

Il futuro è nelle tue mani: accendilo responsabilmente

uso del **legno** da filiera **locale** per la **salvaguardia dell'ambiente**



Stato della tecnica dei moderni impianti a cippato, prestazioni energetico-ambientali e benefici socio-economici



Valter Francescato, direttore tecnico AIEL



www.aielenergia.it

www.energiadallelegno.it

[@aielagroenergia](https://www.instagram.com/aielagroenergia)



LEGNO RINNOVABILE PER MITIGARE I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Con il legno di scarto
la riscaldo per 70
anni e **risparmio**
140 t di CO₂
...quanto emette
un'auto in **50 anni!**



**Il Legno fa risparmiare fino
al **70% di CO₂** rispetto alle
materie prime fossili**



1 m³ di legno = 1 t di CO₂
40 m³ di legno = **40 t CO₂** per una casa
1 m³ di legno = 200 litri di gasolio

Benefici della gestione del bosco vs abbandono

Fonte: prof. Hubert Hasenauer, direttore del Dipartimento Forestale e Scienze del Suolo dell'Università di Risorse Naturali e Scienze della Vita di Vienna (*Universität für Bodenkultur* www.boku.ac.at).

La gestione forestale sostenibile genera un risparmio di **CO₂ 10 volte maggiore dell'abbandono dei boschi**

Un ettaro di **bosco gestito** genera in **300 anni** un risparmio di **CO₂ 10 volte maggiore del risparmio conseguibile da una foresta "abbandonata" → «non gestita»**

...grazie al suo uso come **materiale da costruzione e biocombustibile**



BENEFICI SOCIO-ECONOMICI DELLA FILIERA LEGNO-ENERGIA



(Fonte: elaborazione AIEL su dati dell'Austrian Energy Agency)

La filiera LEGNO-ENERGIA crea fino a **15 volte** più occupazione rispetto ai combustibili fossili

Ruolo socio-economico molto importante per le aree montane del nostro paese con foreste in forte crescita e forte abbandono (prelievo $\approx$ 30% della crescita annua)

https://aielenergia.it/public/documenti/918_20230301_Cartina_Aziende_GruppoBiomasse_2023.pdf



Cippato forestale LOCALE per piccoli-medi moderni impianti automatici

- Negli ultimi anni l'offerta locale di cippato forestale di qualità è aumentata, spesso mancano gli impianti locali!
- I produttori di cippato forestale si sono professionalizzati e infrastrutturati (Piattaforme → cippato A1+, A1 e A2)

In progress ...

- Nuove Piattaforme tecnologiche innovative (A1+)
- Conferimento pneumatico cippato A1+ e A1/A2
- Certificazione di qualità del cippato (*Biomassplus*)



CONTRIBUTO DELLE **BIOMASSE SOLIDE** ALLA QUOTA FER TERMICHE NEL **2021** (Fonte: GSE, 2023)

Consumi finali lordi Energia Termica → 56,7 Mtep

Quota FER settore termico → 11,2 Mtep (**19,7%**)

Quota FER biomassa solida → **7,2 Mtep (64%)**

Quota FER legna ardere → 5,3 Mtep (74%)

Quota FER pellet → 1,3 Mtep (18%)



OBIETTIVO PNIEC → 37% al 2030 (+ 2,5%/anno, a parità di consumi)

Raddoppiare la quota di FER termiche in 6 anni → PdC, **Biomasse**, Biometano

SISTEMI ENERGETICI 100% RINNOVABILI PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA



DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 2021 , n. 199

Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 (**cd RED II**) del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili

Nuovo quadro normativo: obbligo di copertura del **60% dei consumi** con fonti rinnovabili per i nuovi edifici e per quelli sottoposti a ristrutturazioni rilevanti

CAPO II – REGOLAMENTAZIONE TECNICA E OBBLIGHI

ART. 26

Obbligo di utilizzo dell'energia rinnovabile per il miglioramento della prestazione energetica degli edifici

Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

Allegato 1 → Tabella 1 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

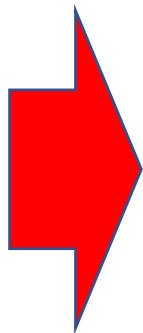


Vettore energetico	$f_{P,nren}$	$f_{P,ren}$	$f_{P,tot}$
Gas naturale ⁽¹⁾	1,05	0	1,05
GPL	1,05	0	1,05
Gasolio e Olio combustibile	1,07	0	1,07
Carbone	1,10	0	1,10
Biomasse solide ⁽²⁾	0,20	0,80	1,00
Biomasse liquide e gassose ⁽²⁾	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete ⁽³⁾	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento ⁽⁴⁾	1,5	0	1,5
Rifiuti solidi urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento ⁽⁴⁾	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, mini-eolico e mini-idraulico ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – free cooling ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – pompa di calore ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00

Consumo gas 2018: 1.717 Smc = 17,2 MWh



Gas naturale 20 kW

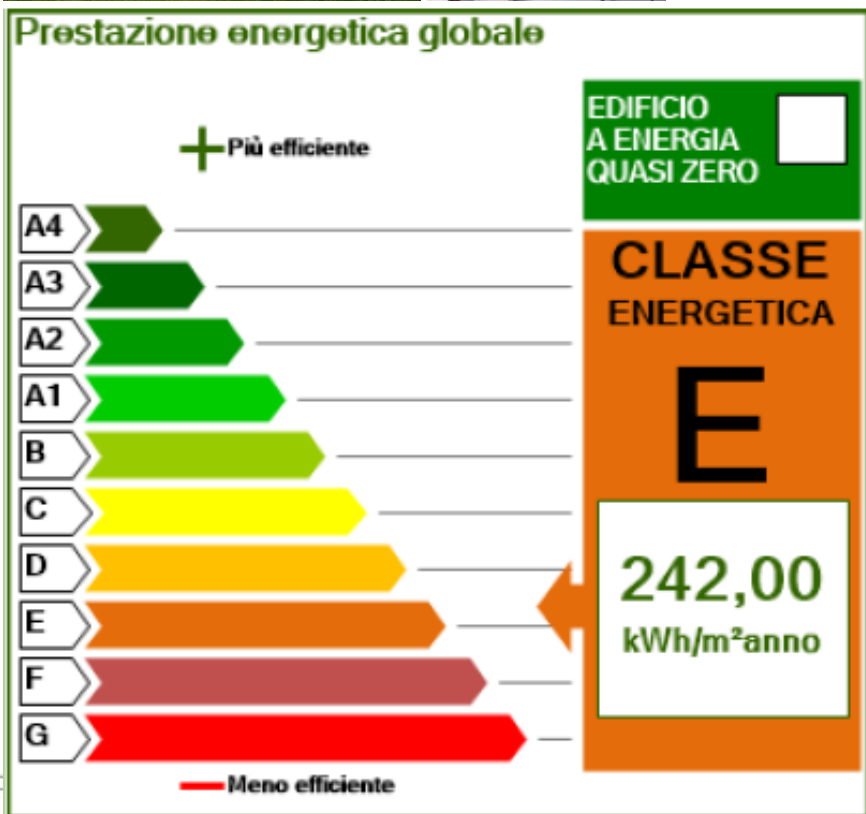


SITUAZIONE POST-OPERAM SALTO DI CLASSI ENERGETICHE

- Caldaia pellet 14 kW (puffer 300 l)
- Isolamento 38% sup. opaca
- Oscuri coibentati + scher. solari
- FV + batteria (5,6 kWep + 11 kWp)
- PdC aria-aria raffrescamento

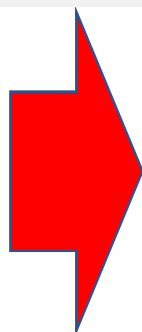
Consumo pellet 2023: 2,025 t = 9,5 MWh

- 55% di fabbisogno rispetto al gas



80% dell'Ep del legno è considerata rinnovabile

Risparmio Energetico
+
Mix tec. Rinnovabile



CHIARIAMO LA DIFFERENZA TRA

EMISSIONI CLIMA ALTERANTI →
Riscaldamento globale (CO₂)

EMISSIONI NOCIVE →
Polveri (PM), Carbonio organico
(COT), Ossidi di azoto (NO_x)



<https://energiadallelegno.it/luso-energetico-delle-biomasse-puo-fermare-il-cambiamento-climatico/>



Emissioni di polveri ogni 70 kg di legno utilizzato

Camino aperto
860 g/GJ



Stufa a legna
tradizionale
480 g/GJ



Stufa a legna
innovativa
80 g/GJ



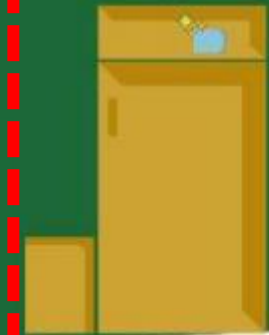
Stufa a pellet
innovativa
30 g/GJ



Caldaia
automatica
innovativa
10 g/GJ



Caldaia
automatica
nZEB*
< 5 g/GJ



* nearly zero emissions biomass boilers

**La tecnologia sta cambiando, perché non lo fai anche tu?
Scopri come rottamare il tuo apparecchio con il conto termico!**

www.energiadallelegno.it

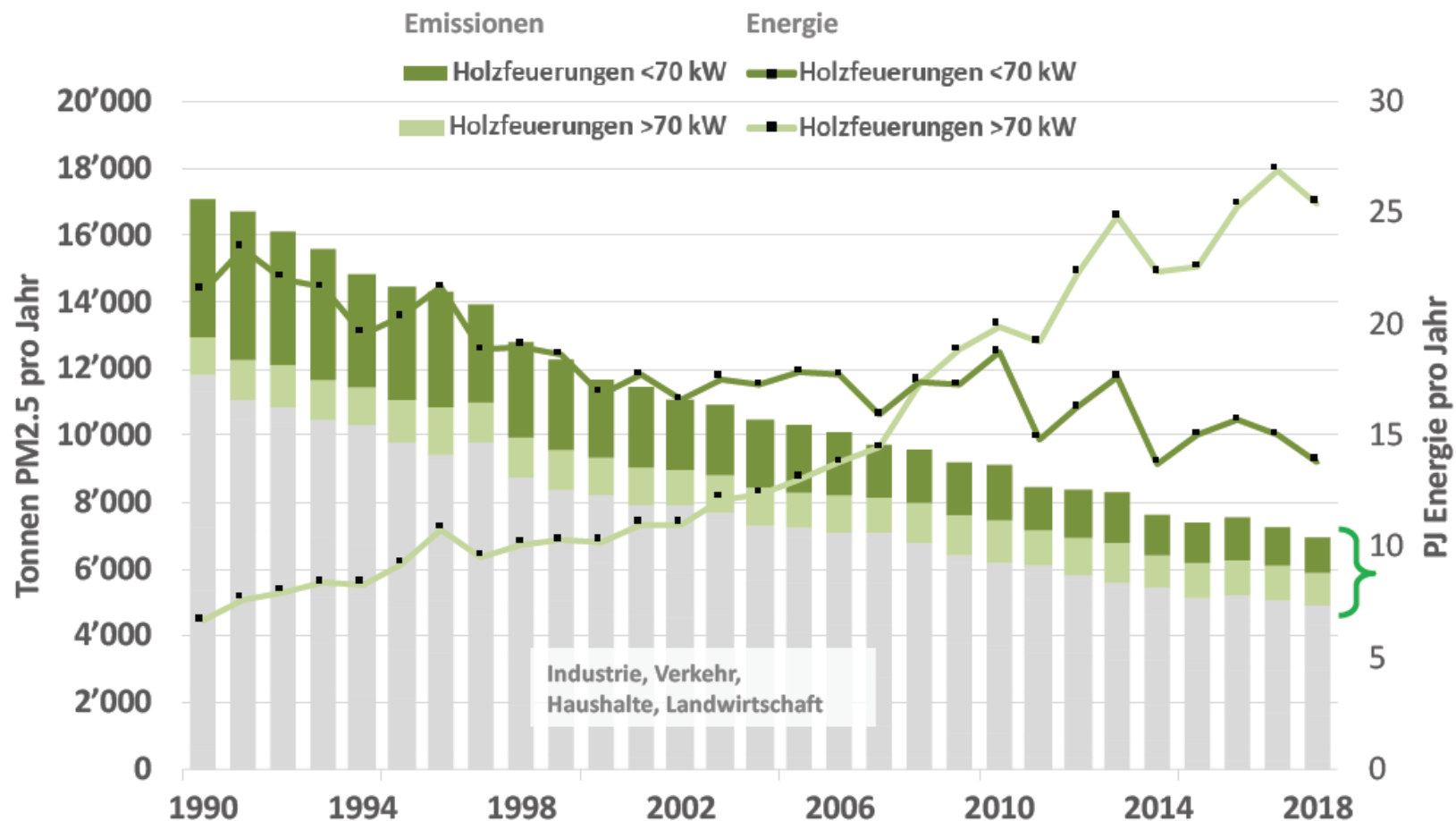
Fonte: AIEL 2021



Feinstaubemissionen PM2.5

Emissione di PM 2.5 in Svizzera

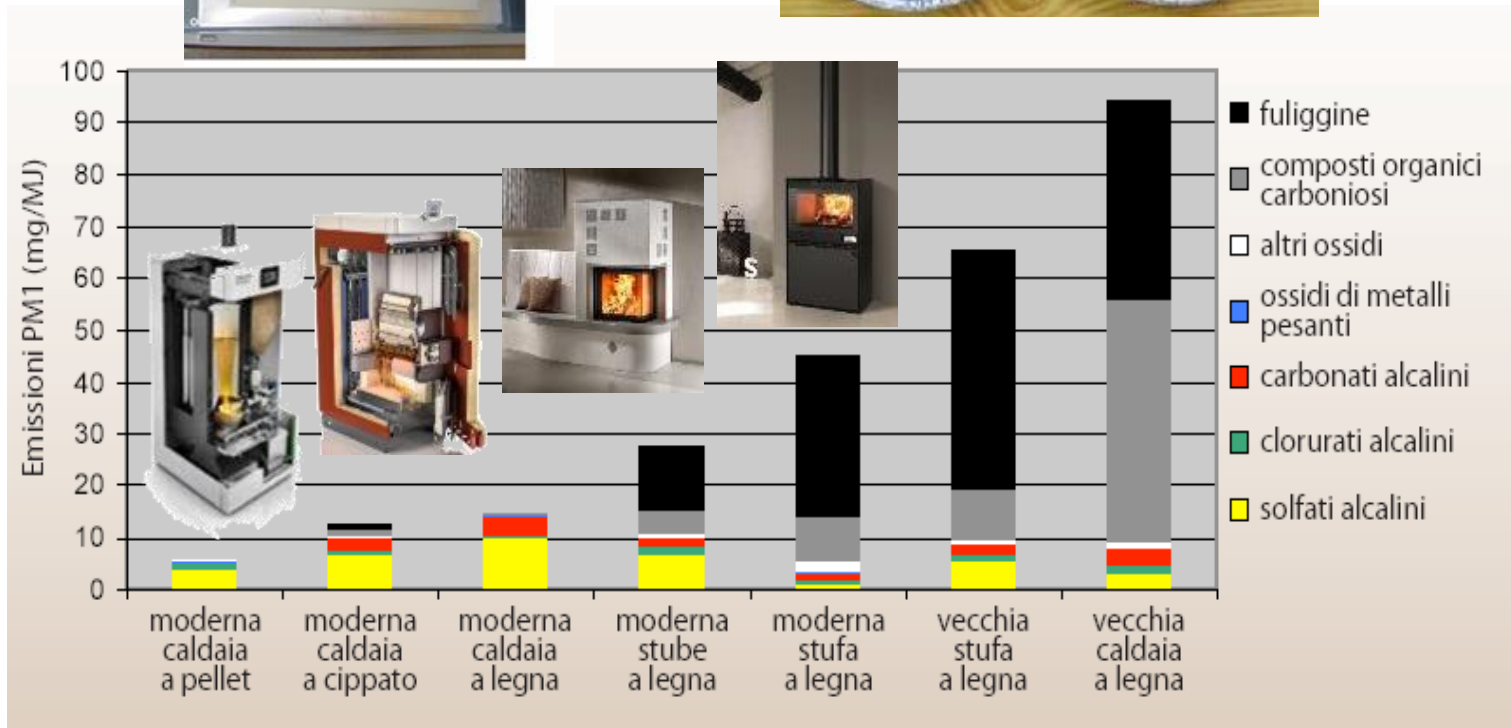
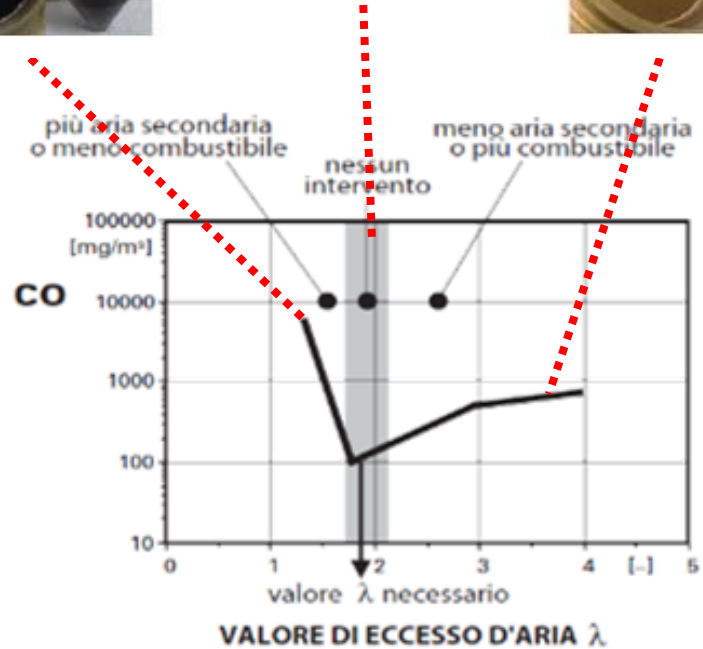
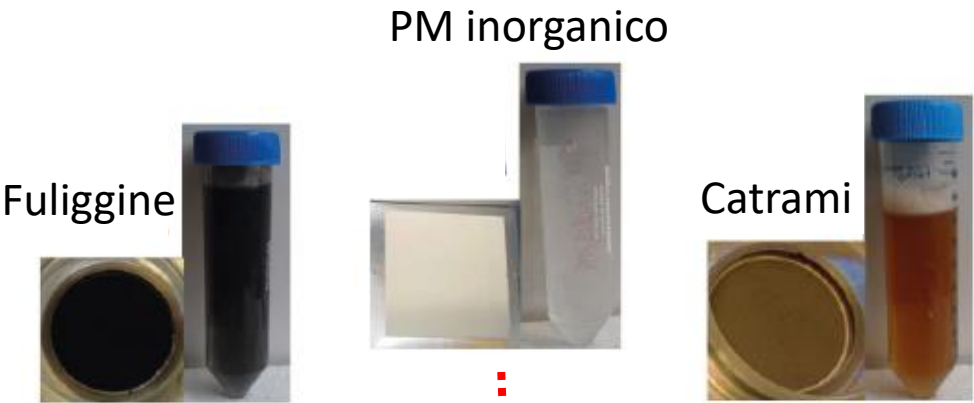
Fonte: 16. Holzenergiesymposium / Holzenergie und Klima:
Relevanz und Trends 2020 bis 2050 Bundesamt für Umwelt BAFU /
Vizedirektor Paul Steffen



Turnover tecnologico e mix tecnologico verso impianti molto performanti produce il disaccoppiamento tra consumi di biomasse ed evoluzione delle emissioni di PM 2.5

~30%

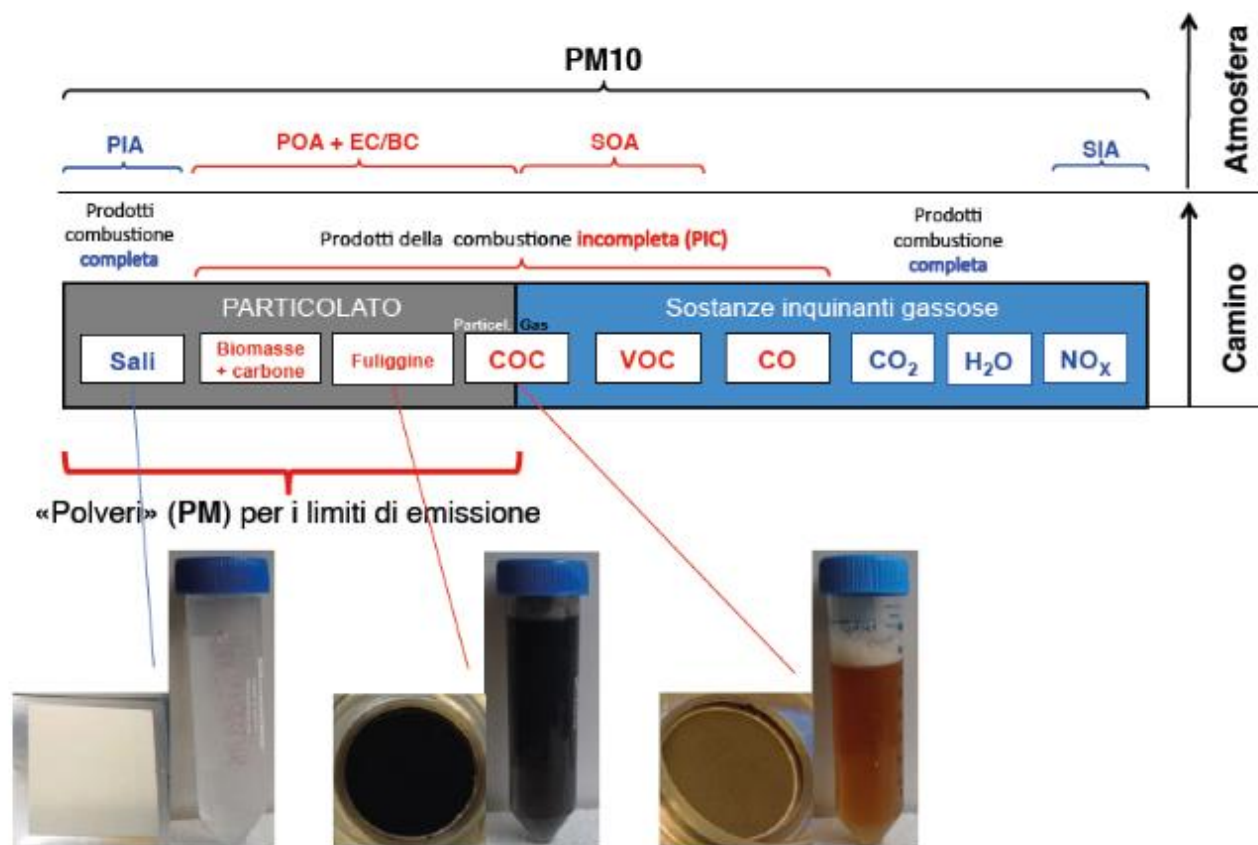
Qualità della combustione ed emissioni nocive



Fonte: https://aielenergia.it/public/documenti/290_Flash%20Francescato.pdf

(Brunner et al. 2011)

**Con la moderna tecnica di combustione si
azzerava l'emissione di
Composti Organici Carboniosi Condensabili
→ NO B(a)P NO precursori di PS**



Nelle **moderne caldaie con tecnica di combustione a due stadi**, grazie alle elevate temperature raggiunte e a una combustione (quasi) completa, nonché ai sistemi di controllo elettronico dell'aria comburente, le emissioni di BC, POA e VOC rimangono estremamente basse (<<5 g/GJ).

Il **particolato in questo caso è formato principalmente dai costituenti inorganici del biocombustibile (sali)**.

Questo tipo di particolato, inoltre, si lascia **separare molto efficacemente dai sistemi di filtrazione** (misure secondarie) di tipo elettrostatico o a maniche (i primi attualmente applicabili anche a caldaie di piccola potenza), garantendo un **fattore di emissione di PM10 - più o meno abbondantemente - inferiore a 5 g/GJ**.

Fonte: Nussbaumer T. 2017. Aerosols from Biomass Combustion. Technical report on behalf of the IEA Bioenergy Task 32. www.ieabioenergy.com.

CALDAIE A BIOMASSE “NZEB” – *Nearly Zero Emission Biomass Boilers*

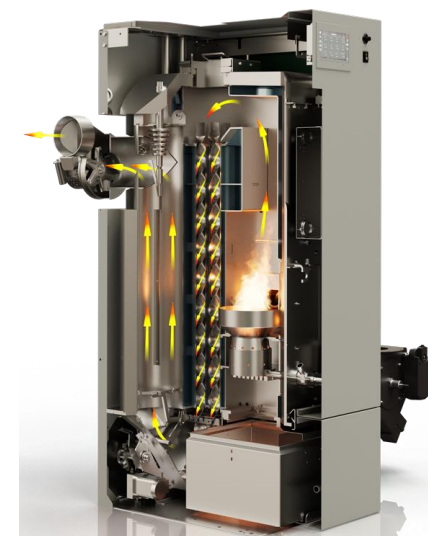
...sono impianti tecnologici moderni ad altissime prestazioni energetico-ambientali!

I costruttori di caldaie a biomassa hanno avviato importanti progetti di ricerca e sviluppo per raggiungere l'obiettivo delle emissioni «quasi zero» di **PM** e **Carbonio Organico (OGC)**

Questo progresso tecnologico riguarda anche le caldaie domestiche <35 kW

4 principali strategie

- Ottimizzazione della tecnica di combustione (**misure primarie**)
- Tecnica di combustione a **condensazione** ($++ \eta$; effetto filtrazione)
- Sistemi di **filtrazione ESP integrati** al corpo caldaia/al «sistema caldaia+ESP»
- **Sistemi energetici ibridi integrati 100% FER**

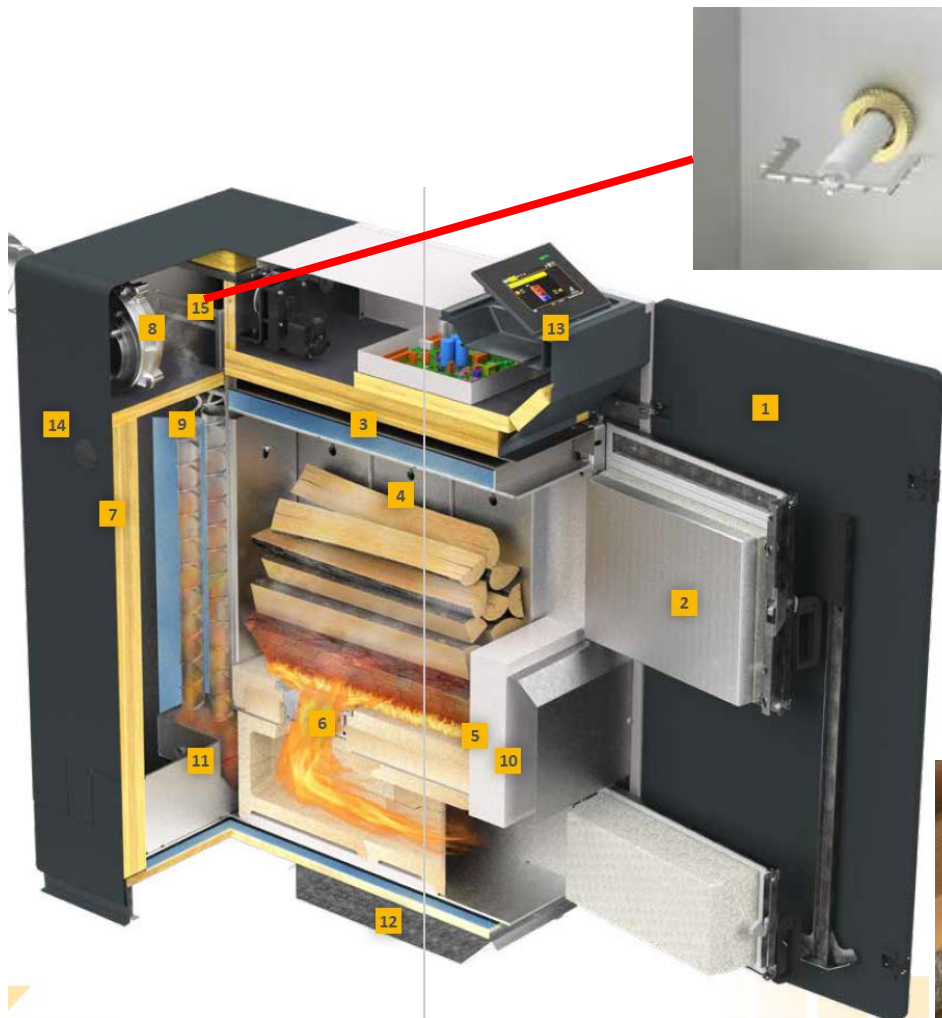


Sistemi di filtrazione anti-particolato in moderne caldaie a legna

Esempio, nuovo modello caldaia a legna 16-20 kW con ESP integrato



Estratto Certificato Ambientale 5 Stelle



VALORI CERTIFICATI		
PP	mg/Nm ³	1
COT	mg/Nm ³	1
NOx	mg/Nm ³	91
CO	mg/Nm ³	21
η	%	94,7

con ESP

VALORI CERTIFICATI		
PP	mg/Nm ³	5
COT	mg/Nm ³	2
NOx	mg/Nm ³	77
CO	mg/Nm ³	27
η	%	94,3

senza
ESP

CALDAIE A BIOMASSE “NZEB” – Nearly Zero Emission Biomass Boilers

Innovativa tecnica di combustione a gasificazione controcorrente: «caldaia a syngas di legno»
Alimentazione a legno cippato – **Pn da 24 kW fino a 100 kW**

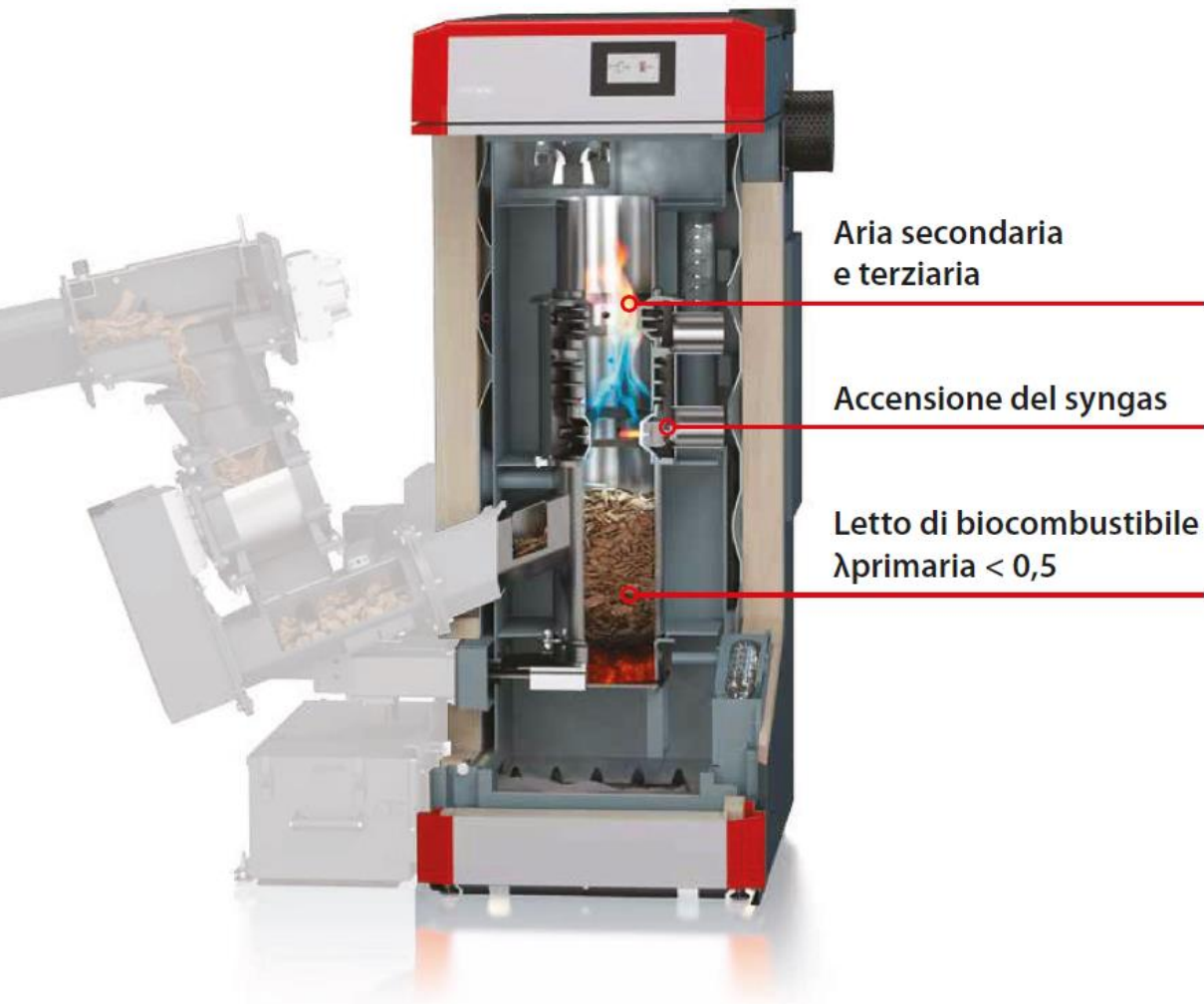


Tabella 1 - Prestazioni di rendimento ed emissioni dei modelli PuroWIN-Windhager (Fonte: TÜV SÜD Ind. Serv., Rapporto di prova H-A 1408-01/16)

Modello	kW	Biocombustibile	Rendimento %	PP (mg/MJ)	PP (mg/Nm³)	CO (mg/Nm³)	OGC (mg/Nm³)	NOx (mg/Nm³)
PW24	24	Cippato¹	93,5	< 1,0	1,0	2,0	1,0	68
PW30	30		93,4	< 1,0	1,0	6,0	0,0	84
PW40	40		93,8	< 1,0	1,0	5,0	0,0	81
PW45	45		94,0	< 1,0	1,0	4,0	0,0	80
PW49	49		94,2	< 1,0	1,0	4,0	0,0	79
PW60	60		94,7	< 1,0	1,0	2,0	0,0	75

Cippato B1 (EN 303-5): contenuto idrico M20-30%, ceneri A≤1,5%, pci>17 MJ/kg;

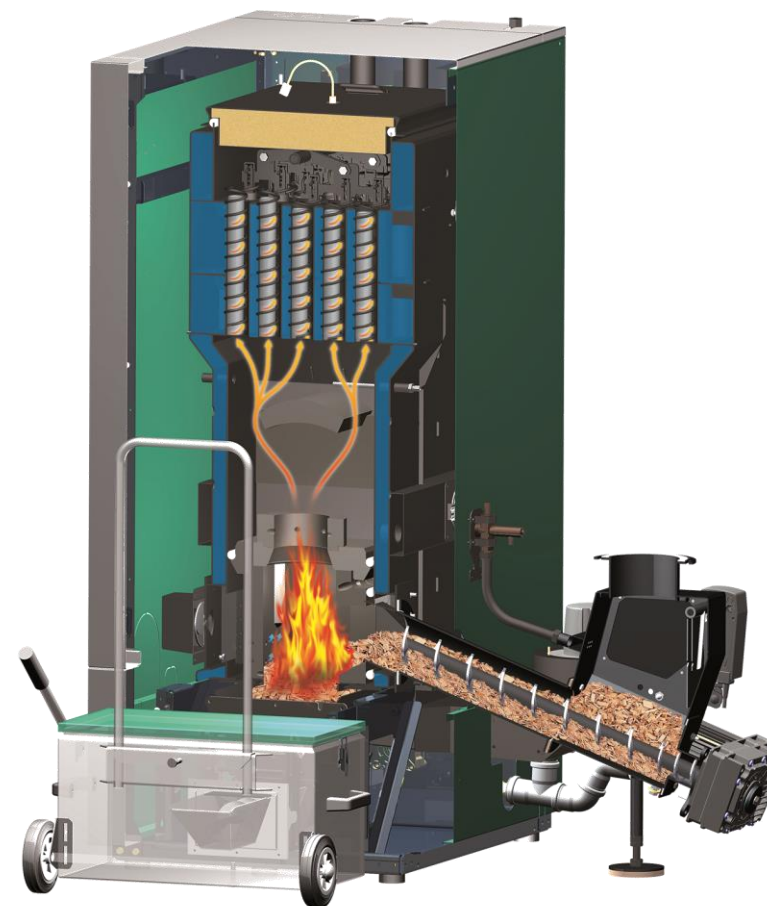


CALDAIE A BIOMASSE “NZEB” – *Nearly Zero Emission Biomass Boilers*

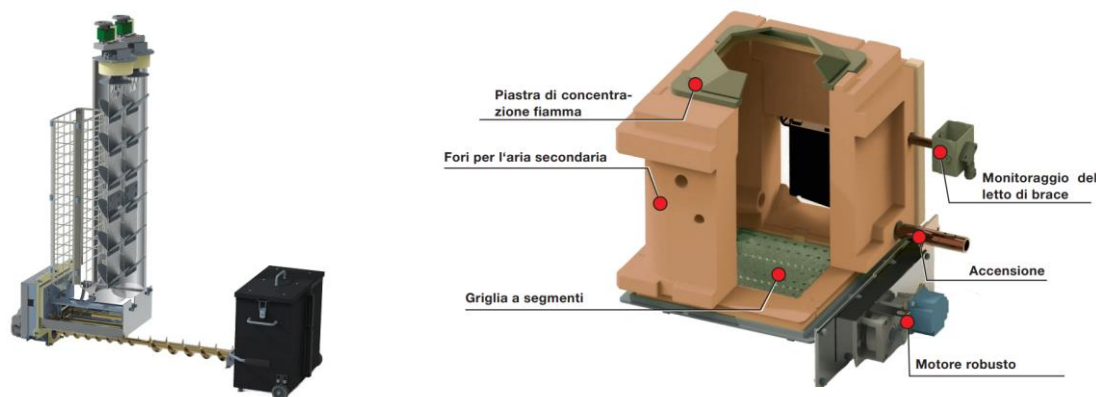
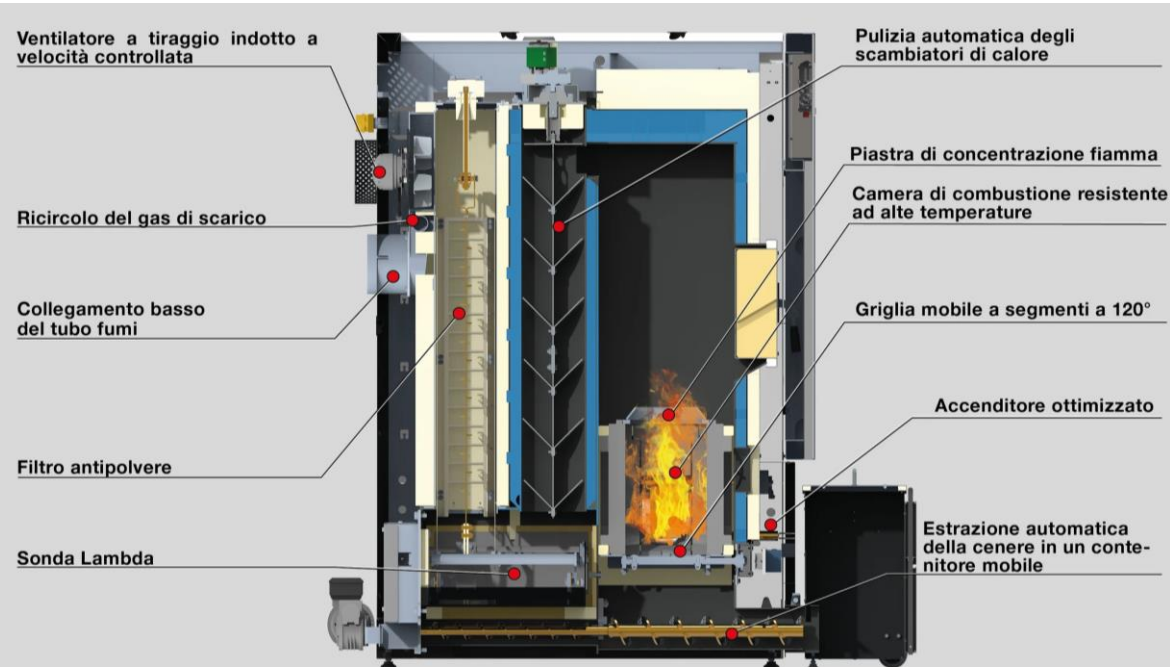
Ottimizzazione della tecnica di combustione e condensazione

Alimentazione a legno cippato – Pn **30 - 40 kW**

VALORI CERTIFICATI		
PP	mg/Nm ³	1
COT	mg/Nm ³	<1
NOx	mg/Nm ³	97
CO	mg/Nm ³	21
η	%	107,0



CALDAIE A BIOMASSE “NZEB” – *Nearly Zero Emission Biomass Boilers*



	Senza ESP					Con ESP				
kW	40	45	50	60	70	40	45	50	60	70
CO	20	21	22	23	25	20	21	22	23	25
COT	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	1	1
Polveri	2,4	2,3	2,3	2,1	2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,6
NOx	118	116	115	111	108	119	117	115	112	108
Rend.	94,6	94	94	94	93	94,5	94,3	94	93,6	93,1
Stelle	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Estratto dal Test Report originale del 10/06/2024
*Caldaia EN 303-5 a **cippato**, classe A1*

- Griglia mobile autopulente, ottimizzazione comb.
- Ricircolo gas di scarico
- Filtro ESP integrato al corpo caldaia



Caldaie NZEB: Caldaia a cippato (120-240 kW).... oltre le 5 Stelle

Tabella 1 - Valori delle emissioni e dei rendimenti di omologazione della gamma eHACK a cippato

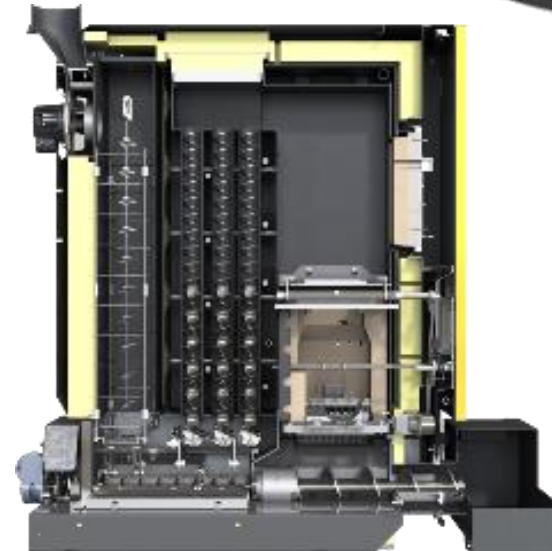
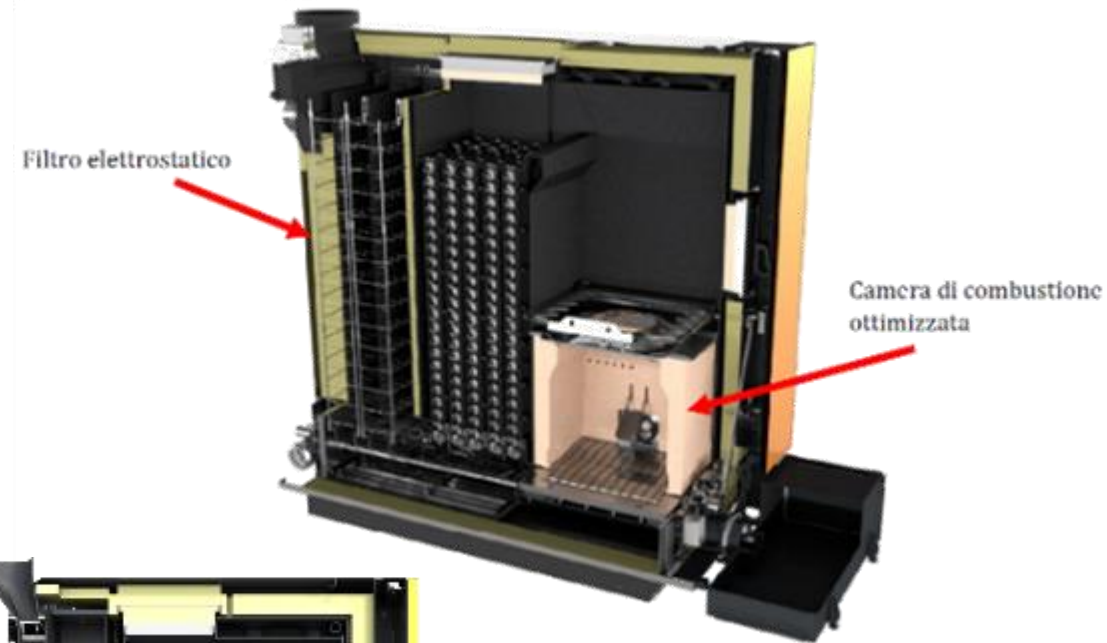
eHACK 120-240 kW	PP		COT		NOx		CO		η	
mg/Nm ³ al 13%O ₂	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp
Valore massimo	1	0	1	2	107	77	10	86	95,4%	96,0%
Valore minimo	0	0	1	1	79	64	4	16	93,4%	97,4%
g/GJ	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp		
Valore massimo	0	0	0	1	70	50	6	56		
Valore minimo	0	0	0	1	50	41	2	10		

Valori desunti dai rapporti di prova EN 303-5 e dai Certificati Ambientali DM 186/2017.

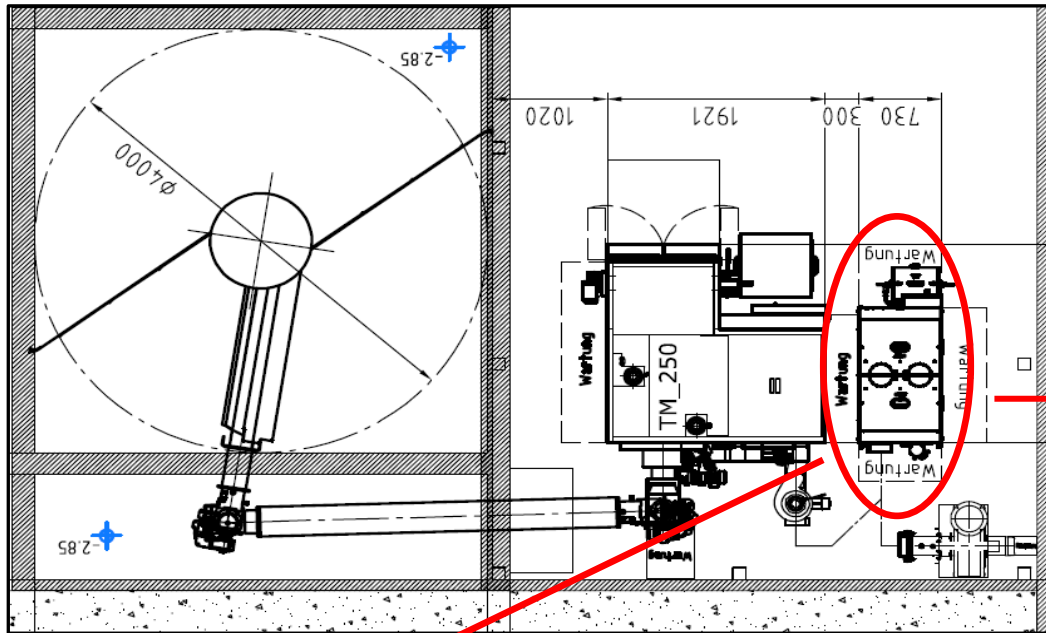
Pn=potenza nominale, Pp=potenza parziale ai sensi EN 303-5. Qualità del cippato di prova: conforme alla Classe A1 ISO 17225-4 (M20, P31S, A1.0).

LIMITI all.1 D.M. 7/11/2017, n.186			
5 stelle	4 stelle	3 stelle	2 stelle
15	20	30	60
5	10	15	30
150	150	150	200
30	200	364	500
88	87	85	80

organico totale, NOx = ossidi di azoto, CO = monossido di carbonio, η = rendimento
cco in condizioni normali (273 K e 1013 mbar) con una concentrazione



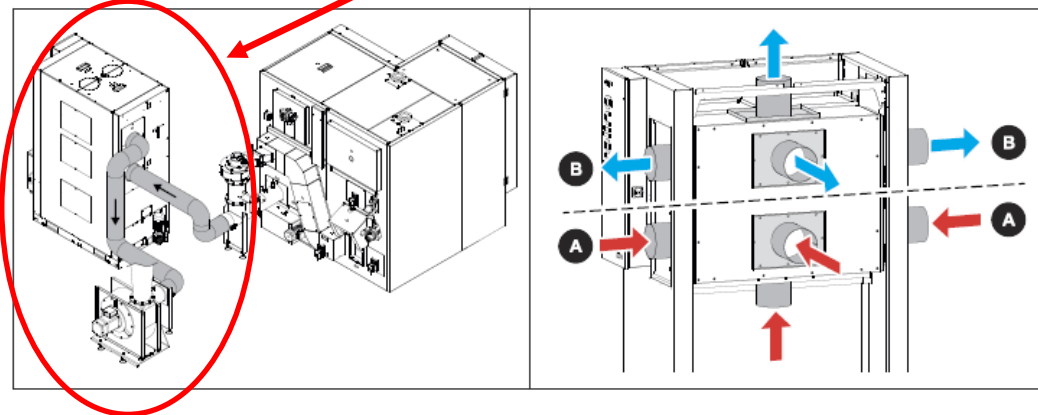
Caldaie NZEB: Caldaia a cippato (200 kW).... oltre le 5 Stelle



VALORI CERTIFICATI

PP	mg/Nm ³	1,5
COT	mg/Nm ³	<2
NOx	mg/Nm ³	107
CO	mg/Nm ³	5
η	%	92,6

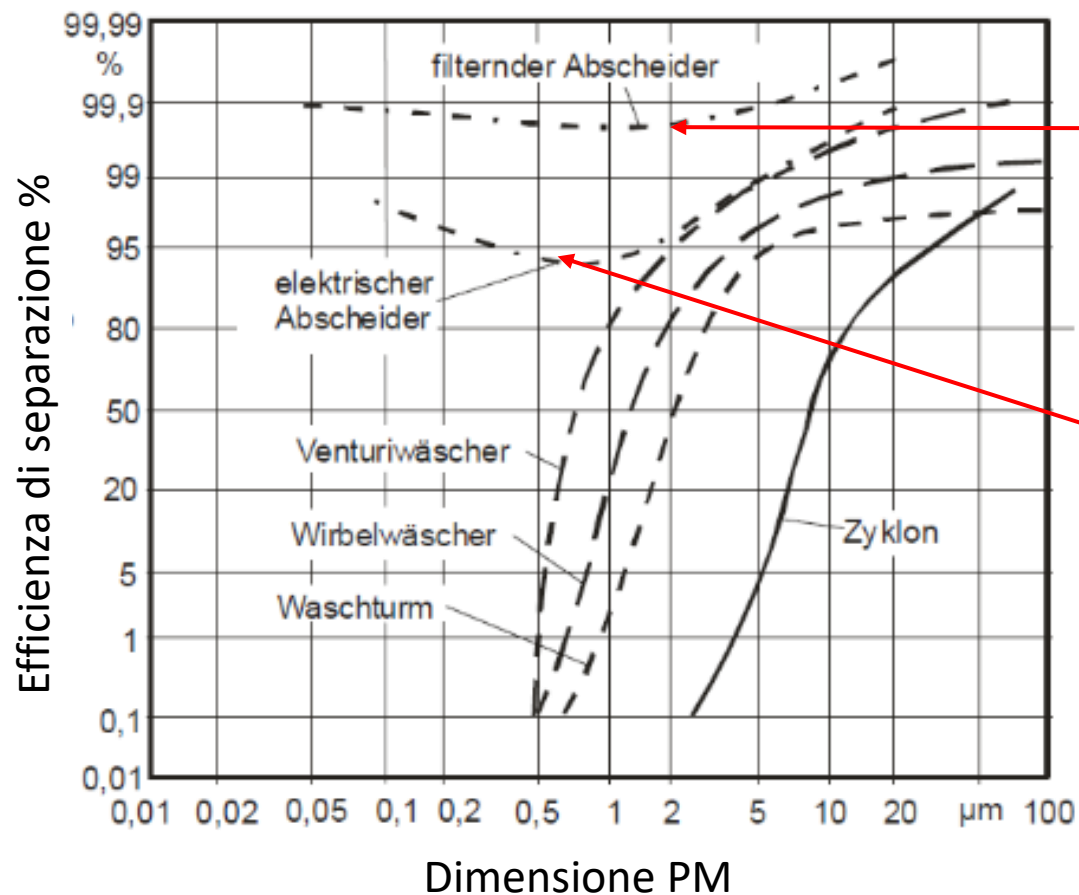
PP = particolato primario, COT = carbonio



Prestazioni dei sistemi di filtrazione

Filtro a maniche: 0,05 - 10 μm | >99%

Filtro elettrostatico: 0,1 - 20 μm | 95-99%



Fonte: Energie aus Biomasse, 2009

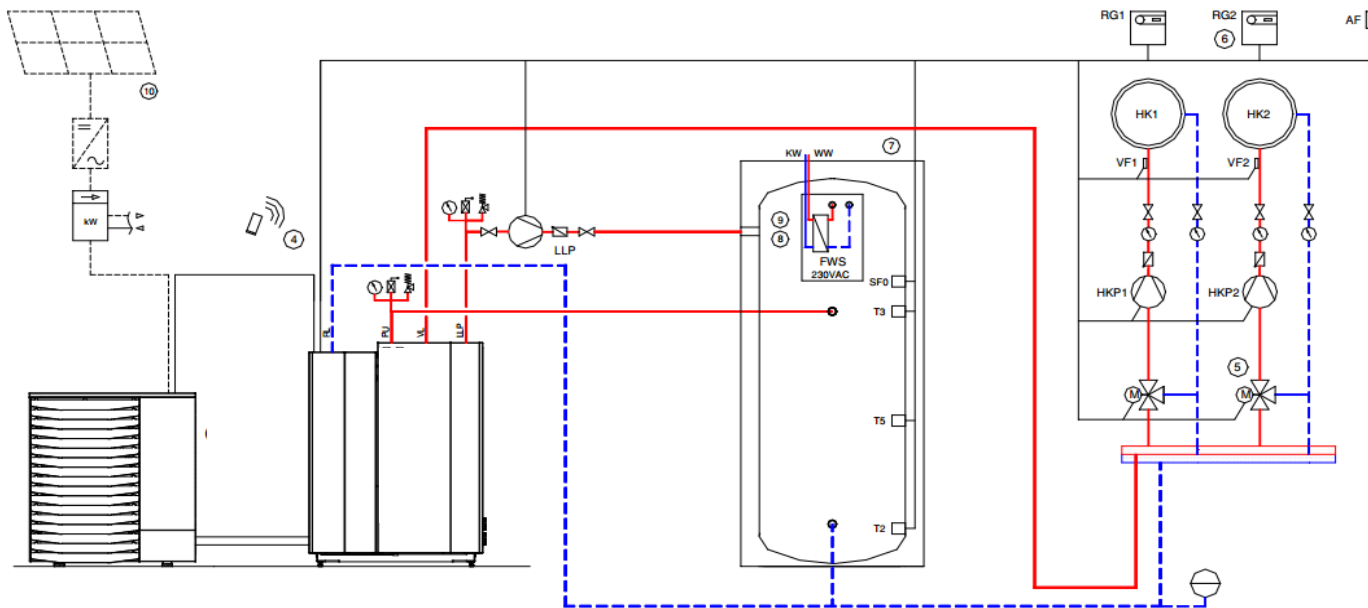
Filtro a maniche



Filtro Elettrostatico



Sistemi energetici ibridi integrati **100% FER**: caldaia biomassa + PdC + FV + ST



- **Indipendenza energetica edificio**
- Max efficienza del sistema energetico (**priorità**)
- Max uso della **componente solare** (-- **biomassa**)
- Uso **surplus EE** da FV per PdC e resistenza elettrica
- **Ottimizzazione combustione**: min. start-stop e transitori (-- **emissioni**)

Moderni Impianti Tecnologici a cippato forestale: cosa dice il «campo»



3 campagne di monitoraggio in prossimità dell'impianto a cippato: una invernale ante-operam 2015 e due post-operam, rispettivamente nella stagione estiva 2016 ed invernale 2017.

Estratto delle conclusioni Relazione ARPAE
*...“si evidenzia come, sia per quanto riguarda le concentrazioni rilevate per ciascun composto riscontrate in occasione dei vari campionamenti, **non si notano differenze sostanziali attribuibili all'attivazione della centrale a cippato**”.*

Scarica la relazione originale

www.comune.bagnodiromagna.fc.it

Considerazioni e proposte

Lo stato della tecnica di combustione, con misure tecnologiche primarie e secondarie, per le caldaie EN 303-5 fino a 500 kW e caldaie Pn > 500 kW, ha prodotto sistemi di generazione ad emissioni di PP e COT «quasi Zero» (NZEB)

Considerati gli sfidanti obiettivi di **decarbonizzazione** della termica si ritiene che questi impianti tecnologici meritino di essere incentivati, anche in **sostituzione di combustibili fossili gassosi**, in particolare nei **Comuni NON critici**

L'Accordo del Bacino Padano prescrive di non incentivare gli interventi di installazione di impianti termici a biomassa legnosa (tutti) nei provvedimenti regionali di utilizzo dei fondi strutturali finalizzati all'efficientamento energetico

L'Accordo del Bacino Padano prescrive il ricorso ad impieghi delle fonti rinnovabili diversi dalla combustione delle biomasse, per assicurare il raggiungimento della **copertura della quota d'obbligo FER** nei nuovi edifici e le ristrutturazioni rilevanti (60%)

Riteniamo che queste limitazioni NON debbano essere applicate trasversalmente alle biomasse, gli impianti tecnologici ad emissioni «quasiZero» (NZEB) devono a nostro parere essere esclusi da queste limitazioni

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Valter Francescato, direttore tecnico

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

francescato.aiel@cia.it

www.aielenergia.it



www.energiadallelegno.it

