

Moderni impianti tecnologici a biomasse per le imprese e i privati

Impianti tecnologici a biomasse legnose ad emissioni “quasi zero” e aspetti socio-economici e ambientali della filiera foresta-legno-energia

Valter Francescato, direttore tecnico AIEL | 22 febbraio 2025

CHIARIAMO LA DIFFERENZA TRA

EMISSIONI CLIMA ALTERANTI →
Riscaldamento globale (CO₂)

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

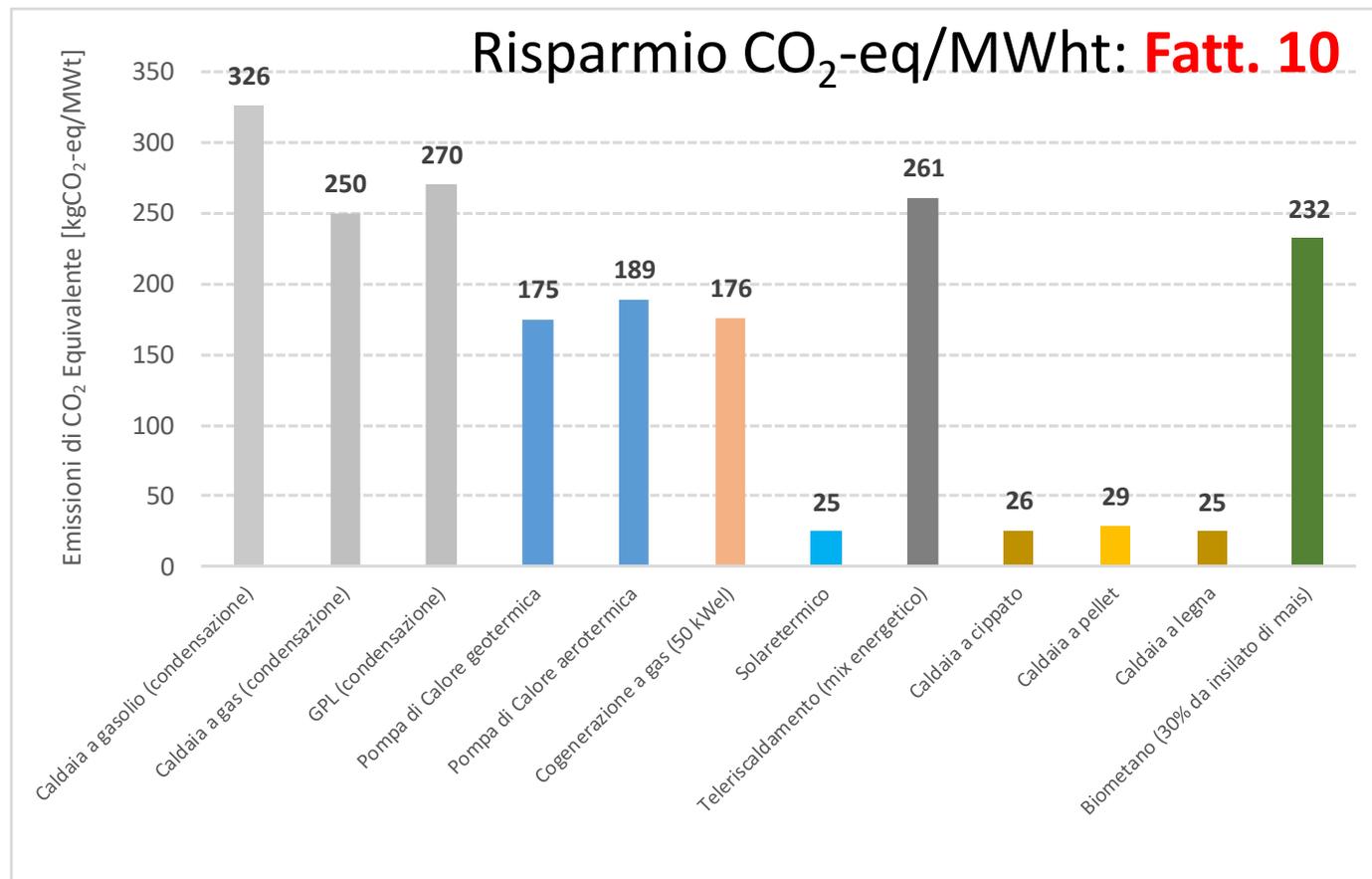


<https://energiadalleghno.it/luso-energetico-delle-biomasse-puo-fermare-il-cambiamento-climatico/>



LEGNO RINNOVABILE PER MITIGARE I CAMBIAMENTI CLIMATICI

CO₂-FOSSILE vs CO₂-CIRCOLANTE (Ciclo del Carbonio)



(Fonte: IER - Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart, Novembre 2018).

Con la gestione forestale sostenibile e la valorizzazione del legno a cascata la filiera **NON** introduce ulteriore CO₂ in atmosfera, **MA LA RIMUOVE!**

Questo è quanto ha dimostrato un recente studio scientifico condotto in Austria (2024) da istituti di ricerca indipendenti e il Ministero federale dell'Ambiente



Con **tassi di prelievo** annuali costantemente inferiori all'incremento annuo delle foreste e un'industria di lavorazione del legno vitale, le foreste e i prodotti del legno sono stati un **sink di gas clima alteranti** che ha compensato in media il **14% delle emissioni di gas serra (GHG) austriache tra il 1990 e il 2022.**

Questo studio austriaco – applicabile certamente anche in Italia – è una **risposta scientifica** a chi sostiene in modo «generico» che:

1. Le foreste non gestite (abbandonate alla naturale evoluzione) conterrebbero maggiori scorte di carbonio nella biomassa e quindi contribuiscono maggiormente alla mitigazione del cambiamento climatico;
2. L'uso energetico della biomassa legnosa non contribuirebbe alla riduzione delle emissioni clima alteranti, anzi le aumenterebbe, anche più dei combustibili fossili.

Foreste in forte espansione...ma aumenta l'abbandono e i «danni climatici»

- **9,1 Mha di boschi**

34% pubblici, 66% private

- Negli ultimi 30 anni **+2,3 Mha**

- Incremento annuo: **36 Mm³**

- Prelievi: **18-37% dell'incr.**

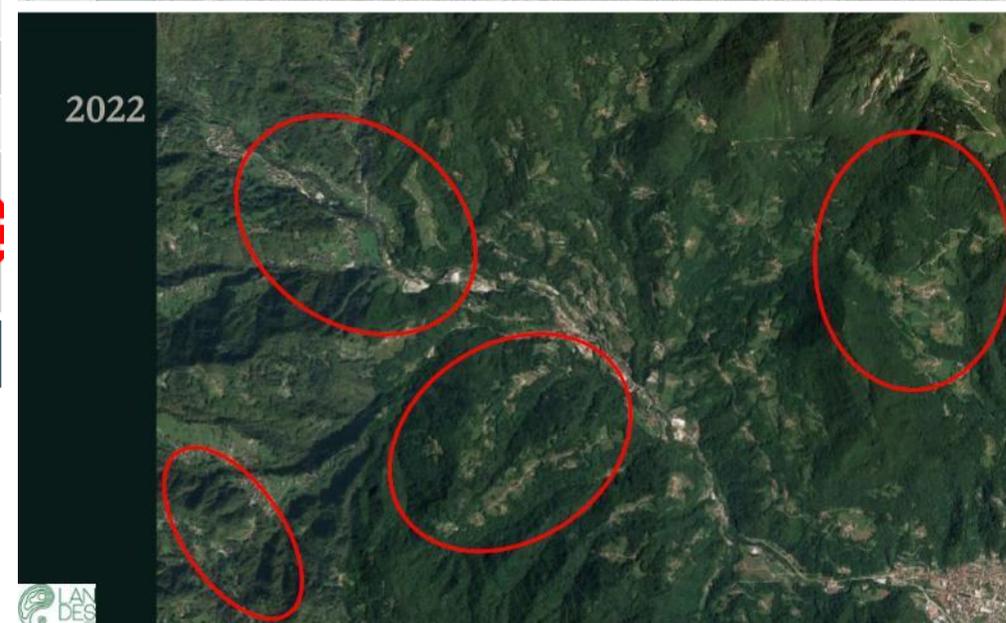
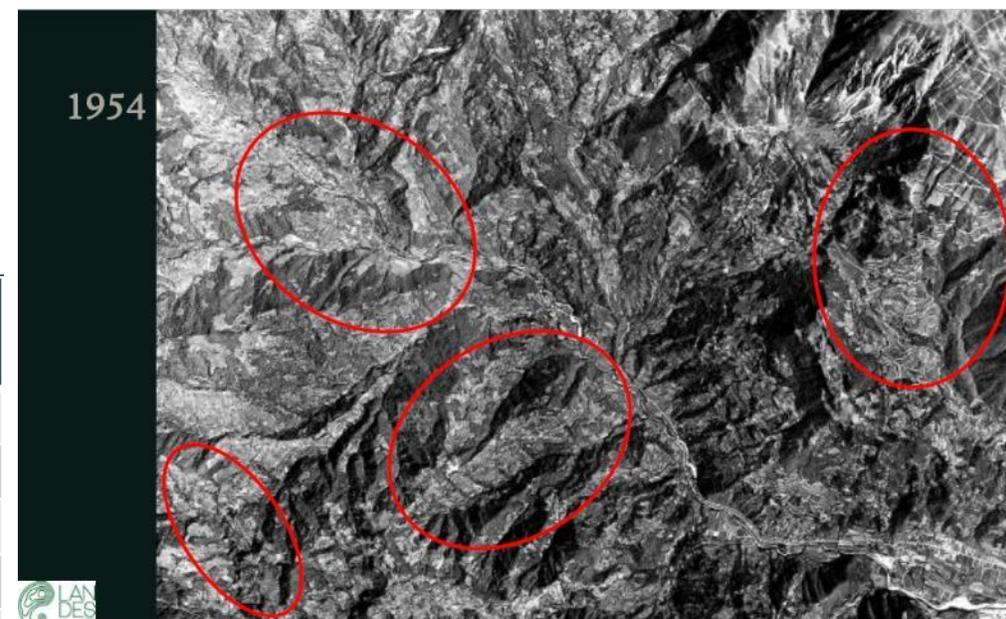
- 65% → legno da energia

- 35% → legno da industria



Evoluzione della superficie forestale nell'Unione Montana Piccole Dolomiti dal 1954 al 2022

Comuni	superficie forestale (mq)		Differenza	
	1954	2020		
Monte di Malo	9.060.332,40	12.185.752,56	3.125.420,16	34,50%
Piovene Rocchette	3.653.485,63	6.417.648,14	2.764.162,51	75,66%
Posina	24.137.583,79	34.387.167,19	10.249.583,41	42,46%
Recoaro Terme	24.719.784,60	39.998.665,80	15.278.881,20	61,81%
San Vito di Leguzzano	819.858,00	1.186.604,25	366.746,25	44,73%
Santorso	2.028.950,53	4.387.660,77	2.358.710,24	116,25%
Schio	18.215.205,70	30.647.551,00	12.432.345,30	68,25%
Torrebelvicino	11.273.763,83	15.442.448,07	4.168.684,23	36,98%
Valdagno	18.732.260,13	27.561.230,72	8.828.970,58	47,13%
Valli del Pasubio	24.711.757,25	35.703.646,07	10.991.888,82	44,48%
Totale	137.352.981,85 (13.735,29 ha)	207.918.374,56 (20.791,83 ha)	70.565.392,71 (7.056,53 ha)	51,38%



Fonte: dott. For. Marco Grendele | Landes Group | landes-group.it

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"**

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



Servono investimenti importanti per ri-attivare la gestione forestale nelle aree montane per: **aumentare i prelievi**, vitalizzare le **filiere foresta-legno**, gestire attivamente gli effetti del **cambiamento climatico**, rendere le **foreste resilienti**, favorire **l'uso del legno materiale + energia**

Esempio numerico: Comunità Montana Valle Camonica (ca. 65.700 ha di foreste)



- ca. 42.000 ha di boschi assestati (65%)

Ripresa: 100.000 mc

Utilizzazioni 32.000 mc

Legname disponibile non utilizzato: 68.000 mc/anno!

Conseguenze:

- Aumenta la provvigione
- Foreste sempre più mature e stramature
- **Maggiore vulnerabilità** ai cambiamenti climatici e ai conseguenti disturbi
- **Minori benefici sull'effetto sink di carbonio** (prodotti legnosi ed energia dal legno)
- **Perdita di servizi ecosistemici**

Fonte dati numerici: G.B. Sangalli, 2024. CMVC.

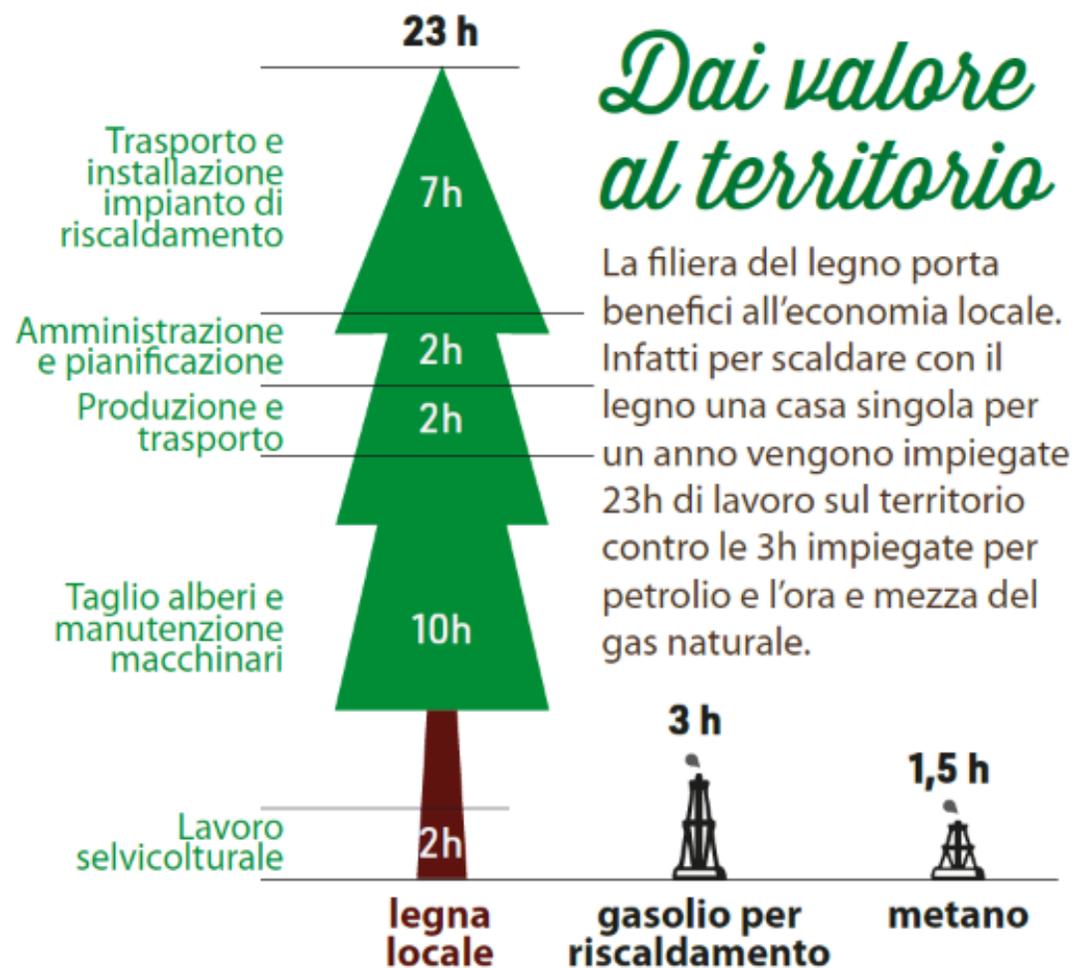
VALORIZZAZIONE A CASCATA DEL LEGNO DA DANNI CLIMATICI



VALORIZZAZIONE A CASCATA DEL LEGNO DA DANNI CLIMATICI



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)contrasto allo spopolamento e l'invecchiamento della popolazione

Sviluppo della foresta europea **al 2100**, conseguenze dei **cambiamenti climatici** sulla disponibilità di legno per l'industria e la filiera energetica (fonte: M. Hanewinkel, 2024)

- Si attende che i cambiamenti climatici in corso causeranno un significativo **cambiamento della composizione delle foreste europee**. Il cambiamento interessa soprattutto **le conifere produttive**, che diventano sempre più vulnerabili: abete rosso, abeti, pini
- Si stima una perdita di valore delle foreste di **centinaia di miliardi di Euro** ed effetti negativi sul potenziale di utilizzo per tutti gli assortimenti legnosi. Anche il **Legno-Energia**, quale co-prodotto della «selvicoltura produttiva», è interessato dagli effetti dei cambiamenti attesi
- L'aumento dei disturbi nelle foreste sono un **fenomeno globale con implicazioni di mercato altrettanto globali**



Soprassuoli di **pure conifere sono estremamente vulnerabili ai disturbi abiotici e biotici**: siccità, ondate di calore, tempeste, insetti, ecc... I proprietari forestali devono attivamente convertire questi soprassuoli semplificati (di abete rosso) in **foreste miste più stabili e strutturalmente articolate**, popolate da specie forestali adatte alle dinamiche stagionali, più **resilienti ai cambiamenti climatici**

ma...boschi più giovani sono più resistenti e resilienti!

«Si dice troppo poco che il vento e il bostrico stanno facendo in parte quello che noi selvicoltori non abbiamo fatto per decenni: tagliare gli alberi maturi e dare spazio ai giovani!»

«Se vogliamo davvero, per il futuro, boschi più resistenti e resilienti, **capaci di generare tutti i servizi che chiediamo loro ogni giorno**, non dobbiamo solo pensare alla mescolanza delle specie o a strutture più irregolari, **ma anche a modificare la distribuzione tra le varie classi di età, riequilibrandola a favore dei popolamenti più giovani**»

Fonte: R. Del Favero, 2024; dal libro SOTTOCORTECCIA, un viaggio tra i boschi che cambiamo, P. Lacasella e L. Torreggiani, 2024.

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/>

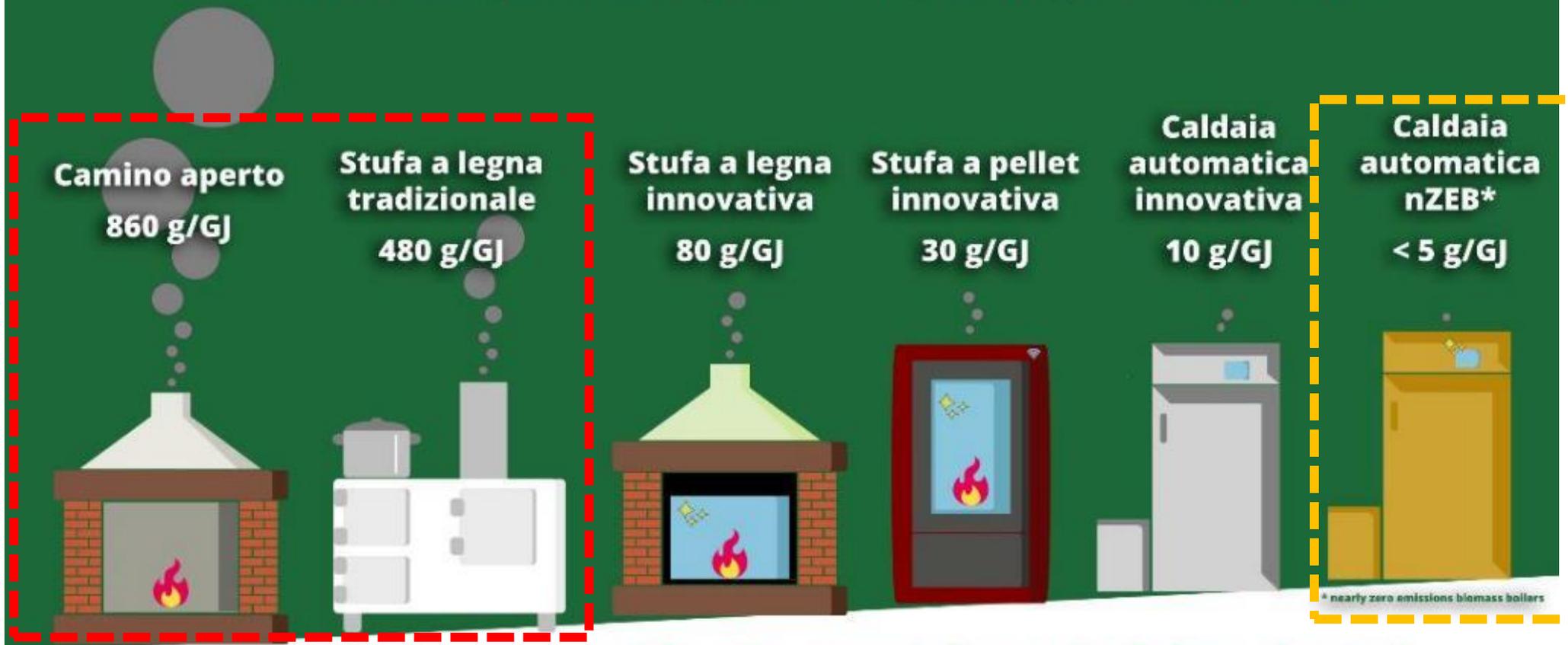


ENERGIA E AMBIENTE DUE FACCE DELLA STESSA MEDAGLIA

La questione delle emissioni di PM10, Carbonio Organico e B(a)P



Emissioni di polveri ogni 70 kg di legno utilizzato



**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

Regione Veneto (2018)	N	%
Stufa a pellet	111.079	15,8%
Camino chiuso a pellet	12.196	1,7%
Cucina a pellet	2.037	0,3%
Termostufa e termocucina a pellet	6.918	1,0%
Caldaia a pellet	12.385	1,8%
Caminetto aperto	96.198	13,7%
Stufa a legna	254.609	36,3%
Camino chiuso a legna	83.894	11,9%
Cucina a legna	51.410	7,3%
Stufa in maiolica	34.905	5,0%
Termostufa e termocucina a legna	26.192	3,7%
Caldaia a legna	10.271	1,5%
Totale	702.094	100%

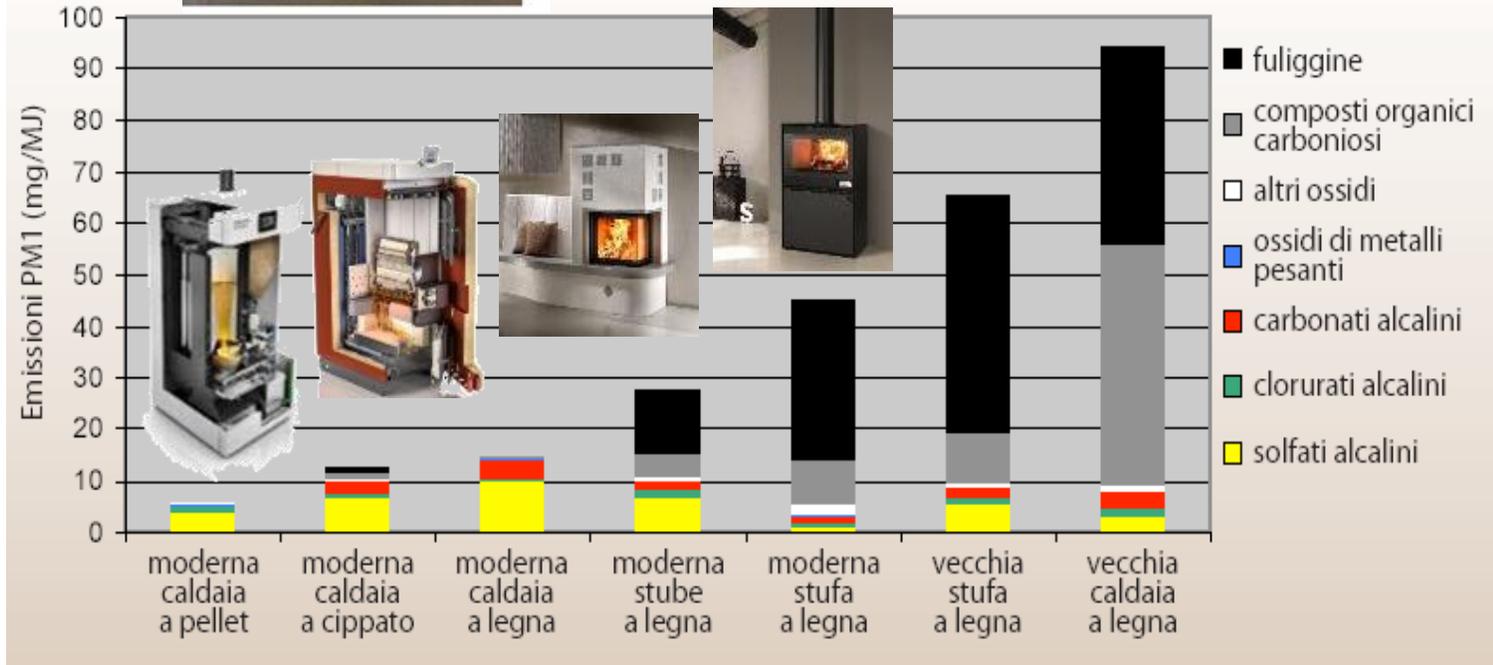
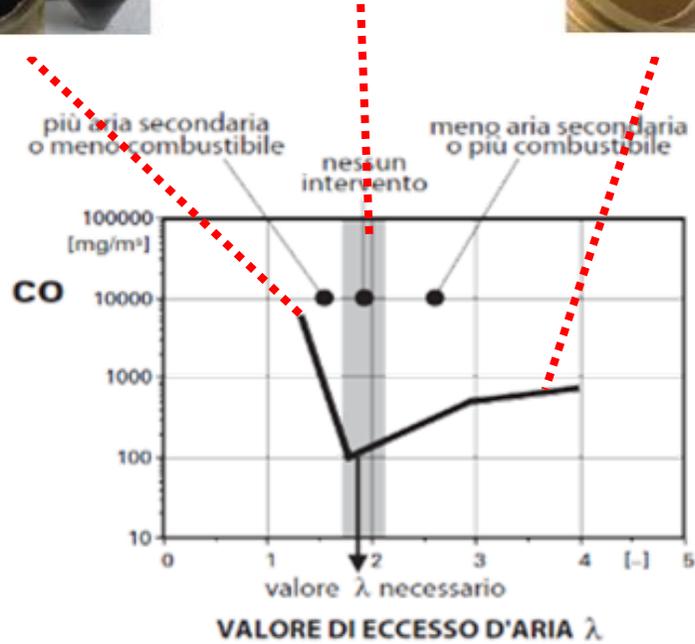
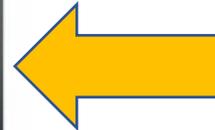
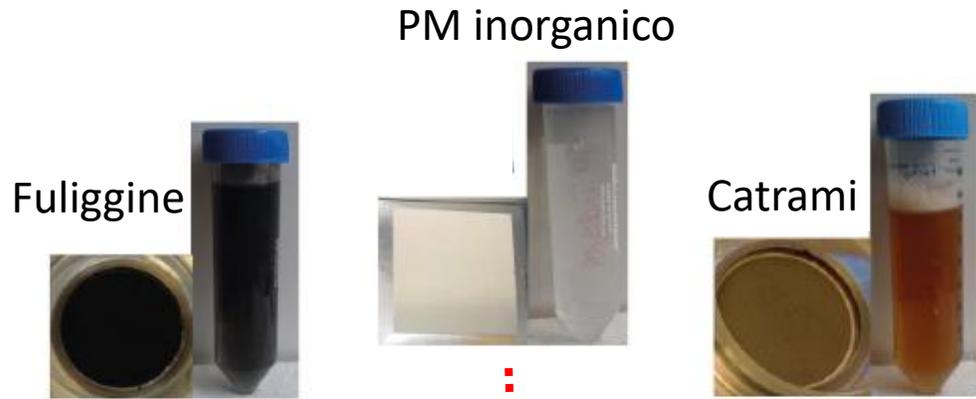
E' molto importante avere statistiche precise e aggiornate per monitorare l'evoluzione dei consumi e delle emissioni

1. La combustione domestica del legno produce il **32% del PM10 totale in inverno**
2. **85-90% del PM10** è prodotto da **apparecchi tradizionali a legna**
3. Almeno il **60% degli apparecchi non è più compatibile** con le azioni di **mantenimento e miglioramento della qualità dell'aria**

78%



Qualità della combustione ed **emissioni nocive**



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

(Brunner et al. 2011)

Figura 3 – In condizioni di funzionamento reale, le misurazioni del particolato in moderni impianti automatici, correttamente progettati e mantenuti, confermano fattori di emissione di PM10 estremamente bassi e privi di componente carboniosa organica (catrami).



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** (++ η ; effetto filtrazione)
- Sistemi di **filtrazione ESP integrati** al corpo caldaia/al «sistema caldaia+ESP»
- **Sistemi energetici ibridi integrati 100% FER**

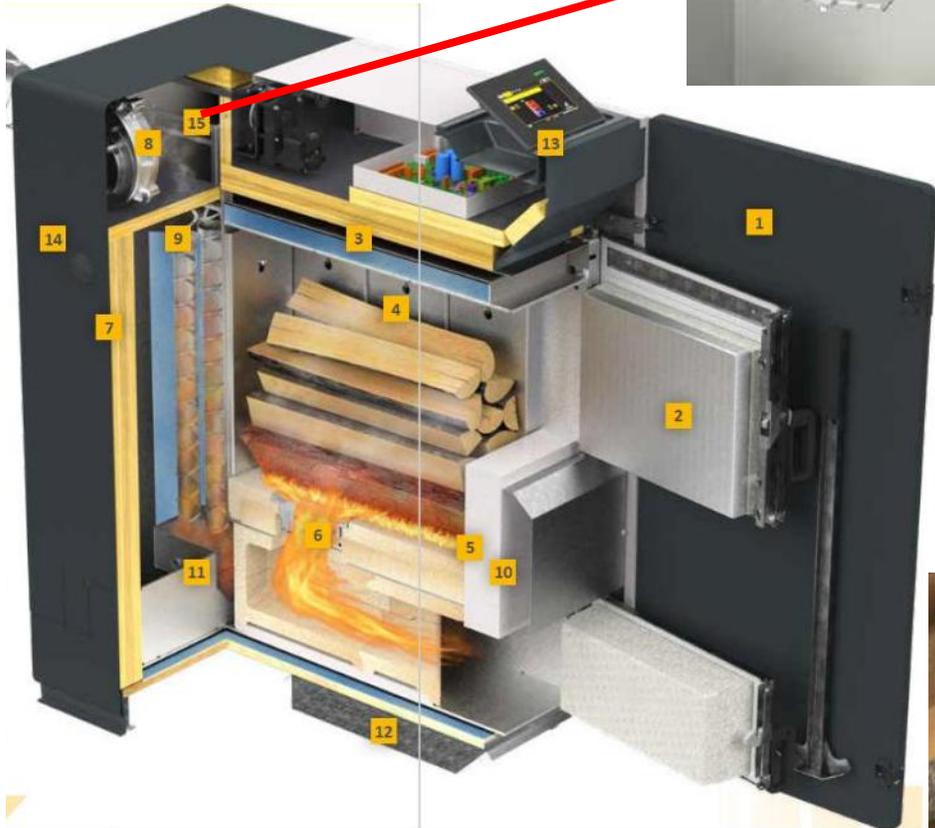


Sistemi di filtrazione anti-particolato in moderne caldaie a legna

Esempio, nuovo modello caldaia a legna 16-20 kW con ESP integrato e accensione automatica e programmabile della caldaia



Estratto Certificato Ambientale 5 Stelle

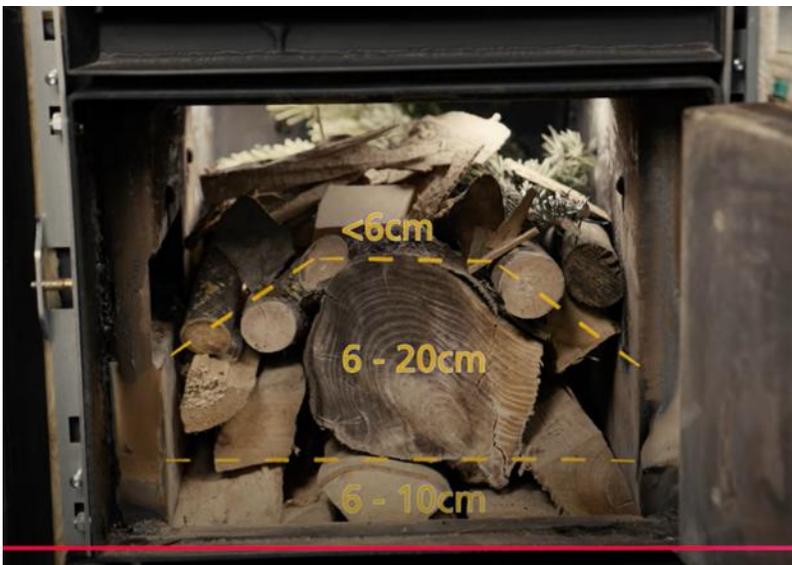


VALORI CERTIFICATI		
PP	mg/Nm ³	1
COT	mg/Nm ³	1
NOx	mg/Nm ³	91
CO	mg/Nm ³	21
η	%	94,7

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



6.2 Caricamento della legna

Legna da accensione ottimale

La caldaia è ottimizzata per ceppi di legna da 50 cm. È preferibile utilizzare questi ceppi, poiché in questo modo si sfrutta al meglio il vano di carico e si ottimizza la procedura di accensione.

Per un'ottimale procedura di accensione, iniziare con 3 ceppi di legna lunghi circa 50 cm e spessi 8 cm.

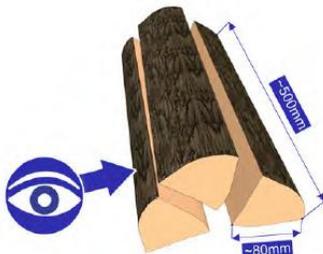


Fig. 6-15: Caratteristiche dei ceppi di legna

Se si utilizzano legna da accensione lunga 30 cm, consultare il capitolo [6.2.2 "Legna da accensione \(30 cm\)"](#).

6.2.1 Legna da accensione (50 cm)

Caricare correttamente la legna da accensione (1/2 m)

Caricare 2 ceppi di legna sul bordo di accensione nel vano di carico. Quindi posizionare 1 ceppo di legna su entrambi i ceppi precedentemente inseriti.

Per una procedura d'accensione ottimale, inserire i ceppi di legna appena prima dell'accensione. Non è necessaria mantenere alcuna distanza dall'accensione perché quest'ultima si trova in una rientranza.



Fig. 6-17: Ceppi di legna sul bordo di accensione

I 3 ceppi devono essere messi in parallelo rispetto alla lunghezza nel vano di carico.

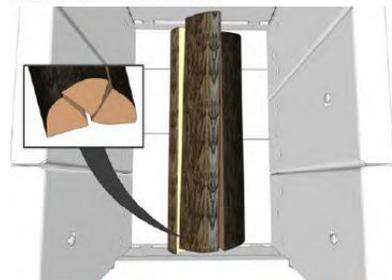


Fig. 6-18: Caricare gradualmente i ceppi di legna

6.2.2 Legna da accensione (30 cm)

Caricare correttamente la legna da accensione (1/3 m)

Caricare prima un ceppo di legna sopra l'apertura di passaggio fiamma. Caricare quindi 2 ceppi di legna lateralmente sul bordo di accensione nel vano di carico. Quindi posizionare 1 ceppo di legna sui due ceppi appena inseriti.

Mai inserire materiale aggiuntivo (rametti, segatura) o carta nello scomparto inferiore per accelerare il processo di accensione.

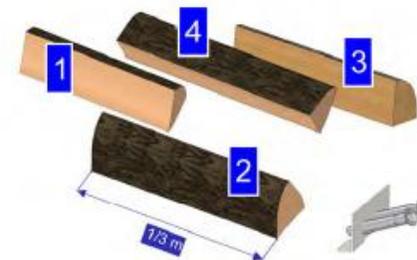


Fig. 6-22: Legna da accensione

Per una procedura d'accensione ottimale, inserire i ceppi di legna appena prima dell'accensione. Non è necessaria mantenere alcuna distanza dall'accensione perché quest'ultima si trova in una rientranza.

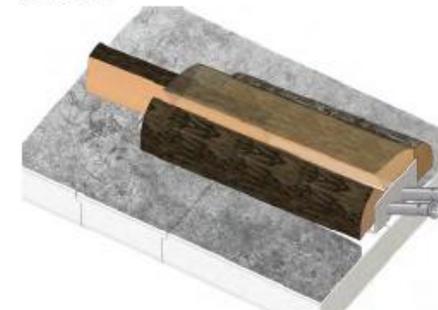


Fig. 6-23: Ceppi di legna sul bordo di accensione

CALDAIE A BIOMASSE “NZEB” – Nearly Zero Emission Boilers

Zero-Flame combustion technology

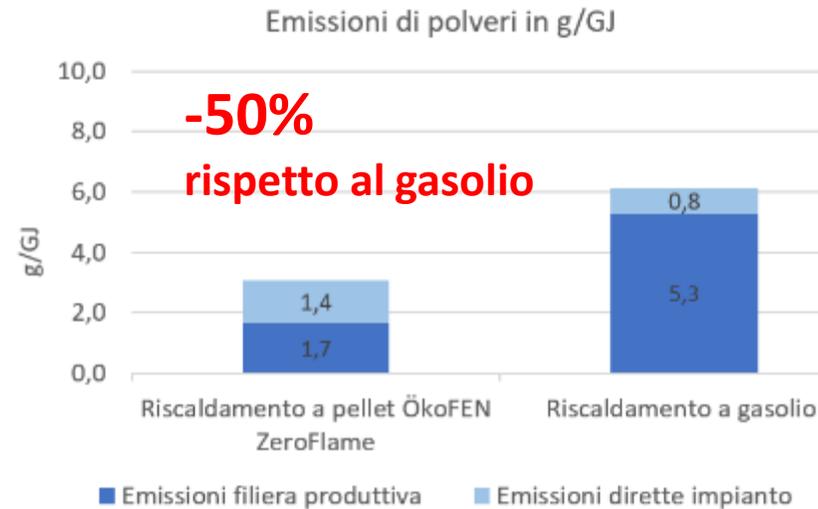
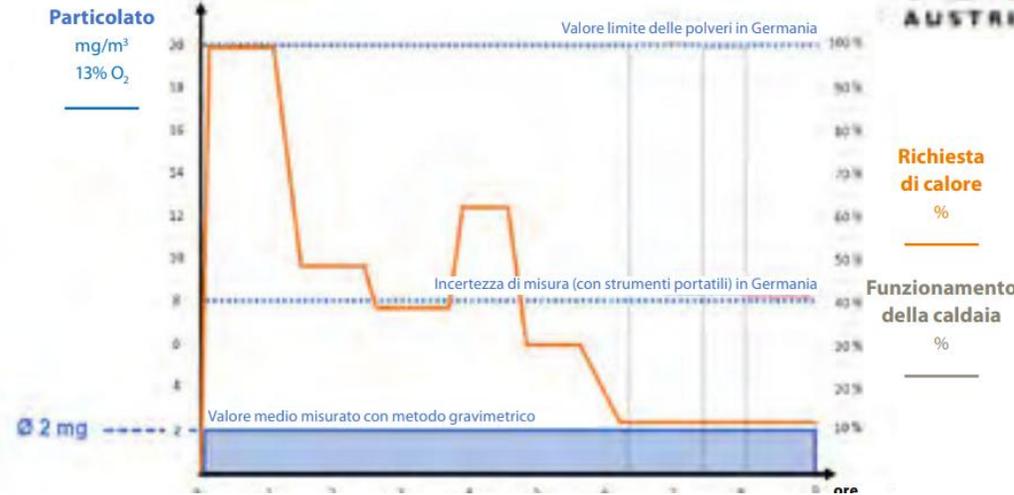


Source: <https://www.oekofen.com/>



Riepilogo del test dinamico di 9 ore

Data del test	18.06.2020
Orario test (inizio - fine)	08:53 - 17:53
Durata rif. test (ore)	9,0
Particolato rif. 13% O ₂ (mg/m ³)	2



La tecnologia “ZeroFlame” è stata testata dal TÜV Austria utilizzando un ciclo di funzionamento dinamico di 9 ore che simula il tipico ciclo annuale di funzionamento (reale) di una caldaia a pellet e comprende l'accensione iniziale e due arresti della caldaia.

Il valore medio di emissione di particolato rilevato è stato di 2 mg/Nm³ al 13% di O₂, ovvero 1,4 g/GJ.

Fonte: https://aielenergia.it/public/documenti/659_Art_ZeroFlame_Oekofen_1_2021.pdf

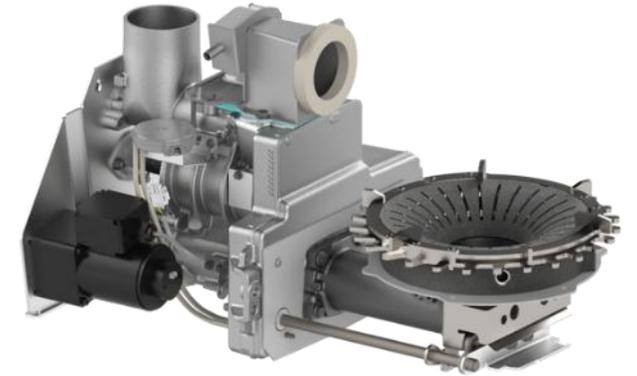


CALDAIE A BIOMASSE "NZEB" – Nearly Zero Emission Boilers

40 - 60 kW $\eta=104\%$



- Tecnica a condensazione
- Nuovo braciere sottoalimentato autopulente
- Innovativo post-combustore
- Filtro ESP integrato



		VALORI CERTIFICATI					LIMITI D.M. n.186		
modello		EASYFIRE EF3 E 40, EF3 E GS 40	EASYFIRE EF3 E 45, EF3 E GS 45	EASYFIRE EF3 E 50, EF3 E GS 50	EASYFIRE EF3 E 55, EF3 E GS 55	EASYFIRE EF3 E 60, EF3 E GS 60			
potenza nominale	kW	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0			
PP	mg/Nm ³	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	10	15	20
COT	mg/Nm ³	<1	<1	<1	<1	<1	5	10	15
NOx	mg/Nm ³	105	105	104	104	103	120	130	145
CO	mg/Nm ³	6	6	7	7	7	25	100	250
η	%	97,7	97,5	97,4	97,2	97,0	92	91	90
classe di prestazione	STELLE	5	5	5	5	5	5	4	3

PP = particolato primario, COT = carbonio organico totale, NOx = ossidi di azoto, CO = monossido di carbonio, η = rendimento
 Tutti i valori indicati si riferiscono al gas secco in condizioni normali (273 K e 1013 mbar) con una concentrazione volumetrica di O₂ residuo pari al 13%.



Caldaie NZEB: Caldaia a cippato (120-240 kW)

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

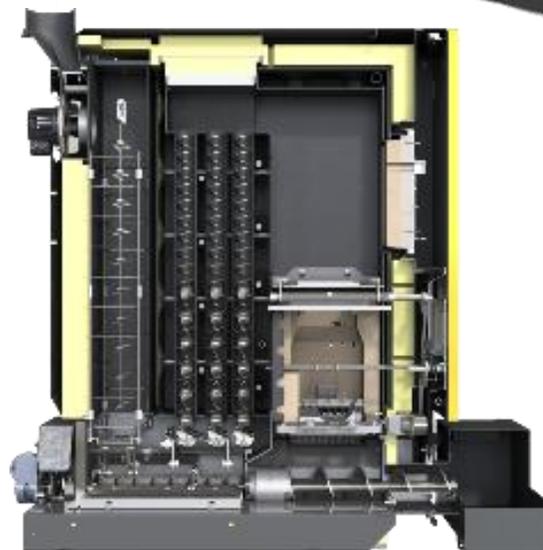
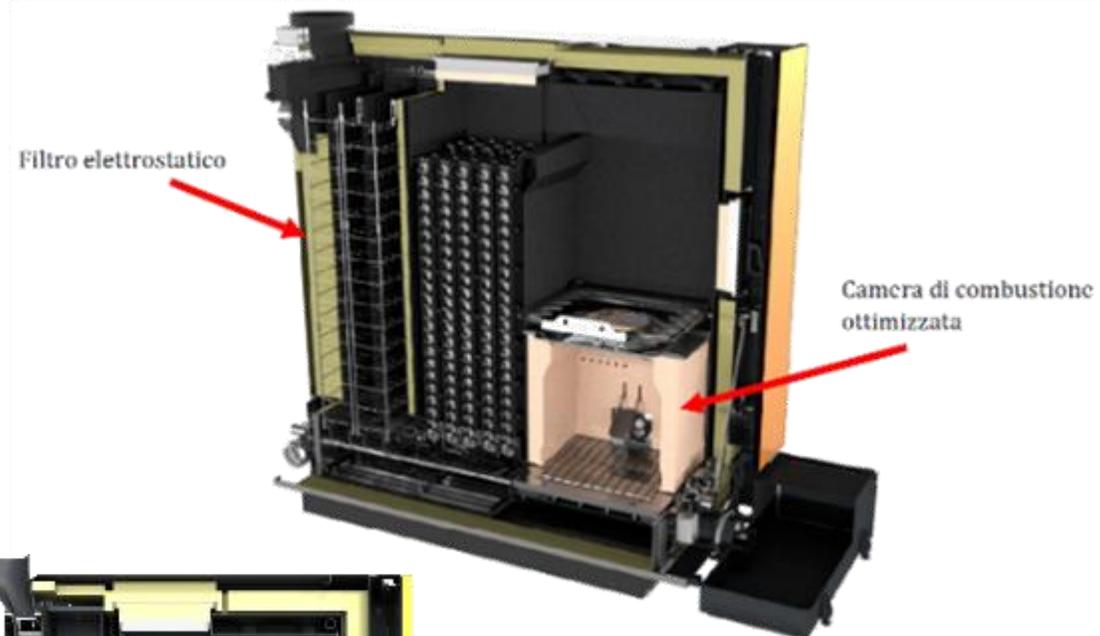
eHACK 120-240 kW	PP		COT		NOx		CO		η	
	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp
mg/Nm ³ al 13%O ₂										
Valore massimo	1	0	1	2	107	77	10	86	95,4%	96,0%
Valore minimo	0	0	1	1	79	64	4	16	93,4%	97,4%
g/GJ										
Valore massimo	0	0	0	1	70	50	6	56		
Valore minimo	0	0	0	1	50	41	2	10		

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



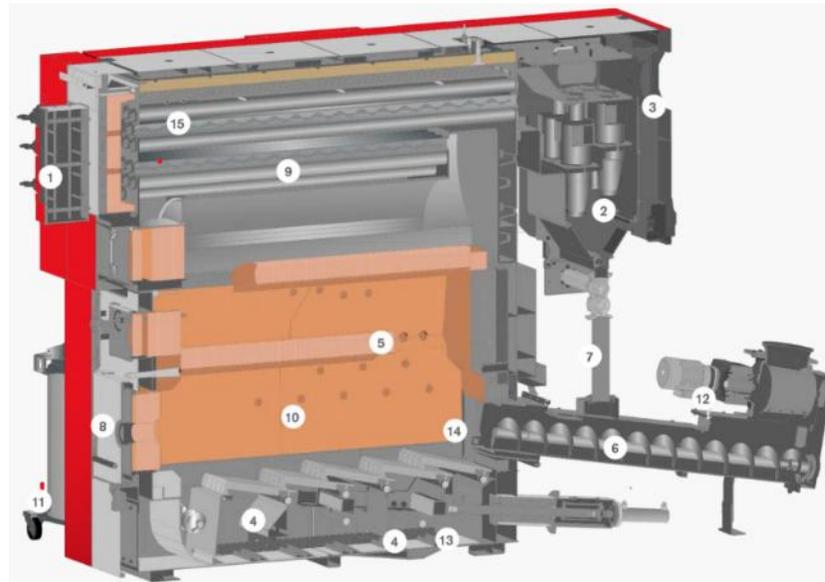
Caldaie NZEB: Caldaia a cippato industriali (400-600 kW).... **oltre le 5 Stelle**

	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par
	kW	kW	PP	PP	COT	COT	NOx	NOx	CO	CO	η%	η%
mg/Nm3 13%	399	116	0,5	0,2	0,3	0,3	102	84	2	12	94,9	95,4
mg/MJ	399	116	0,3	0,1	0,2	0,2	69	57	2	8	94,9	95,4
mg/Nm3 13%	450	116	1,1	0,2	0,3	0,3	105	83	3	12	94,5	95,4
mg/MJ	450	116	0,7	0,1	0,2	0,2	80	57	2	8	94,5	95,4
mg/Nm3 13%	500	116	1,7	0,2	0,3	0,3	107	83	3	12	94,1	95,4
mg/MJ	500	116	1,1	0,1	0,2	0,2	91	57	2	8	94,1	95,4
mg/Nm3 13%	550	116	2,8	0,2	0,3	0,3	112	84	4	12	93,3	95,4
mg/MJ	550	116	1,9	0,1	0,2	0,2	76	57	2	8	93,3	95,4
mg/Nm3 13%	600	116	2,8	0,2	0,3	0,3	112	84	4	12	93,3	95,4
mg/MJ	600	116	1,9	0,1	0,2	0,2	76	57	2	8	93,3	95,4

Dati estratti dal RdP del
Laboratorio Accr. EN 303-5
Anno costruzione: 2023
Anno certificazione: 2024
**Con multiciclone integrato
e filtro ESP esterno**



Cippato ISO 17225-4
A1, A2, B1



+



Caldaie NZEB: Caldaia a cippato industriali (800-1.200 kW).... **oltre le 5 Stelle**

	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par
	kW	kW	PP	PP	COT	COT	NOx	NOx	CO	CO	η%	η%
mg/Nm3 13%	827	255	0,3	0,6	0,3	0,4	84	80	2	43	95,7	94,8
mg/MJ	827	255	0,2	0,5	0,2	<0,2	62	59	1	31	95,7	94,8
mg/Nm3 13%	995	255	0,7	0,6	0,3	<0,3	92	80	3	43	95,5	94,8
mg/MJ	995	255	0,5	0,5	0,2	<0,2	67	59	1	31	95,5	94,8
mg/Nm3 13%	1206	255	1,2	0,6	0,3	<0,4	102	80	3	43	95,2	94,8
mg/MJ	1206	255	0,9	0,5	0,2	<0,2	75	59	2	31	95,2	94,8

Dati estratti dal RdP del Laboratorio Accr. EN 303-5
 Anno costruzione: 2021
 Anno certificazione: 2022
Con multiciclone integrato e filtro ESP esterno



Cippato ISO 17225-4
 A1, A2, B1



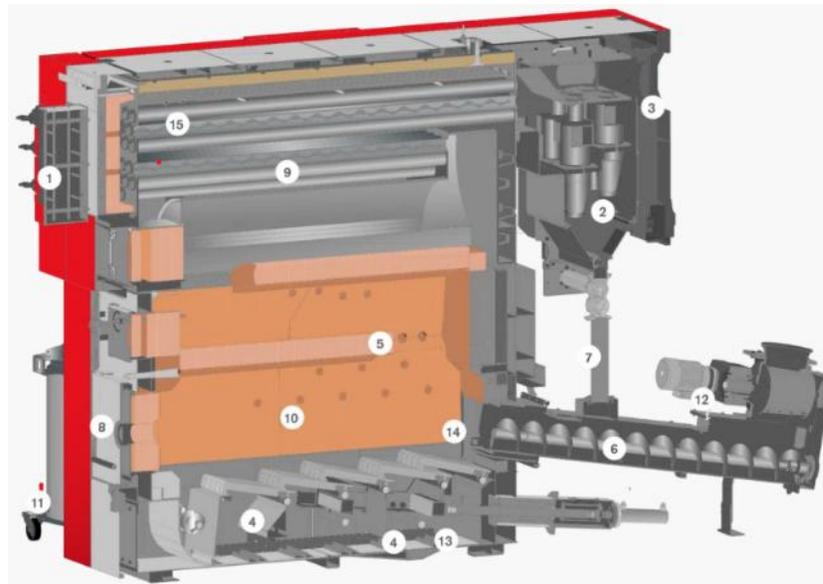
Caldaie NZEB: Caldaia a pellet industriali (400-600 kW).... **oltre le 5 Stelle**

	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par	Nom	Par
	kW	kW	PP	PP	COT	COT	NOx	NOx	CO	CO	η%	η%
mg/Nm3 13%	399	111	0,2	<0,2	0,2	0,7	64	52	<2	15	95,9	95,4
mg/MJ	399	111	0,1	<0,1	0,1	0,5	42	34	<1	10	95,9	95,4
mg/Nm3 13%	450	111	0,2	0,2	0,2	0,7	66	52	2	15	95,8	95,4
mg/MJ	450	111	0,1	0,1	0,1	0,5	43	34	1	10	95,8	95,4
mg/Nm3 13%	500	111	0,2	0,2	0,2	0,7	68	52	2	15	95,6	95,4
mg/MJ	500	111	0,2	0,1	0,2	0,5	45	34	1	10	95,6	95,4
mg/Nm3 13%	550	111	0,3	0,2	0,2	0,7	72	52	2	15	95,4	95,4
mg/MJ	550	111	0,2	0,1	0,2	0,5	47	34	1	10	95,4	95,4
mg/Nm3 13%	600	111	0,3	<0,2	0,2	0,7	72	52	2	15	95,4	95,4
mg/MJ	600	111	0,2	0,1	0,2	0,5	47	34	1	10	95,4	95,4

Dati estratti dal RdP del
Laboratorio Accr. EN 303-5
Anno costruzione: 2023
Anno certificazione: 2024
**Con multiciclone integrato
e filtro ESP esterno**



Pellet ISO 17225-2
A1, A2



+



Questo è quello che ancora oggi si trova in esercizio nelle **regioni del Bacino Padano**e ancora peggio....che si trova **ancora in commercio** a causa della completa mancanza **dell'Attività di sorveglianza** delle autorità competenti nazionali prescritta dall'Europa a tutti gli Stati Membri in attuazione del **Regolamento Ecodesign per le caldaie a biomassa!**

Servono accertamenti e ispezioni agli impianti termici a scala regionale!!



Grazie per l'attenzione!

Valter Francescato

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

francescato.aiel@cia.it

www.aielenergia.it

