione.



## GENERATORI A BIOMASSA

I requisiti in termini di rendimento per poter accedere all'incentivo variano in funzione del tipo di generatore e, per le caldaie, anche in funzione della potenza.

	Rendimento minimo caldaia	Rendimento minimo Stufe e termocamini
<b>20 kW</b>	88,3 %	85 %
<b>50 kW</b>	88,7 %	85 %
<b>100 kW</b>	89,0 %	85 %

Per accedere al Conto termico, inoltre, è richiesto che il generatore installato garantisca un livello di emissioni in atmosfera di particolato e monossido di carbonio contenuto entro i valori riportati nella tabella sotto in funzione del tipo di generatore.

	Particolato primario (PP) [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Monossido di carbonio (CO) [g/Nm <sup>3</sup> ]
<b>Caldaia a biomassa</b>	30	0,36
<b>Caldaia a pellet</b>	20	0,25
<b>Stufe e termocamini a legna</b>	40	1,50
<b>Stufe e termocamini a pellet</b>	30	0,36

Infine, i termocamini a legna vengono incentivati solo in sostituzione di altri camini o termocamini o stufe a legna. Si valutano di seguito alcuni scenari:

1. **caldaia a pellet da 20 kW**, installata in zona climatica D;
2. **stufa a pellet da 10 kW**, installata in zona climatica D;
3. **caldaia a pellet da 60 kW**, installata in zona climatica D.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i costi stimati nei tre scenari, il valore dell'incentivo da Conto Energia Termico e il valore della detrazione fiscale. Fra parentesi viene riportato il numero di anni nei quali l'incentivo viene diluito.

	Costo dell'impianto	Incentivo CET totale	Valore della detrazione
<b>Caso 1</b>	8.000 €	2.520 € (2 rate)	4.000 € (10 rate)
<b>Caso 2</b>	2.500 €	864 € (2 rate)	1.250 € (10 rate)
<b>Caso 3</b>	17.000 €	8.400 € (5 rate)	8.500 € (10 rate)

### RISPARMI ENERGETICI E CONVENIENZA ECONOMICA

Si riassumono di seguito alcuni scenari in cui si analizzano consumi, costi energetici ed emissioni a confronto.

Il primo scenario è riferito alla climatizzazione invernale di una unità immobiliare da 100 m<sup>2</sup>, collocata in zona climatica D e con un consumo medio annuo di circa 90 kWh/m<sup>2</sup>.

## GENERATORI A BIOMASSA

Si confrontano consumi e costi riferibili all'opzione di installare una **caldaia a pellet** rispetto a un generatore tradizionale a gas o a gasolio. L'impianto a caldaia prevede un generatore tradizionale con rendimento medio pari al 90%.

Nei tre casi, il sistema di emissione è di tipo a radiatori e i generatori, oltre a riscaldare, producano anche ACS. Si è considerato un impatto emissivo nullo per la biomassa in quanto la sua combustione non genera CO<sub>2</sub>. L'ipotesi di costo considerata valuta solo l'installazione del generatore, mantenendo invariata la rete di distribuzione e di emissione.

	Consumi finali annui		Consumi di energia primaria		Costo dell'energia		Emissioni di CO <sub>2</sub>	
<b>Caldaia a pellet</b>	2.023	kg	10.588	kWh	607	€	0	kg
<b>Caldaia a gas</b>	1.176	m <sup>3</sup> gas	11.847	kWh	1.059	€	2.279	kg
<b>Caldaia a gasolio</b>	922	kg	12.035	kWh	1.845	€	2.921	kg

In termini di convenienza economica, valutando il confronto rispetto all'ipotesi di installare una caldaia a gas o a gasolio, emerge che:

- l'impianto a pellet ha un rientro di investimento di 8,5 anni con il sistema delle detrazioni fiscali;
- nell'ipotesi di applicabilità del Conto Energia Termico, ossia nel caso in cui si sostituisca un generatore gasolio con una caldaia a pellet, il rientro economico è verificato in 4,5 anni.

Nello scenario seguente si considera che la stessa unità abitativa sia riscaldata con due **stufe a pellet**. In questo caso le stufe potranno solo garantire il riscaldamento degli ambienti (non si considera la produzione di ACS). Le caldaie di confronto alimentano dei sistemi idronici. Le stufe a pellet, invece, immettono direttamente aria negli ambienti.

	Consumi finali annui		Consumi di energia primaria		Costo dell'energia		Emissioni di CO <sub>2</sub>	
<b>Stufe a pellet</b>	1.683	kg	8.807	kWh	505	€	0	kg
<b>Caldaia a gas</b>	938	m <sup>3</sup> gas	9.450	kWh	844	€	1.818	kg
<b>Caldaia a gasolio</b>	759	kg	9.900	kWh	1.518	€	2.403	kg

In termini di convenienza economica, valutando il confronto rispetto all'ipotesi di installare una caldaia a gas o a gasolio, emerge che:

- l'impianto con stufe a pellet ha un rientro di investimento in 7,4 anni con il sistema delle detrazioni fiscali;
- nell'ipotesi di applicabilità del Conto Energia Termico, ossia nel caso in cui si sostituisca un generatore gasolio con una caldaia a pellet, il rientro economico è verificato in 3 anni.

## GENERATORI A BIOMASSA

L'ultimo scenario, infine, riguarda l'installazione di un **generatore a pellet in un ambito condominiale**. Lo scenario seguente viene applicato a livello condominiale, considerando la climatizzazione invernale di 10 unità immobiliari da 100 m<sup>2</sup>, collocate in zona climatica D e con un consumo medio annuo di circa 90 kWh/m<sup>2</sup>. Si confrontano consumi e costi riferibili all'utilizzo di una caldaia a pellet rispetto a un generatore a gas o a gasolio, di tipo tradizionale con rendimento medio pari al 90%.

	Consumi finali annui		Consumi di energia primaria		Costo dell'energia		Emissioni di CO <sub>2</sub>	
<b>Caldaia a pellet</b>	16.822	kg	88.023	kWh	5.047	€	0	kg
<b>Caldaia a gas</b>	9.375	m <sup>3</sup> gas	89.937	kWh	8.438	€	17.302	kg
<b>Caldaia a gasolio</b>	7.222	kg	94.220	kWh	14.444	€	22.870	kg

Nel caso di applicazione del sistema di detrazione fiscale si valuta un rientro di investimento in 2,5 anni circa. Se si ipotizza, invece, di applicare il Conto Energia Termico, rientrando nel caso di sostituzione di una caldaia a gasolio con un sistema alimentato a pellet, il rientro economico si verifica in circa un anno.