

Moderni impianti a biomassa legnosa

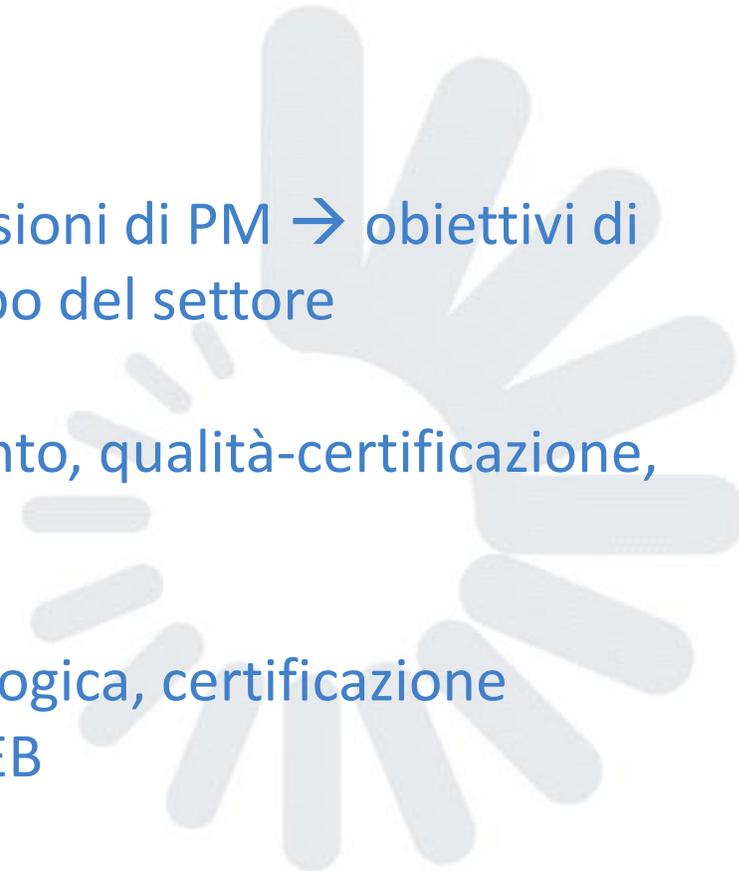
soluzioni tecnologiche, prestazioni tecnico-ambientali,
normativa, incentivi



Valter Francescato, direttore tecnico AIEL

Sommario

- Rinnovabilità (CO₂) e questione delle emissioni di PM → obiettivi di breve termine e modelli di corretto sviluppo del settore
- Biocombustibili legnosi: approvvigionamento, qualità-certificazione, competitività
- Tecnica di combustione: evoluzione tecnologica, certificazione ambientale ex dm 186/2017, soluzioni NZEB
- Casi applicativi con cenni ai sistemi incentivanti (CT e TEE)



Valter Francescato, direttore tecnico AIEL

Associazione di filiera (500 imprese) ... dal bosco al camino



Report prepAIR 2020 (Parco installato R. Veneto nel 2018)

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%

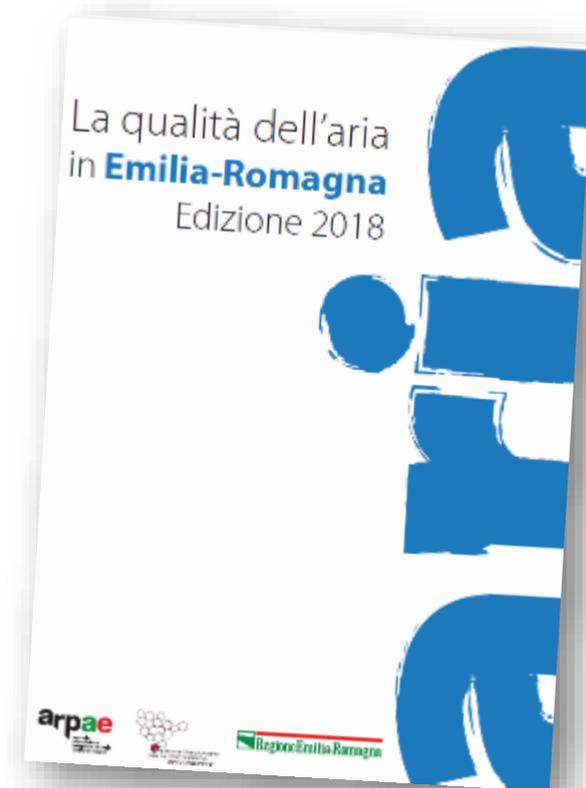
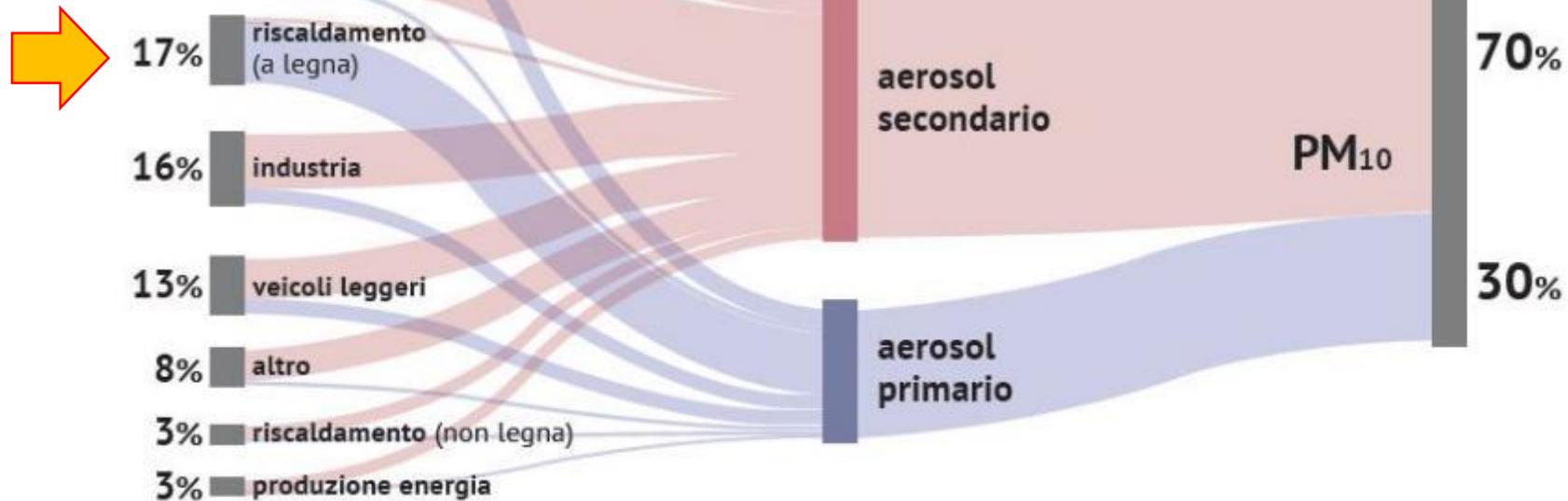
78%

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

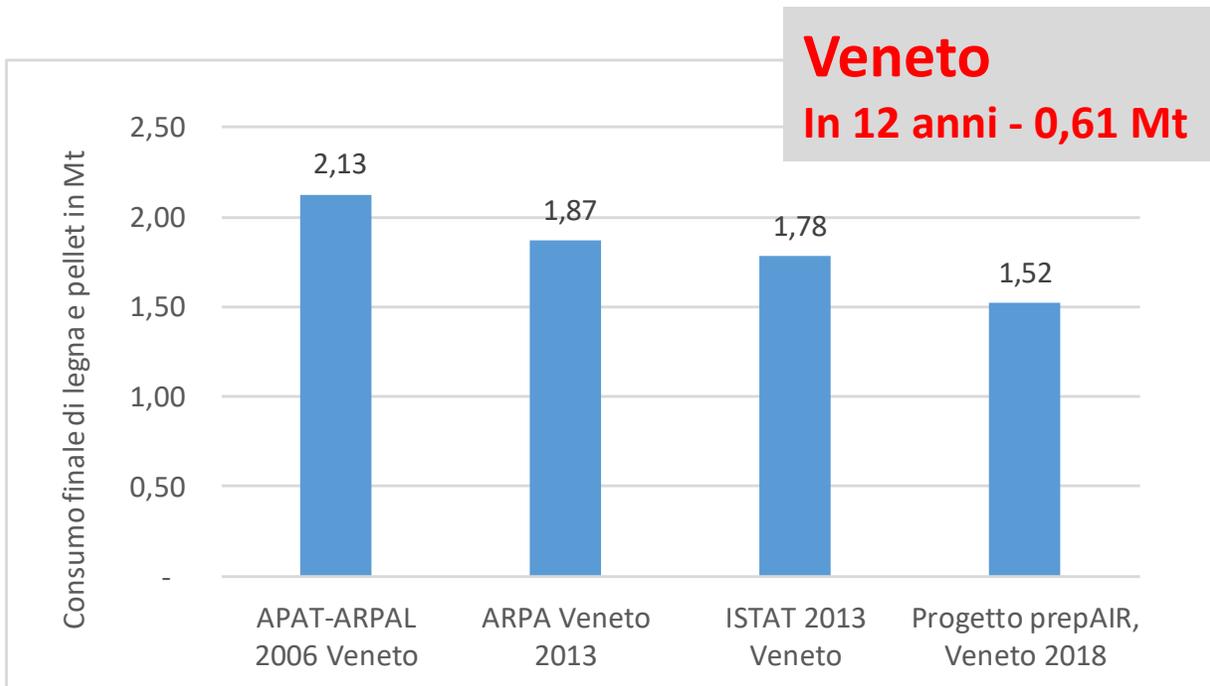
- La combustione domestica del legno produce il **50-60% delle polveri primarie (PP)**
- **85-90% delle PP** è prodotto da apparecchi tradizionali a legna
- Il **70% del B(a)P** è prodotto dalla combustione tradizionale della legna
- Almeno il **60% degli apparecchi non è più compatibile** con le azioni di mantenimento e miglioramento della qualità dell'aria

FIGURA 11

Emissioni di "PM₁₀ equivalente" in Emilia-Romagna. La larghezza della banda è proporzionale al "PM₁₀ equivalente"



Evoluzione di consumo ed emissioni di PM10 in Veneto 2006-2018



In Veneto in 12 anni (2006-2018)

- Aumento del N generatori del **5%**
- Riduzione dei consumi del **27%** (legna)
- Riduzione del PM10 del **35%**

Evoluzione del N di generatori, AD = apparecchi domestici

	APAT 2006	ARPAV 2013	prepAIR 2018
AD Legna	651.041	557.760	547.208
AD pellet	17.258	94.080	132.230
Totale	668.299	651.840	679.438
Caldaie	-	20.160	22.656
Totale	668.299	672.000	702.094

Evoluzione del consumo e delle emissioni di PM10

	APAT 2006	ARPAV 2013	prepAIR 2018	Δ
Mt	2,13	1,87	1,52	
PJ	29,7	26,7	21,7	-27%
PM10 (kt)	14,2	11,3	9,2	-35%

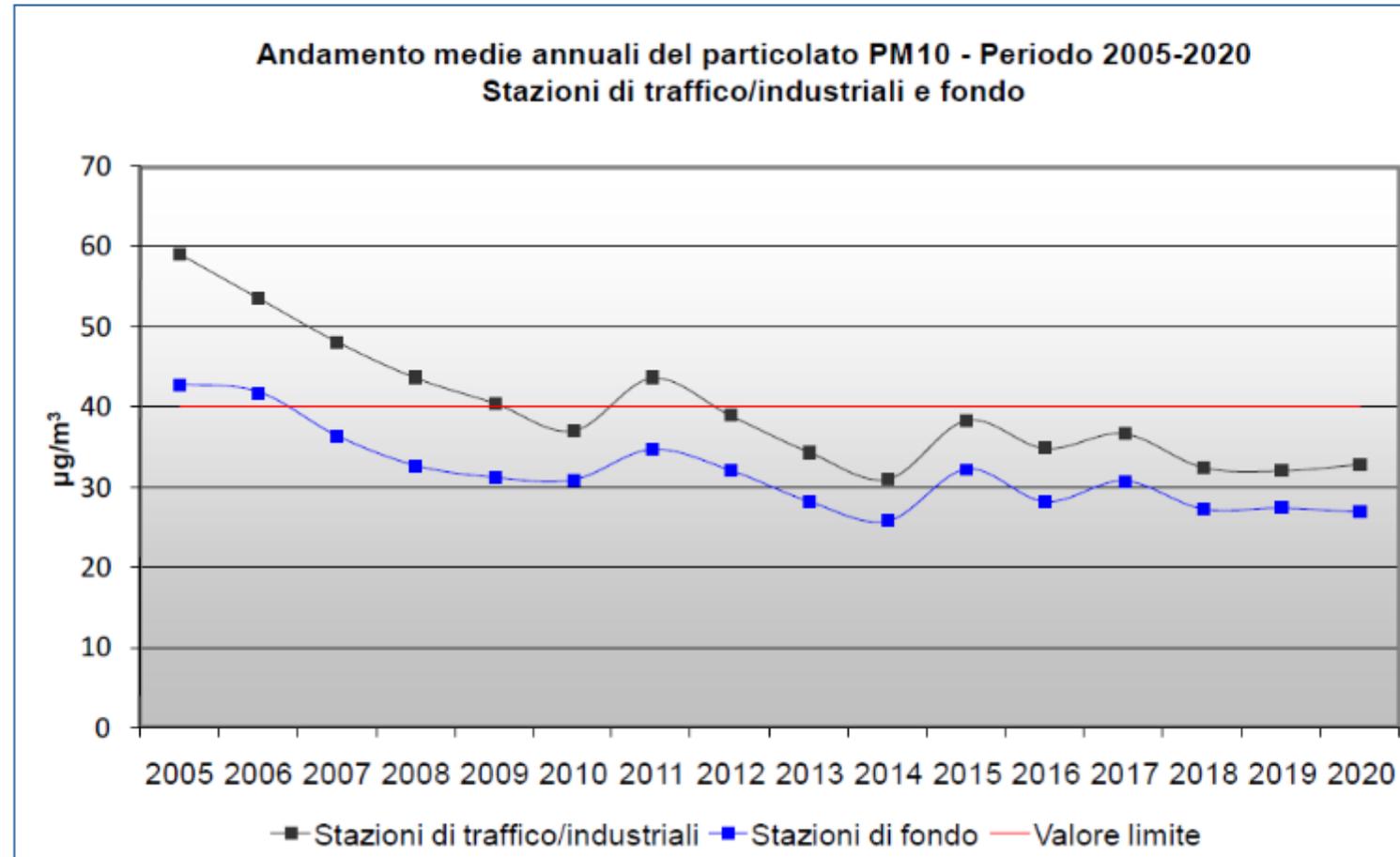
Nota: le emissioni di PM10 sono state calcolate con i FE INEMAR 7/2011

La qualità dell'aria in Veneto

Particolato PM10 – Valore limite annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Fonte: ARPAV, 2021

Trend di lungo periodo



02/12/2021



Valter Francescato | AIEL

Contributo alle emissioni di PM10 delle caldaie (Fonte: Report Statistico AIEL 2018)

Nostre stime (AIEL) 2018

Consumo: 236 PJ (16,6 Mt), parco installato: 9M

	peso sull'installato	peso sul consumo (TJ)	peso sulle emissioni
camini aperti	34%	18%	27%
apparecchi domestici a legna	42%	48%	59%
apparecchi domestici a pellet	21%	19%	8%
caldaie a legna	1%	4%	2%
caldaie automatiche	2%	11%	4%



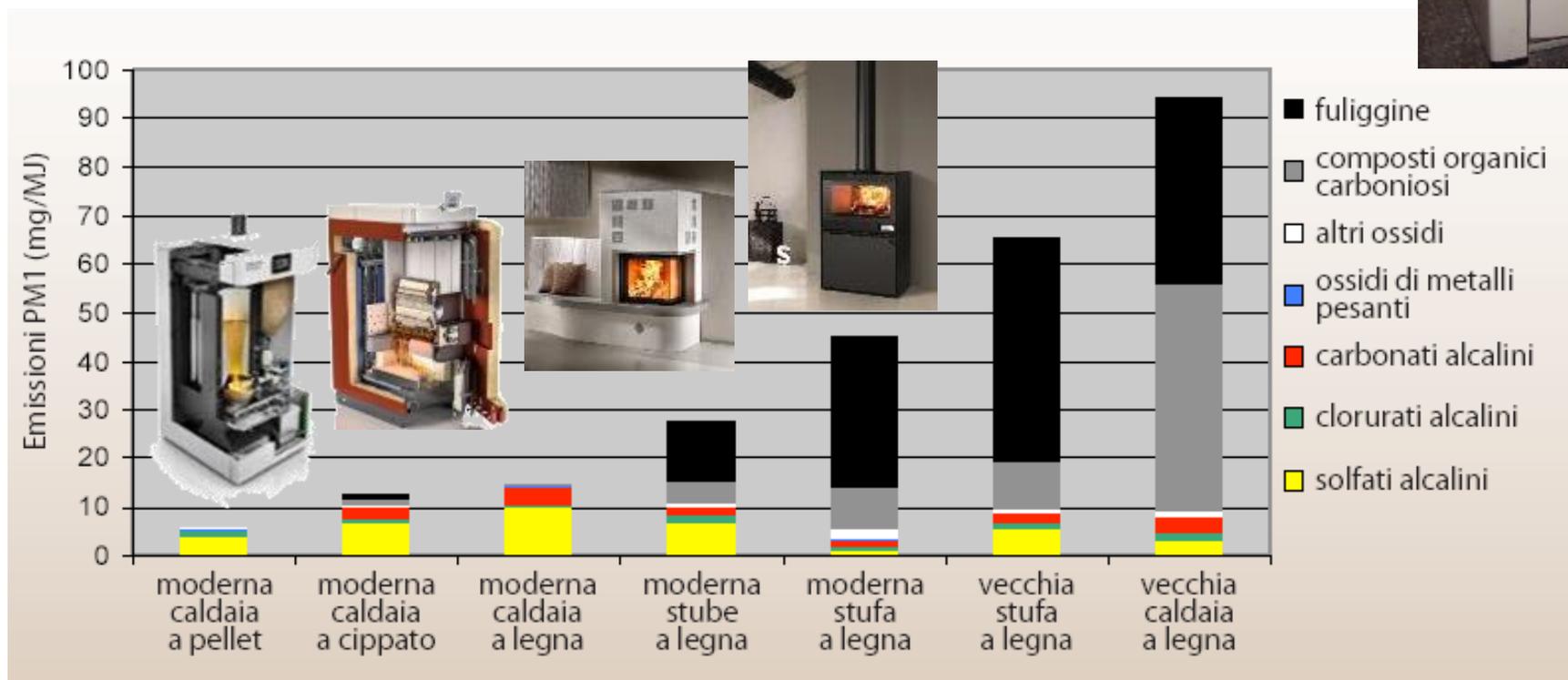
Secondo le nostre stime le caldaie a biomasse contribuiscono solo al 6% della produzione di PM10

Le caldaie automatiche coprono l'11% del consumo e producono solo il 4% del PM10

Se si fa riferimento solo alle caldaie >35 kW il peso sulle emissioni di PM10 è <1%



2 g particle mass

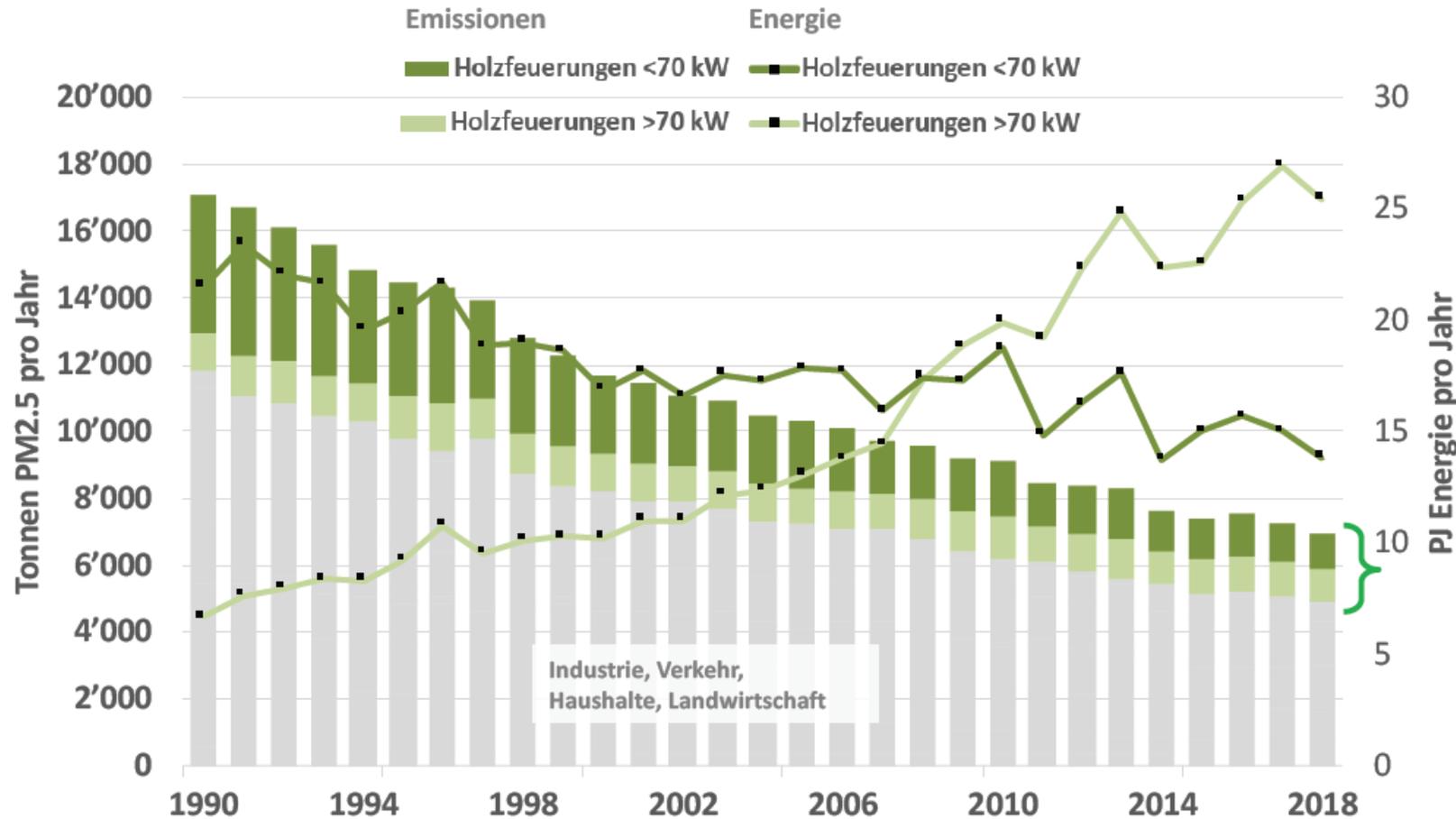




Feinstaubemissionen PM2.5

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

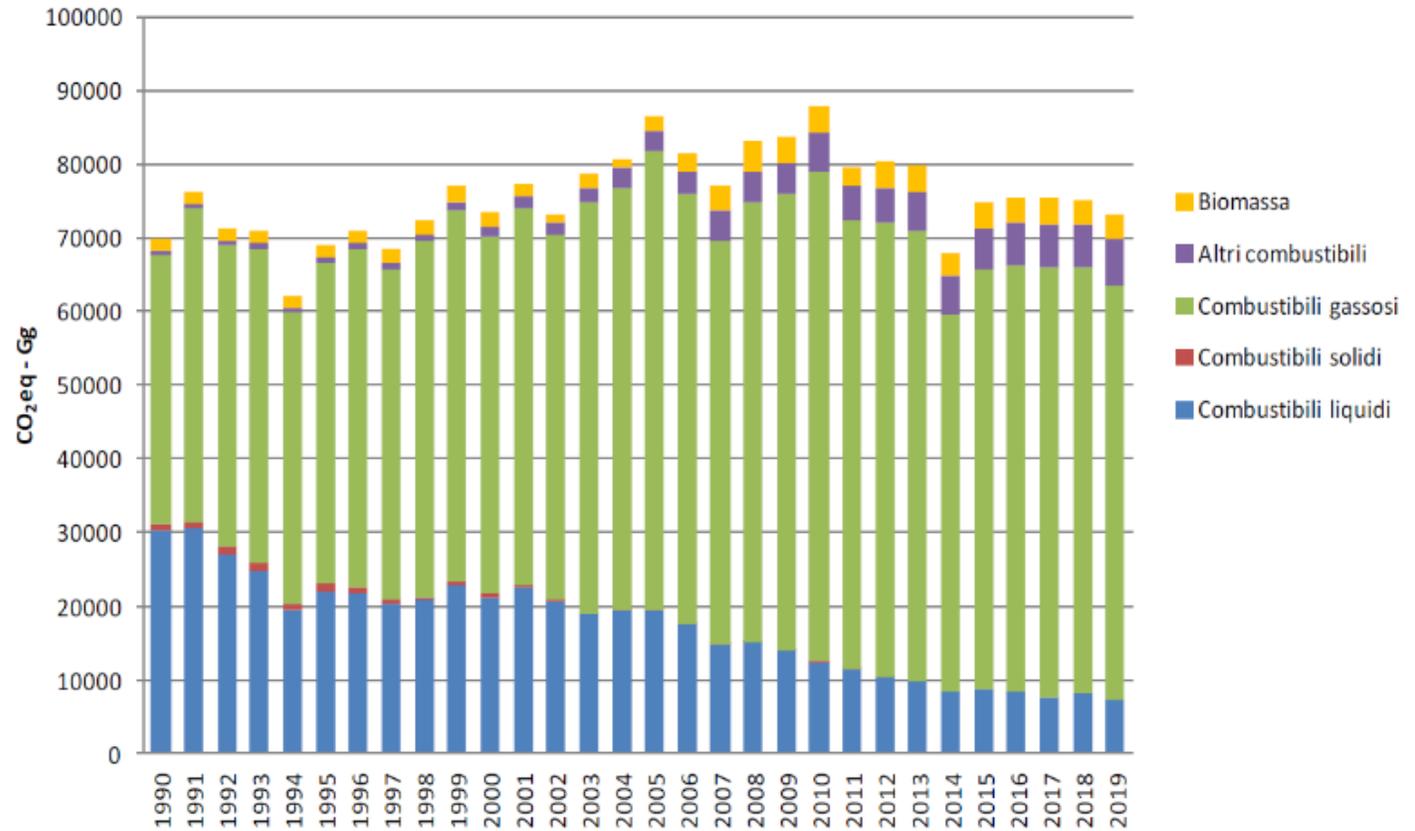
~30%

Andamento delle emissioni in Italia di CO₂-eq dal 1990 al 2019 del settore riscaldamento (Fonte ISPRA, 2021)

Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna e **Veneto** consumano il **50% del fabbisogno nazionale**.

Negli ultimi 30 anni le emissioni clima alteranti del riscaldamento si sono mantenute a circa **70 Mt**, è cambiato il mix energetico dei combustibili fossili senza alcuna riduzione delle emissioni clima alteranti. **La decarbonizzazione del settore riscaldamento è un elemento chiave per raggiungere gli ambiziosi obiettivi europei e nazionali al 2030 e al 2050.**

È prioritario e urgente, partendo dalle aree non metanizzate della regione, sostituire le fonti fossili con le rinnovabili, inclusa la biomassa legnosa, con impianti tecnologici moderni ed estremamente performanti in grado di migliorare la qualità dell'aria in queste aree.

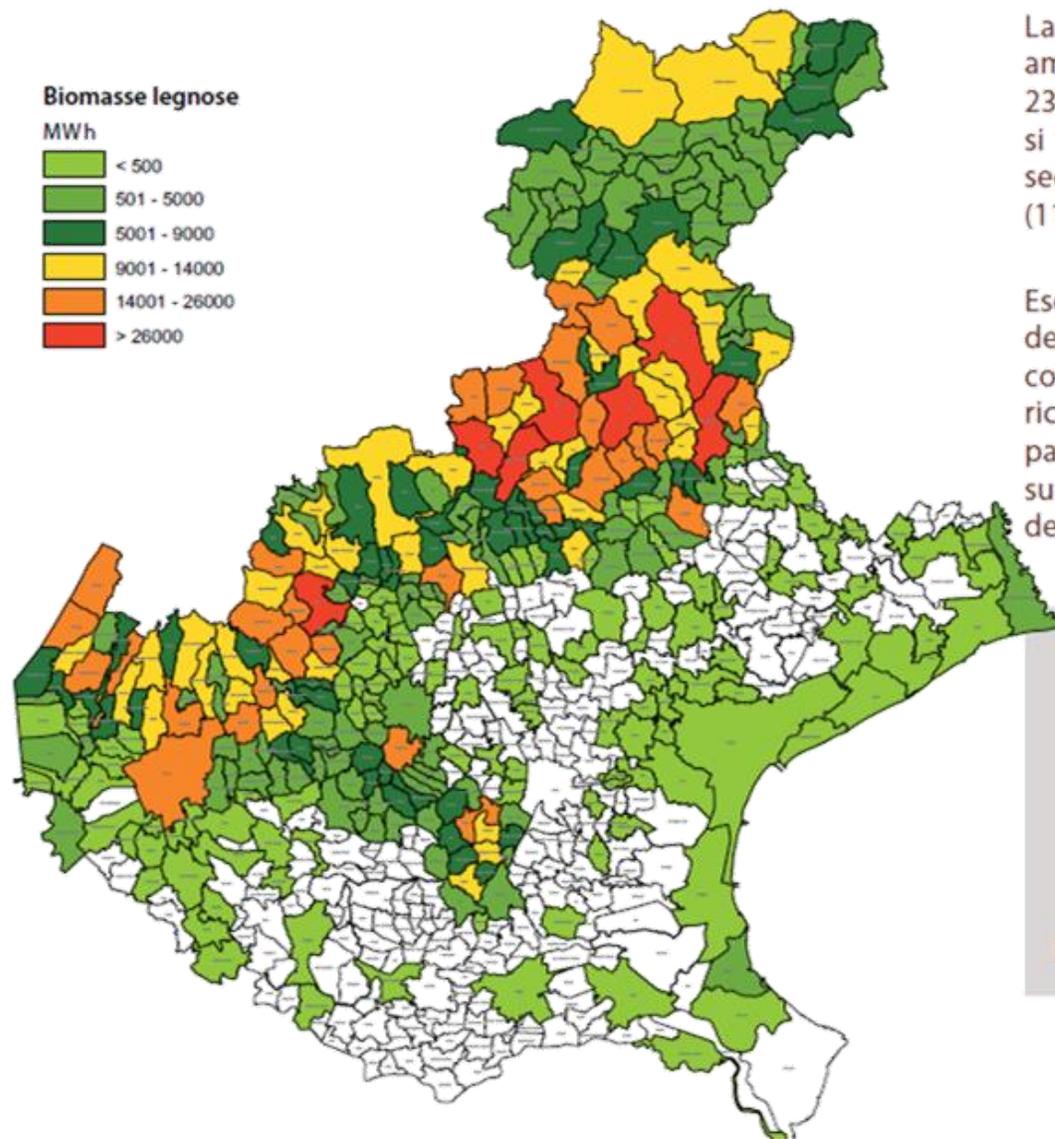


Sommario

- Rinnovabilità (CO₂) e questione delle emissioni di PM → obiettivi di breve termine e modelli di corretto sviluppo del settore
- **Biocombustibili legnosi: approvvigionamento, qualità-certificazione, competitività**
- Tecnica di combustione: evoluzione tecnologica, certificazione ambientale ex dm 186/2017, soluzioni NZEB
- Casi applicativi con cenni ai sistemi incentivanti (CT e TEE)



Valter Francescato, direttore tecnico AIEL



La **superficie forestale** veneta ammonta a **412.900 ha**, circa il 23% della superficie totale. Il 54% si trova nella provincia di Belluno, seguita da Vicenza (24%), Verona (11%), Treviso (9%).

Escludendo le aree con una pendenza superiore ai 45° o con difficoltà di accesso troppo elevata, si ricava la **superficie utilizzabile**, pari a **316.700 ha** (il 77% della superficie forestale) e corrispondente a:

**854.500 t/anno
DI BIOMASSA
DISPONIBILE**

**1.900.000 MWh
(164 ktep)
DI POTENZIALE
ENERGETICO PRIMARIO**



Pellet

ISO 17225-2

Classi A1, A2, B



Bricchette

ISO 17225-3



Cippato

ISO 17225-4



http://aielenergia.it/public/documenti/254_A4E_mappa_Piattaforme.pdf

MAPPA DELLE PIATTAFORME DI BIOMASSE

AIEL ASSOCIATIONE ITALIANA ENERGETTE AGRICOLE E FORESTALI

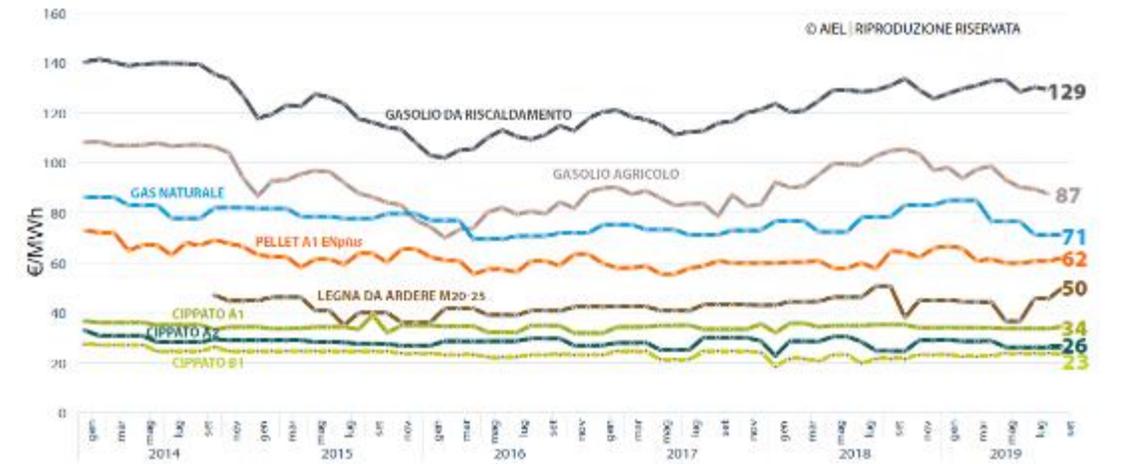
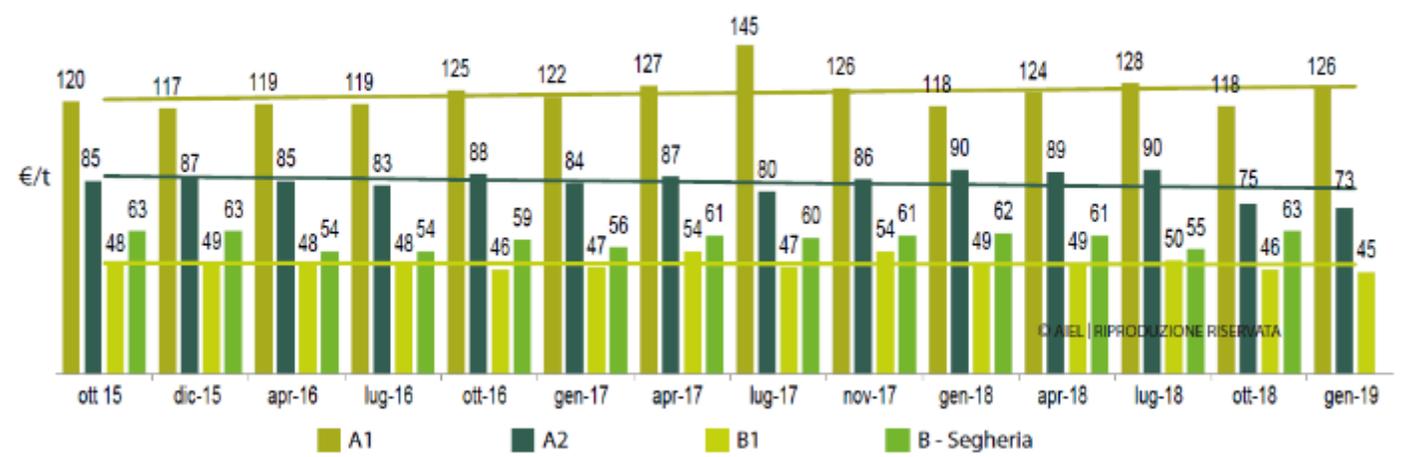
GRUPPO PRODUTTORI PROFESSIONALI BIOMASSE

AIEL

1 DAL CARTON SRL
2 SOCIETA' COOPERATIVA...
3 TERMOGAS...
4 SOCIETA' COOPERATIVA...
5 SOCIETA' COOPERATIVA...
6 SOCIETA' COOPERATIVA...
7 SOCIETA' COOPERATIVA...
8 SOCIETA' COOPERATIVA...
9 SOCIETA' COOPERATIVA...
10 SOCIETA' COOPERATIVA...
11 SOCIETA' COOPERATIVA...
12 SOCIETA' COOPERATIVA...
13 SOCIETA' COOPERATIVA...
14 SOCIETA' COOPERATIVA...
15 SOCIETA' COOPERATIVA...
16 SOCIETA' COOPERATIVA...
17 SOCIETA' COOPERATIVA...
18 SOCIETA' COOPERATIVA...
19 SOCIETA' COOPERATIVA...
20 SOCIETA' COOPERATIVA...
21 SOCIETA' COOPERATIVA...
22 SOCIETA' COOPERATIVA...
23 SOCIETA' COOPERATIVA...
24 SOCIETA' COOPERATIVA...
25 SOCIETA' COOPERATIVA...
26 SOCIETA' COOPERATIVA...
27 SOCIETA' COOPERATIVA...
28 SOCIETA' COOPERATIVA...
29 SOCIETA' COOPERATIVA...
30 SOCIETA' COOPERATIVA...
31 SOCIETA' COOPERATIVA...
32 SOCIETA' COOPERATIVA...
33 SOCIETA' COOPERATIVA...
34 SOCIETA' COOPERATIVA...
35 SOCIETA' COOPERATIVA...
36 SOCIETA' COOPERATIVA...
37 SOCIETA' COOPERATIVA...
38 SOCIETA' COOPERATIVA...
39 SOCIETA' COOPERATIVA...
40 SOCIETA' COOPERATIVA...
41 SOCIETA' COOPERATIVA...
42 SOCIETA' COOPERATIVA...
43 SOCIETA' COOPERATIVA...
44 SOCIETA' COOPERATIVA...
45 SOCIETA' COOPERATIVA...
46 SOCIETA' COOPERATIVA...
47 SOCIETA' COOPERATIVA...
48 SOCIETA' COOPERATIVA...
49 SOCIETA' COOPERATIVA...
50 SOCIETA' COOPERATIVA...

ANDAMENTO DEI PREZZI DEL CIPPATO (2015-2019)

Prezzo franco arrivo, Iva esclusa (entro 20 km - autocarro 45 m³)



Ciclo produttivo del cippato e qualità

Materia prima



Ramaglie di latifoglie o conifere

Scarti di legno vergine di segheria

Stanghe o trochi

Contenuto ceneri

1,5-3%
Sulla sostanza secca



1-1,5%
Sulla sostanza secca

Ciclo produttivo



Cippatura sul fresco

Cippatura sul secco

Cippatura sul secco e conservazione sotto copertura

Essiccazione forzata

Classi di qualità secondo la norma ISO 17225-4

B1

A2

A1

A1 plus

Contenuto idrico (%)	36-50%	25-35%	< 25%	< 10%
Pezzatura prevalente (mm)	45-63	16-31-45	16-31-45	16-31-45
Potere calorifico (MWh/ton)	<3,1	3,1-3,6	> 3,6	> 4,5
Valore economico (€/ton)	45-55	75-90	100-120	130-160
Litri di gasolio/ton	220-300	300-370	370-450	> 450

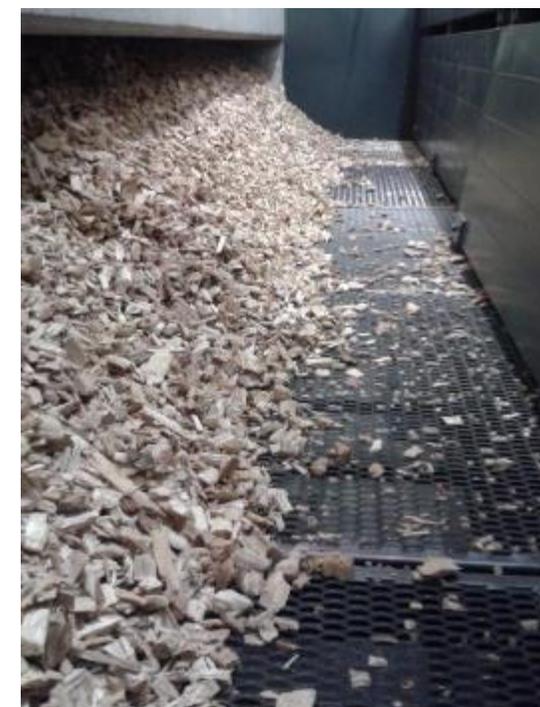


Considerazioni: cippato forestale di qualità

- Negli ultimi anni l'offerta di cippato forestale è aumentata
- Alcune aziende si sono professionalizzate e infrastrutturate (Piattaforme, cippato A1 e A2)
- Gli impianti a cippato 100-500 kW stentano e spesso soffrono la concorrenza del pellet (qualità)
- Il **Conto Termico** sta diventando importante

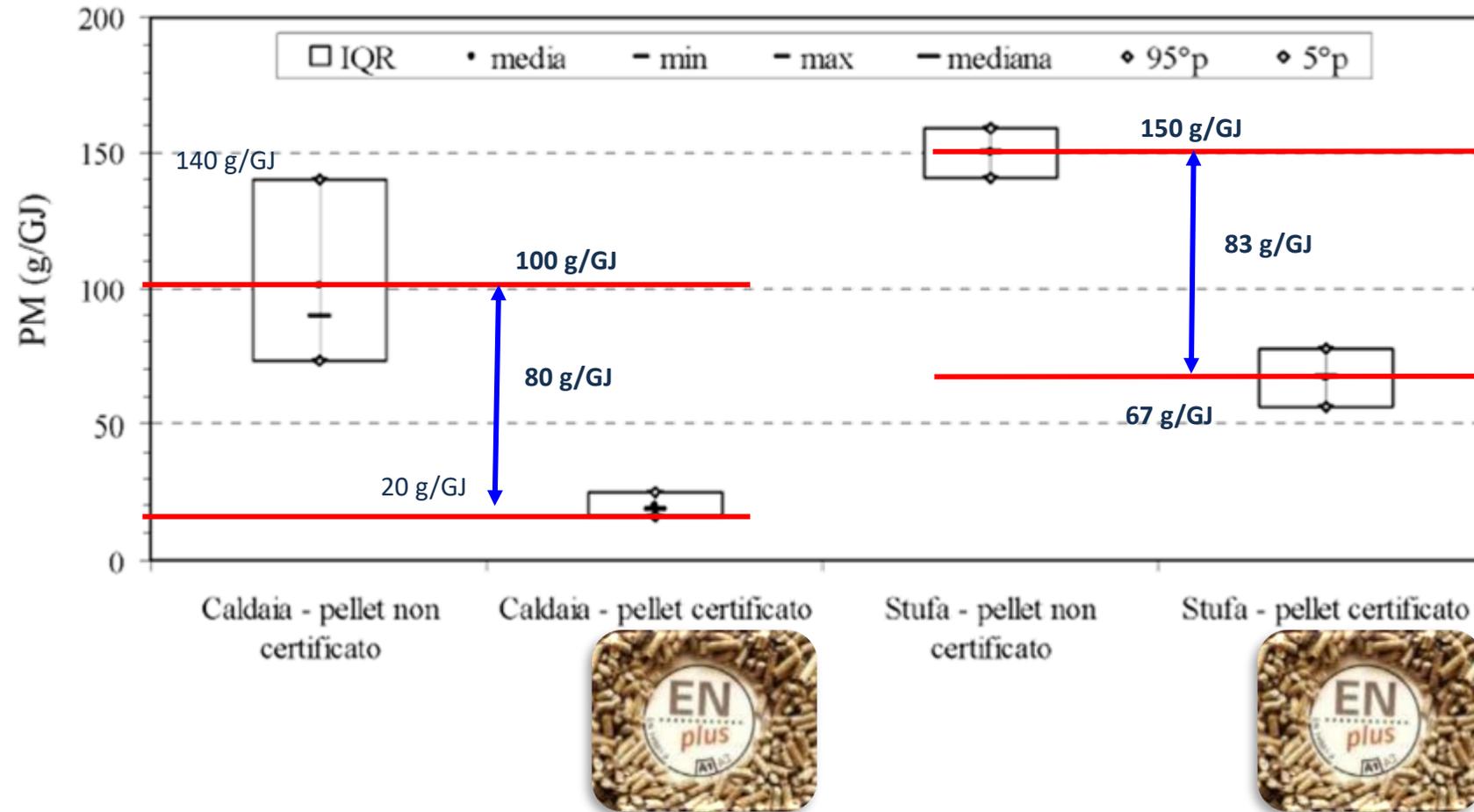
Obiettivi

- Certificazione di qualità del cippato (Biomassplus)
- Conferimento pneumatico (come pellet)
- Promozione Conto Termico (aree interne)



Confronto tra emissioni di PM : pellet certificato e non certificato

Fonte: Caserini et al. 2014 - Politecnico Milano e Innovhub SSC



Prescrizioni nell'uso del pellet nelle Regioni del Bacino Padano

11. di disporre che dal 1.10.2018, nei generatori di calore a pellet di potenza termica nominale inferiore ai 35 kW, sia consentito solo l'utilizzo di pellet che rispetti le condizioni previste dall'Allegato X, Parte II, sezione 4, paragrafo 1, lettera d), parte V del decreto legislativo n. 152/2006, e che sia certificato conforme alla classe A1 della norma UNI EN ISO 17225-2 da parte di un Organismo di certificazione accreditato, da comprovare mediante la conservazione obbligatoria della documentazione pertinente da parte dell'utilizzatore;



Pellet
ISO 17225-2
Classe A1



PREZZI DEI COMBUSTIBILI LEGNOSI

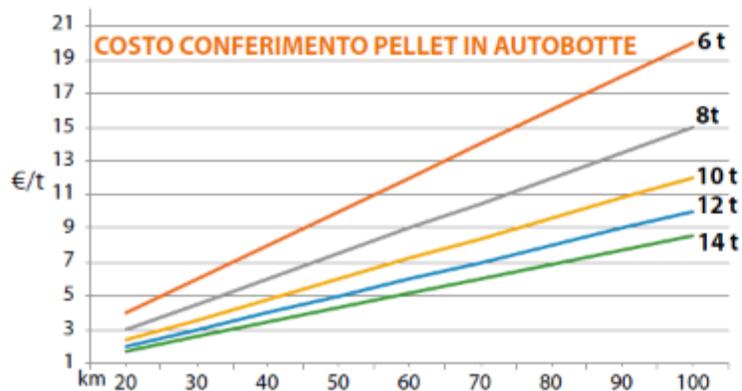
PELLET ENplus A1 sfuso, distribuito in autobotte – settembre 2019

© AIEL | riproduzione riservata

(Franco partenza, Iva esclusa)

€/MWh	€/t	range min-max	differenza anno precedente €/t
54	254	228 - 298	-22

13 rilevazioni riferite ad operatori del Gruppo Produttori Distributori ENplus. Il prezzo è franco partenza (0 km inclusi), al fine di rendere le rilevazioni confrontabili con le altre categorie di combustibili. La determinazione dei prezzi è influenzata dall'area geografica servita e dalla sua ampiezza, dalla capacità dell'autobotte e dalla quantità ordinata.

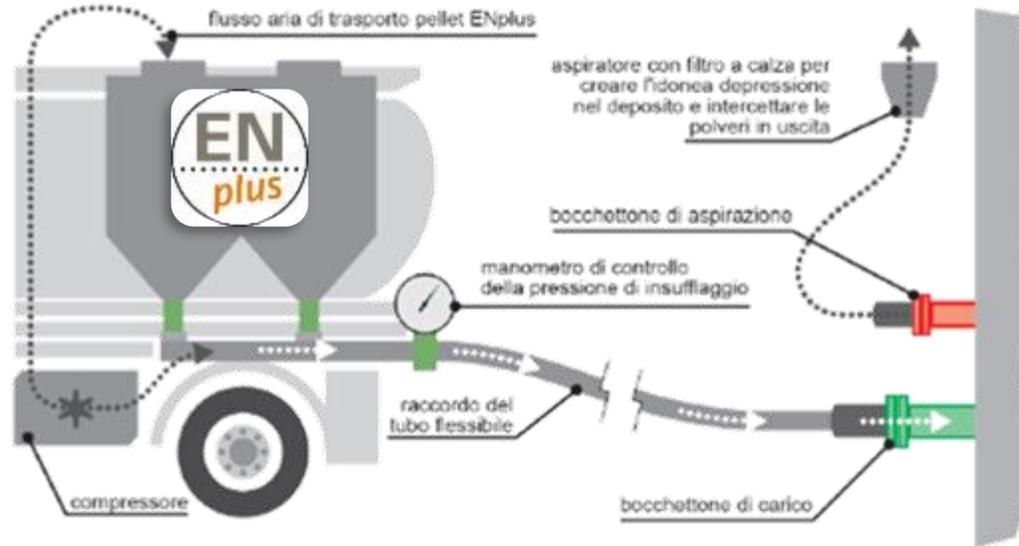


Autobotte certificate



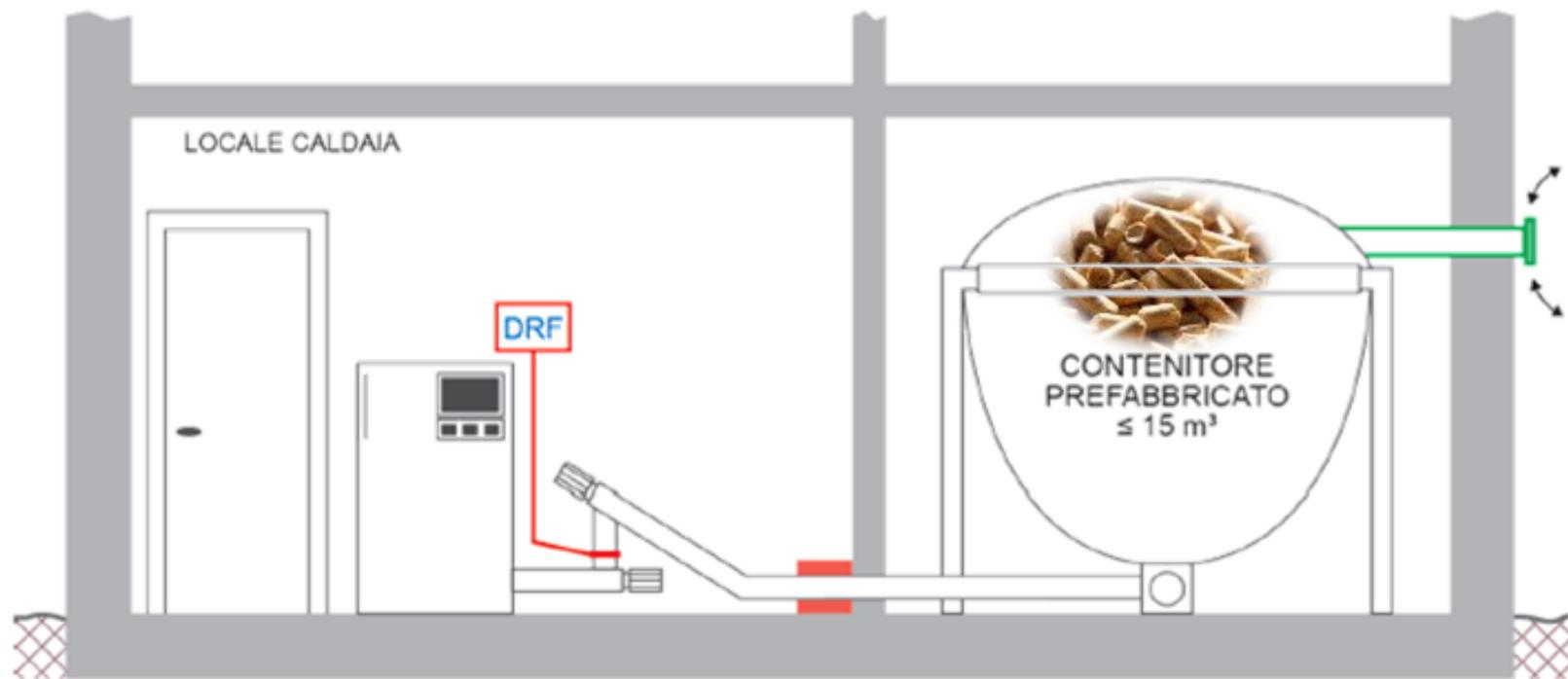
AUTOBOTTE ENPLUS SIGNIFICA

- Verifica ispettori ENplus
- Pellet ENplus
- Dotazioni tecniche idonee
- Mezzo dedicato
- Conducente qualificato (corso ENplus)
- Schema certificazione: obbligo prelievo campione e check-list



**SE L'AUTOBOTTE NON È CERTIFICATA
IL PELLET PERDE LA CERTIFICAZIONE
ENPLUS!**





0,5-8,5 t

Figura 9 Impianto all'interno dell'edificio con estrazione meccanica automatica da un contenitore prefabbricato $\leq 15 \text{ m}^3$, con bocchettone per il riempimento pneumatico (autobotte), biocombustibile secondo il punto a del § 1.2 (pellet). In rosso: sistema termoespandibile per condotte di materiale plastico con certificazione di prodotto e corretta posa in opera.

Combustibile	Potere calorifico (valori medi)	
	MJ	kWh
Gasolio extraleggero	36,17 MJ/l (42,5 MJ/kg)	10 kWh/l (11,80 kWh/kg)
Gasolio leggero	38,60 MJ/l (41,5 MJ/kg)	10,70 kWh/l (11,50 kWh/kg)
Metano*	36,00 MJ/m ³	10,00 kWh/m ³
GPL**	24,55 MJ/l (46,30 MJ/kg)	6,82 kWh/l (12,87 kWh/kg)
Carbone	27,60 MJ/kg	7,67 kWh/kg
Coke 40/60	29,50 MJ/kg	8,20 kWh/kg
Lignite (briquettes)	20,20 MJ/kg	5,60 kWh/kg
1 kWh elettrico	3,60 MJ	1 kWh
1 kg di legno (M = 20%)	14,40 MJ/kg	4,00 kWh/kg

* 1 kg = 5,8 l (20 °C, 216 bar)

** 1m³ GPL = 4 l = 2 kg

1 kg gasolio ≈ 3 kg di legno

1 l gasolio ≈ 2,5 kg di legno



TUTORIAL PER IL CALCOLO DEL COSTO DEL GPL IN €/MWh

Il mercato del GPL è particolarmente territoriale ed influenzato nel prezzo anche dalla presenza del metano. Rilevare un prezzo rappresentativo del territorio nazionale con i metodi utilizzati per gli altri combustibili fossili non è possibile. Il tutorial è quindi pubblicato allo scopo di semplificare il calcolo per l'utente finale e facilitare il confronto con le principali alternative rinnovabili.

$$\frac{\text{Costo (€/l)}}{\text{P.C.I. (MWh/1.000 l)}} \cdot 1.000 \text{ litri} = \text{Costo €/MWh}$$

P.C.I.= Potere calorifico inferiore (GPL = 6,82 MWh/1.000 l)

Esempi:

Con il GPL a 1,0 €/l $\frac{1,00}{6,82} \cdot 1.000,00 = 146 \text{ €/MWh}$

Con il GPL a 0,8 €/l $\frac{0,80}{6,82} \cdot 1.000,00 = 117 \text{ €/MWh}$

Con il GPL a 0,7 €/l $\frac{0,70}{6,82} \cdot 1.000,00 = 103 \text{ €/MWh}$



COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA (IN EURO/MWH)

settembre 2019 - al consumatore finale, Iva e tasse incluse, trasporto escluso

EMISSIONI DI CO₂ (in kg CO₂/MWh)
DELL'ENERGIA PRIMARIA

146	< GPL a 1,0 €/l >	270
117	< GPL a 0,8 €/l >	270
103	< GPL a 0,7 €/l >	270
63	< Pellet in autobotte >	29
48	< Legna da ardere sfusa M20 >	25
26	< Cippato M35 >	26

© AIEL RIPRODUZIONE RISERVATA

Emissioni di CO₂: i fattori di emissione LCA descritti tengono conto del consumo di tutte le risorse lungo l'intero ciclo di vita della rispettiva fonte di energia. I fattori sono espressi in kg CO₂ per MWh di energia finale. I fattori sono stati calcolati dall'Università di Stoccarda (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, IER), utilizzando il database GEMIS (Global Emissions Model for Integrated Systems) Versione 4.95.

COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA SETTEMBRE 2021 (in Euro/MWh)

al consumatore finale, Iva e tasse incluse, trasporto escluso

EMISSIONI DI CO₂ (in kg CO_{2eq}/MWh)
DELL'ENERGIA PRIMARIA

129*	< Gasolio da riscaldamento >	326	
90*	< Gasolio agricolo e per serre >	326	
85	< Gas naturale >	250	
66	< Pellet A1 ENplus® in sacchi da 15kg >	29	
66	< Pellet A1 ENplus® in autobotte >	29	
47	< Legna da ardere M20-25 >	25	
32	< Cippato A1 M35 >	26	
24	< Cippato B1 M50 >	26	

© AIEL RIPRODUZIONE RISERVATA

**Attenzione i prezzi del gasolio sono aggiornati ad Agosto 2021*

Gasolio per il riscaldamento: riscaldamento max zolfo 0,1% Accisa €/lt 0,4032 (aggiornato ad agosto 2020).

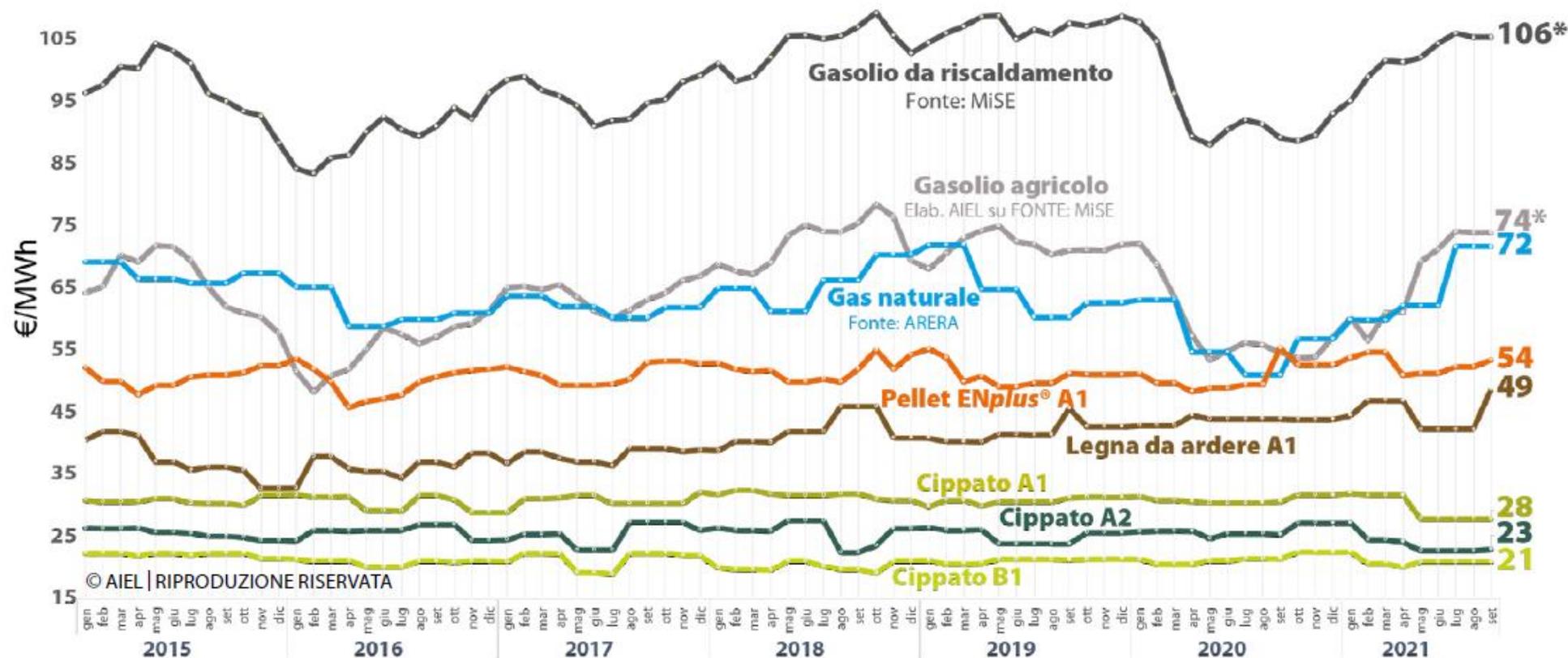
Gasolio agricolo: calcolato sulla base dell'andamento del gasolio per autotrazione con la riduzione delle accise relativa (aggiornato ad agosto 2020).

Metano domestico: condizioni economiche di fornitura per una famiglia con riscaldamento autonomo e consumo annuale di 1.400 m³ ridefinito in base ai nuovi ambiti tariffari.

Emissioni di CO_{2eq}: i fattori di emissione LCA descritti tengono conto del consumo di tutte le risorse lungo l'intero ciclo di vita della rispettiva fonte di energia. I fattori sono espressi in in kg CO_{2eq} per MWh di energia finale. I fattori sono stati calcolati dall' Università di Stoccarda (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, IER), utilizzando il database GEMIS (Global Emissions Model for integrated Systems) Versione 4.95.

ANDAMENTO DEL COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA 2015 - 2021 (in Euro/MWh)

(Iva e trasporto esclusi)

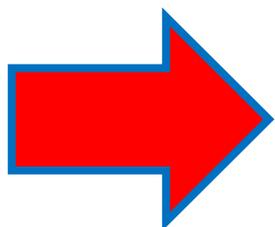


**i prezzi del Gasolio sono aggiornati ad agosto 2021*

GASOLIO DA RISCALDAMENTO - fonte: MiSE GASOLIO AGRICOLO - elab. AIEL su dati MiSE GAS NATURALE - fonte: ARERA

Sommario

- Rinnovabilità (CO₂) e questione delle emissioni di PM → obiettivi di breve termine e modelli di corretto sviluppo del settore
- Biocombustibili legnosi: approvvigionamento, qualità-certificazione, competitività
- **Tecnica di combustione: evoluzione tecnologica, certificazione ambientale ex dm 186/2017, soluzioni NZEB**
- Casi applicativi con cenni ai sistemi incentivanti (CT e TEE)



Valter Francescato, direttore tecnico AIEL

Moderni Impianti Tecnologici Centralizzati (ITC) a legna, cippato e pellet

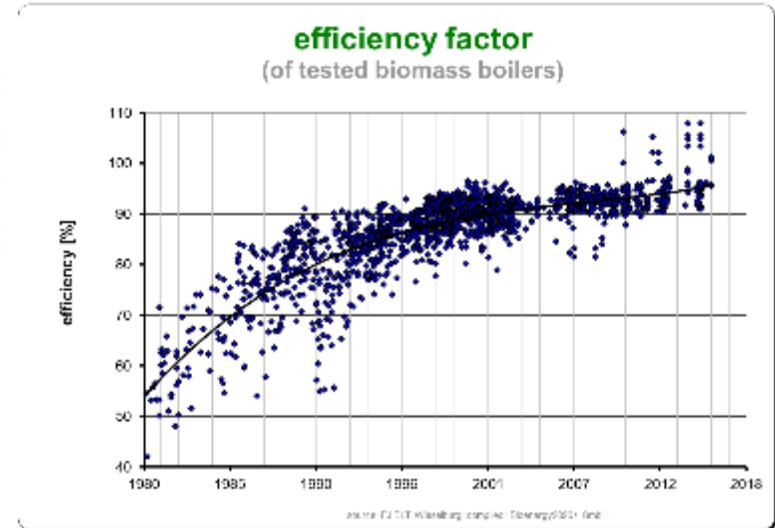
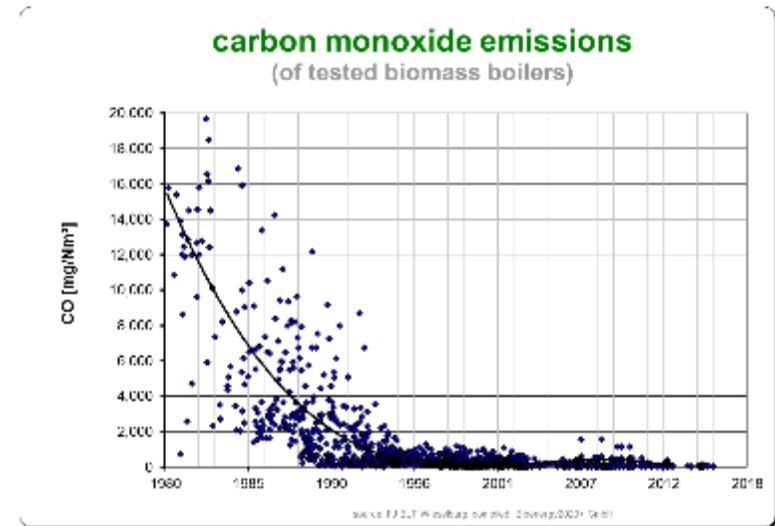
- Tecnica di combustione delle caldaie è **migliorata enormemente** dagli anni '80 ad oggi
- FJ-BLT Wieselburg: valori medi type test 2015-16 (n=26)
EN 303-5

Rendimento = **96%**

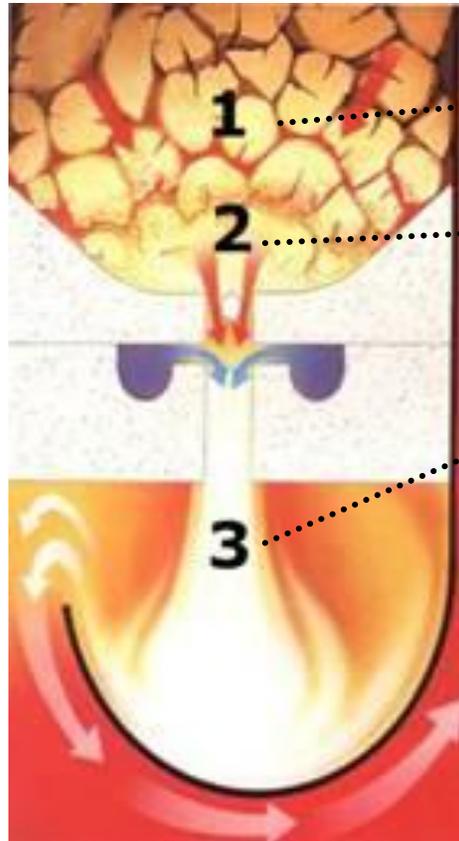
CO = **5mg/MJ**

OGC < **1mg/MJ**

TSP = 7mg/MJ



MODERNA TECNICA DI COMBUSTIONE



1 Riscaldamento ed essiccazione (100 °C)

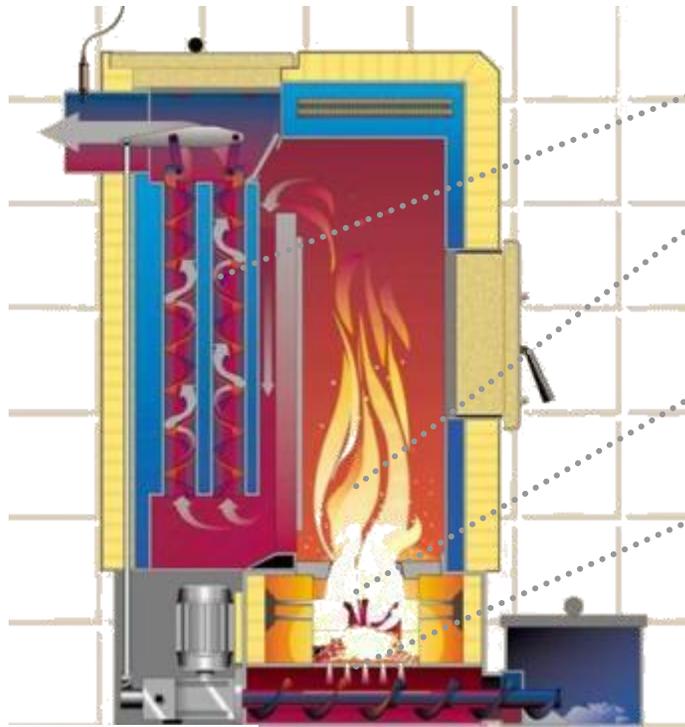
2 Decomposizione pirolitica (150-500 °C)
Gassificazione del legno (250-500 °C)

3 Ossidazione dei gas combustibili (700-1400 °C)

Combustione «completa» e regola 3T

- **Temperatura**
- **Turbolenza**
- **Tempo di permanenza**





Trasferimento calore allo scambiatore

Ossidazione dei gas combustibili (700-1400 °C)

Gassificazione del legno (250-500 °C)

Decomposizione pirolitica (150-500 °C)

Riscaldamento ed essiccazione (100 °C)



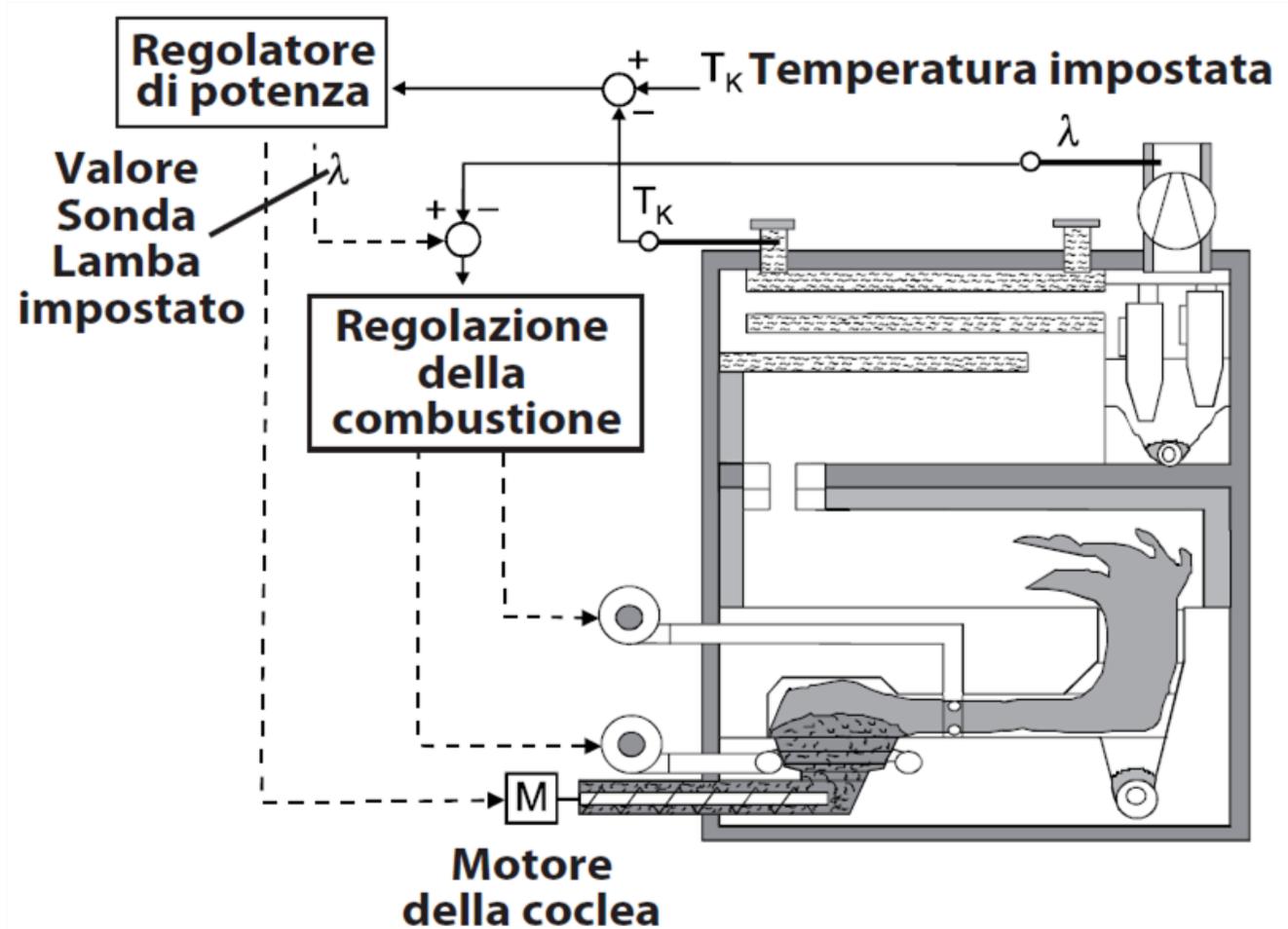
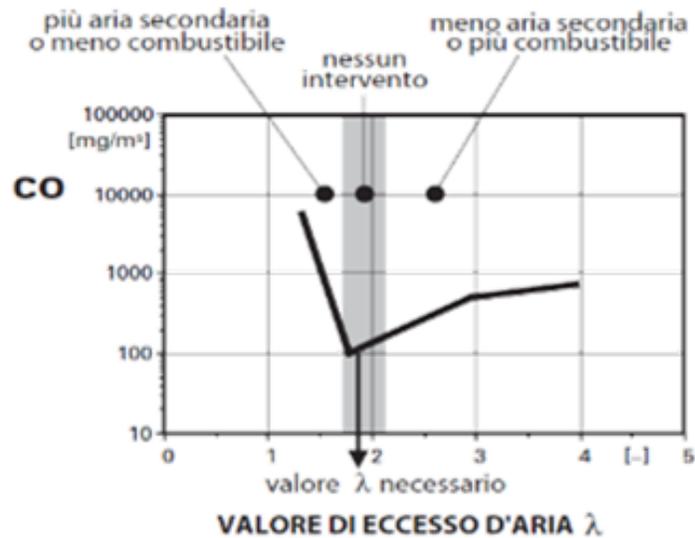
Dispositivo accensione automatica

- fornitura di un mezzo di ossidazione (aria) in eccesso
- raggiungere un sufficiente tempo di permanenza della miscela gas combustibili-aria comburente nella zona di reazione
- raggiungere una temperatura di combustione sufficientemente elevata
- garantire una buona mescolanza dei gas combustibili con l'aria comburente attraverso un'elevata turbolenza.

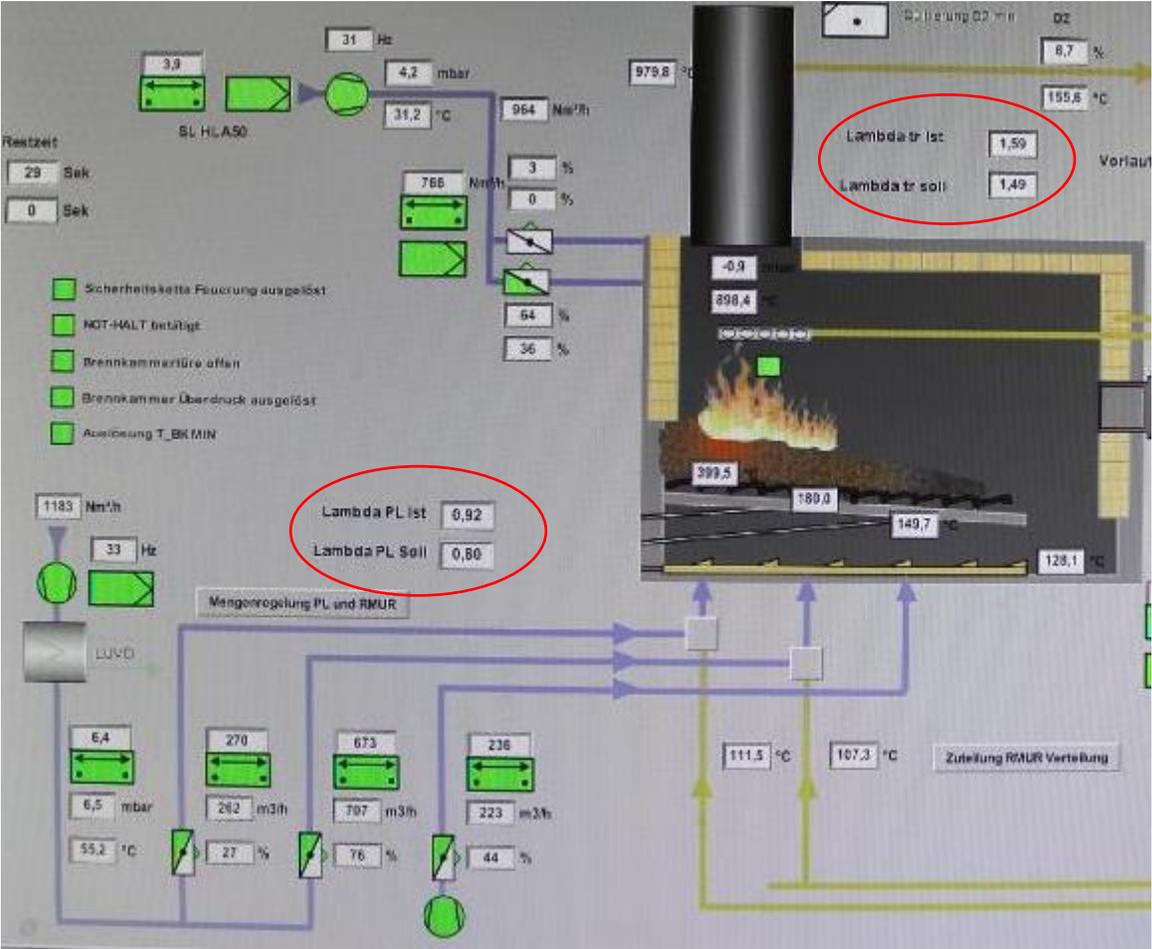


Regolazione di potenza e combustione nelle moderne caldaie (airstaging)

$$\lambda = \frac{L}{L_{min}}$$



Caldaje a griglia mobile inclinata e spintore (regolazione evoluta)



Test tossicologici (sopravvivenza cellulare)

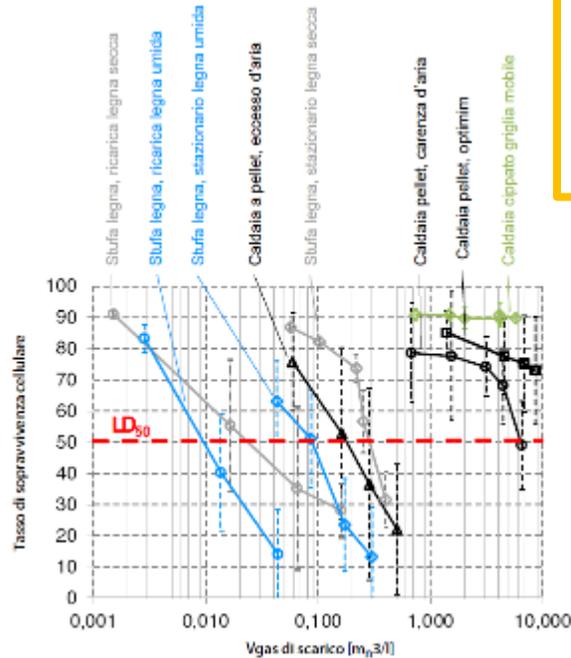
Gli **impianti automatici** con tecnica di combustione moderna e ottimizzata producono **solo particolato inorganico** privo di composti organici carboniosi (fuliggine e catrame), con un effetto sulla mortalità delle cellule polmonari da trascurabile a molto bassa. Tuttavia, siccome anche le particelle fini inorganiche sono indesiderate e hanno comunque un effetto negativo sulla salute è importante ridurre quanto più possibile anche l'emissione di PM10 inorganico attraverso **misure secondarie**.

http://aielenergia.it/public/documenti/25_A4E3-2017_Francescato_14%20HES.pdf
https://aielenergia.it/public/documenti/290_Flash%20Francescato.pdf

Le caldaie moderne non producono polveri tossiche per l'organismo umano

Un recente studio ha confermato che il PM10 inorganico, emesso dalle moderne caldaie a biomassa legnosa, ha una tossicità da trascurabile a non rilevabile sulle cellule polmonari umane. La ricerca scientifica è stata presentata a Zurigo nel corso del 94° Holzenergie-Symposium svoltosi nel settembre del 2016 ed è disponibile, tradotta integralmente in italiano, al link riportato in calce.

COMPOSIZIONE DEL PM10
 Il particolato delle combustioni del legno è costituito, in funzione del tipo di biomassa e del regime di combustione, da un ampio spettro di composti organici e inorganici. I principali componenti organici sono: idrocarburi, alcoli, aldeidi, acidi, chetoni, esteri, nitrati, ecc. I principali componenti inorganici sono: silice, ossido di alluminio, ossido di calcio, ecc.



Condizioni di funzionamento sfavorevoli



Condizioni di funzionamento ottimale



Prestazioni in campo dei moderni impianti tecnologici (cippato)

Esempio di configurazione di un **moderno impianto a cippato < 1MW** e risultati della verifica delle emissioni di polveri in opera all'atto del collaudo. Gestendo e mantenendo correttamente l'impianto è possibile rispettare un valore limite di polveri totali **<< 5 mg/MJ** per tutta la vita tecnica dell'impianto



Caldaia 880 kW a cippato (Albergo)
Sistema filtro: ciclone + filtro a maniche
Dimensione PM: 0,05 - 10 μm

Risultati della certificazione in opera (Lab ISO 17025)

Valore rif. all'11% di O₂

Parametri	Media e incertezza		Carico orario e incertezza	
	mg/Nm ³	+/- (▲)	mg/Nm ³	+/- (▲)
Polveri totali	<1	---	<2	---

Questo impianto ha sostituito una vecchia caldaia a gasolio in un Albergo in montagna, **beneficiando del Conto Termico**

Moderni Impianti Tecnologici Centralizzati ad alta efficienza e basse emissioni

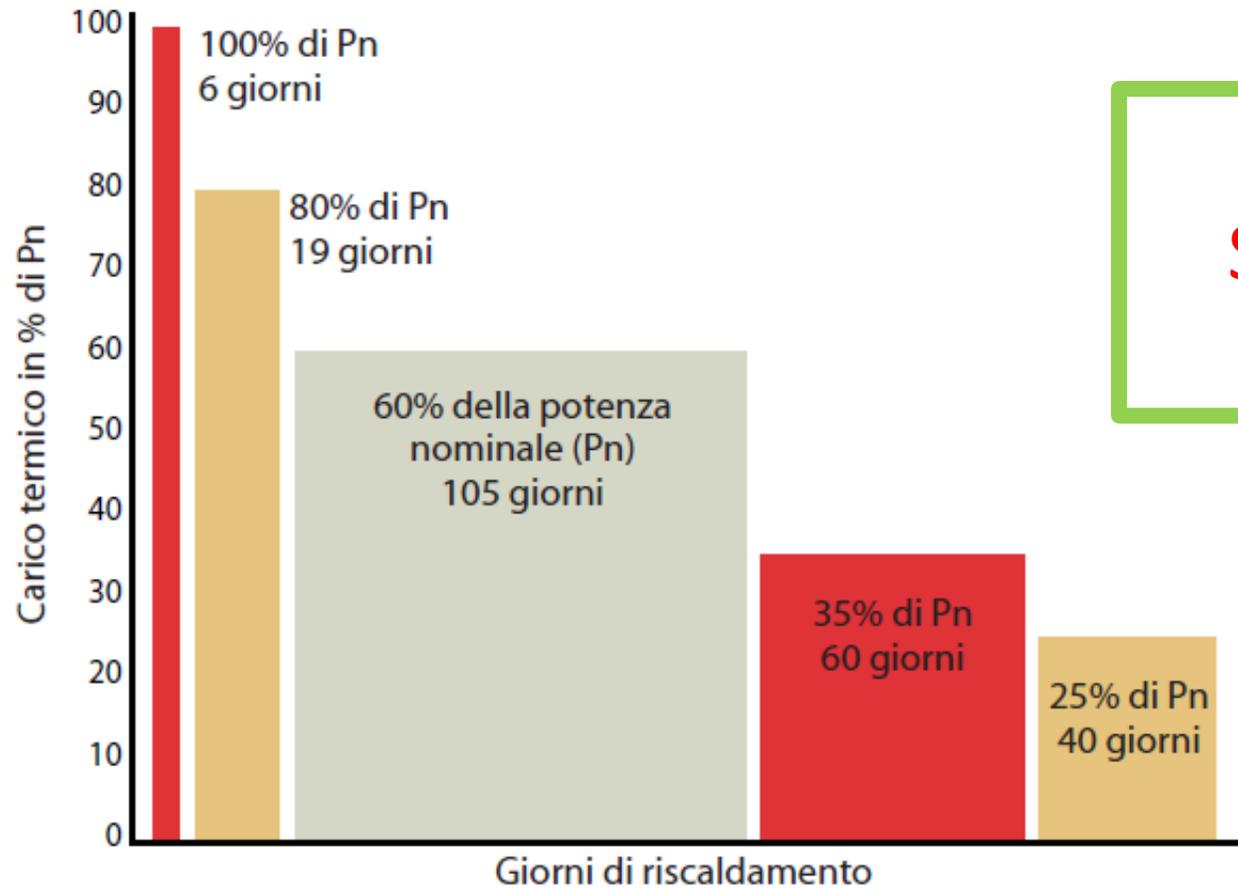


3 campagne di monitoraggio in prossimità dell'impianto a cippato:
una invernale ante-operam 2015 e due post-operam, rispettivamente nella stagione estiva 2016 ed invernale 2017.

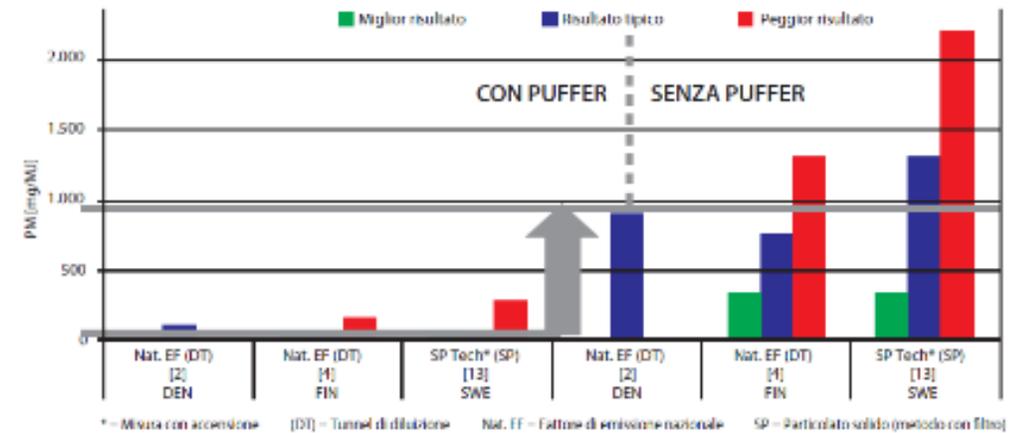
Estratto delle conclusioni Relazione ARPAE
*...“si evidenzia come, sia per quanto riguarda le concentrazioni rilevate per ciascun composto riscontrate in occasione dei vari campionamenti, **non si notano differenze sostanziali attribuibili all'attivazione della centrale a cippato**”.*

Scarica la relazione originale
www.comune.bagnodiromagna.fc.it

Criteri per il corretto dimensionamento della potenza



IMPORTANTE NON SOVRADIMENSIONARE LA CALDAIA A BIOMASSE!!



Puffer: indispensabile nelle caldaie manuali

Il puffer: una scelta sempre raccomandabile

Il puffer, è un volume di accumulo dell'acqua calda prodotta dalla caldaia



- Per le caldaie a legna è sempre indispensabile e deve essere dimensionato secondo la UNI EN 303-05 (55-100 l/kW)
- Per le caldaie automatiche (cippato/pellet) è raccomandabile un volume di almeno 20-30 l/kW
- Ottimizza la combustione e riduce le emissioni
- Assorbe i picchi di richiesta termica e riduce i cicli di accensione
- Permette di riscaldare l'abitazione per 1-2 giorni nelle mezze stagioni con una carica di legna
- Permette di produrre acqua calda sanitaria per 4-5 giorni d'estate con una carica
- Facile integrazione con il solare termico

Funzione	l/kW
Compensazione di carico termico (caldaie automat.)	20-30
Accumulatore tampone (EN 303-5:2012)	60-70
Accumulatore tampone comfort	100

Pellet
ISO 17225-2
Classe A1



Classe 5 stelle					
Tipo di generatore	PP (mg/Nm ³)	COT (mg/Nm ³)	NOx (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	η (%)
Camini aperti	25	35	100	650	85
Camini chiusi, inserti a legna	25	35	100	650	85
Stufe a legna	25	35	100	650	85
Cucine a legna	25	35	100	650	85
Stufe ad accumulo	25	35	100	650	85
Stufe, inserti e cucine a pellet - Termostufe	15	10	100	250	88
Caldaie	15	5	150	30	88
Caldaie (alimentazione a pellet o a cippato)	10	5	120	25	92
Classe 4 stelle					
Tipo di generatore	PP (mg/Nm ³)	COT (mg/Nm ³)	NOx (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	η (%)
Camini aperti	30	70	160	1250	77
Camini chiusi, inserti a legna	30	70	160	1250	77
Stufe a legna	30	70	160	1250	77
Cucine a legna	30	70	160	1250	77
Stufe ad accumulo	30	70	160	1000	77
Stufe, inserti e cucine a pellet - Termostufe	20	35	160	250	87
Caldaie	20	10	150	200	87
Caldaie (alimentazione a pellet o a cippato)	15	10	130	100	91
Classe 3 stelle					
Tipo di generatore	PP (mg/Nm ³)	COT (mg/Nm ³)	NOx (mg/Nm ³)	CO (mg/Nm ³)	η (%)
Camini aperti	40	100	200	1500	75
Camini chiusi, inserti a legna	40	100	200	1500	75
Stufe a legna	40	100	200	1500	75
Cucine a legna	40	100	200	1500	75
Stufe ad accumulo	40	100	200	1250	75
Stufe, inserti e cucine a pellet - Termostufe	30	50	200	364	85
Caldaie	30	15	150	364	85
Caldaie (alimentazione a pellet o a cippato)	20	15	145	250	90

acteco
Agenzia di consulenza tecnica ed ecologica
Organismo certificato n. 1888 - Registro n. 01/1.000011

Certificato ambientale n. 1880-CPR-758CA-198

CERTIFICAZIONE AMBIENTALE DEI GENERATORI DI CALORE ALIMENTATI A BIOMASSE COMBUSTIBILI SOLIDE

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
DECRETO 7 NOVEMBRE 2017, N. 186

Produttore: DOMUSA CALEFACCIÓN, S. COOP.
BO SAN ESTERAN SIN
20737 ERREZIL, GIPIUZKOA
SPAGNA

Modello: BioClass HM 25
Potenzialità nominale kW: 25,3
Classe di prestazione: classe 5 secondo la EN 303-5:2012

Tipo di generatore: caldaie (303-5 alimentazione a pellet)

Laboratorio di prova: NB 1045 STROJIRENSKY ZKUSEBNI USTAV s.p.
Hudcová 56B
621 00 Brno
Repubblica Ceca

Confronto delle prestazioni del generatore di calore con i limiti stabiliti dal decreto 7 novembre 2017, n. 186

VALORI CERTIFICATI	LIMITI all.1 D.M. 7/11/2017, n. 186			
	5 stelle	4 stelle	3 stelle	2 stelle
PP mgNm ³	10	15	20	40
COT mgNm ³	5	10	15	20
NOx mgNm ³	120	130	145	200
CO mgNm ³	25	100	250	300
η %	82	81	80	80

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 hPa) con una concentrazione volumetrica di O₂ residuo pari al 12%.

CLASSE ENERGETICA DI APPARTENENZA: **5 STELLE**

I risultati delle prove eseguite sull'apparecchio oggetto della presente Certificazione ambientale sono contenute nel Rapporto di prova 32-10158/3IT datato 2019-08-14.

Data di emissione: 05.09.2019

Responsabile del laboratorio
dr.ssa Claudia Maruzzi

Firma digitalizzata da
MARLUCCI CLAUDIA
Data: 2019.09.05
124745.10200

ACTECO s.r.l. - Via Annali, 45 - 20094 CORCHIANO (TO) - Tel. 041/426754-041/426755 - www.acteco.it
Cap. Soc. € 1.000.000,00 - Iva Reg. Imp. n. 01610400109 - Cod. Fis. n. 01610400109



installazione

9. di disporre il divieto della nuova installazione di generatori di calore alimentati da biomassa legnosa con prestazioni emissive inferiori a quelle individuate nella "Tabella 1. Classificazione ambientale dei generatori di calore", dell'allegato 2 alla dgr 5656 del 3.10.2016 per le seguenti classi di appartenenza:

- "tre stelle", per i generatori che verranno installati dall'1.10.2018;
- "quattro stelle", per i generatori che verranno installati dall'1.1.2020;



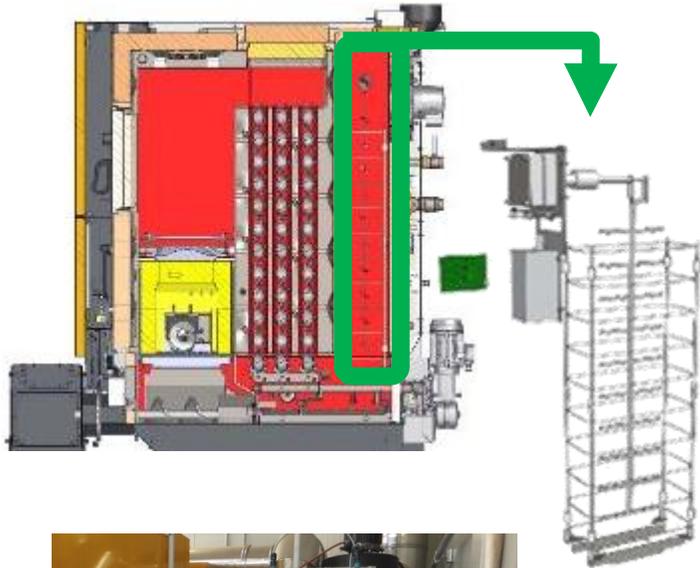
esercizio

10. di disporre che i generatori di calore alimentati da biomassa legnosa possano essere mantenuti in esercizio se aventi prestazioni emissive, individuate nella Tabella 1 di cui al punto precedente, non inferiori a quelle per le seguenti classi di appartenenza, verificabili secondo le indicazioni dettate in premessa per l'identificazione della classe di appartenenza:

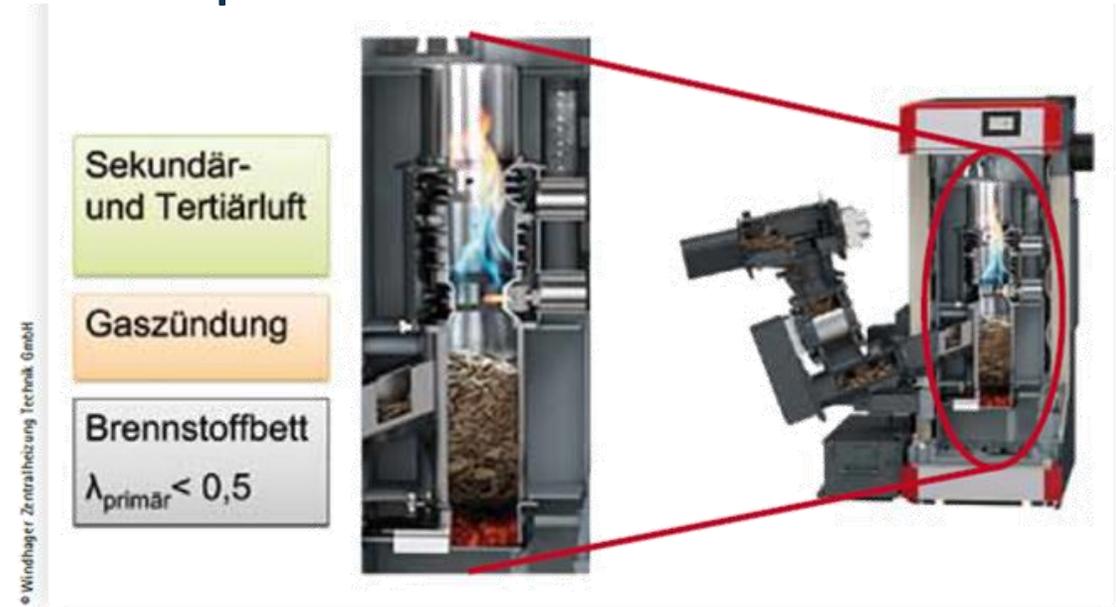
- "due stelle", per i generatori che saranno in esercizio dall'1.10.2018;
- "tre stelle", per i generatori che saranno in esercizio dall'1.1.2020;

Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM inorg.

1. ESP integrato o esterno (> 50 kW; >100 kW)



2. Estremizzazione della separazione dei processi di combustione



3. Tecnica condensazione

La tecnica a condensazione, oltre che aumentare il rendimento (riduzione del consumo di biocombustibile) ha anche un effetto «filtro» significativo sul PM10

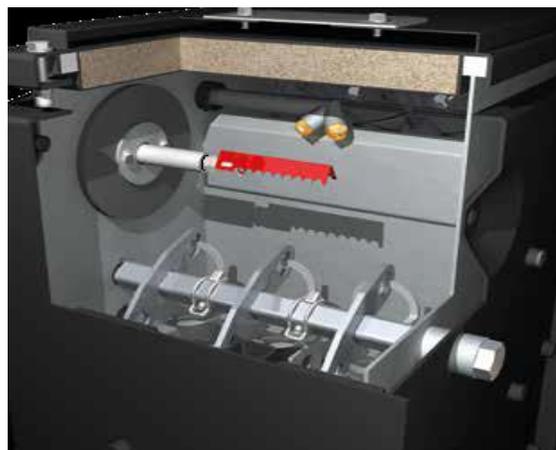
Caldaie NZEB: Caldaia a condensazione a pellet (22 kW)

Tabella 2 – Valori delle emissioni e dei rendimenti di omologazione della PE1c Pellet 22

PE1c Pellet 22 (22 kW)	PP		COT		NOx		CO		η	
	<i>Pn</i>	<i>Pp</i>								
mg/Nm³ al 13%O₂										
Condensazione (con filtro)	1	7	0,3	0,4	111	110	4	51	105,8%	105,3%
g/GJ										
Condensazione (con filtro)	0,6	4,6	0,2	0,3	75	74	3	34		

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 pellet di prova: conforme alla Classe A1 ISO 17225-2.



Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC

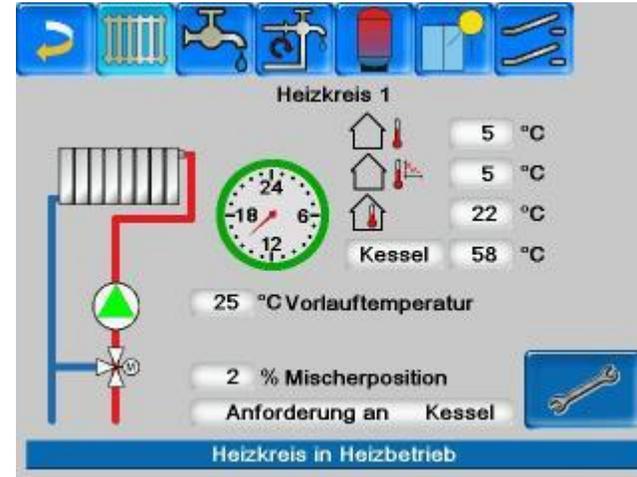
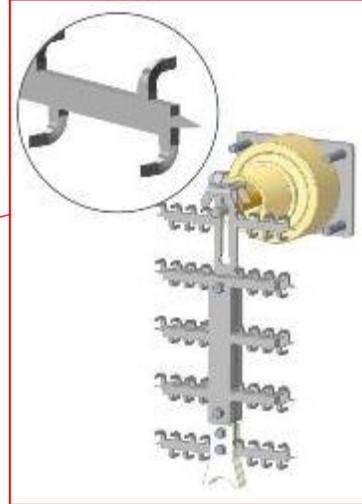
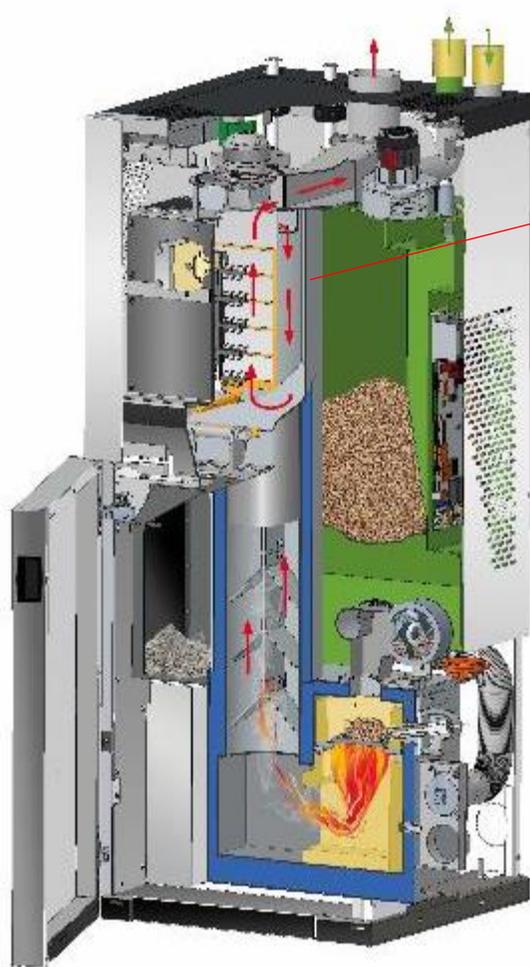


Tabella 1 - confronto tra le emissioni e il rendimento riportati nel Certificato Ambientale (TÜV Süd) e i valori limite della Classe 5 Stelle (cfr. d.m. 186/2017)

Emissioni in mg/Nm ³ rif. 13% O ₂	Valori limite 5 Stelle*	ecotop ^{light}		ecotop ^{zero}	
		P _n	P _p	P _n	P _p
Potenza%					
Polveri (PP)	10	6	9	1	1
Carbonio Organico Totale	5	1,9	3,2	0,9	0,6
Ossidi di azoto (NO _x , come NO ₂)	120	114	110	116	111
Monossido di carbonio (CO)	25	5	29	9	17
Rendimento% (diretto)	92	93,2	94,3	94,9	96,1

*A potenza nominale (100%). P_n=potenza nominale (24 kW); P_p=potenza parziale (7 kW).

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

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

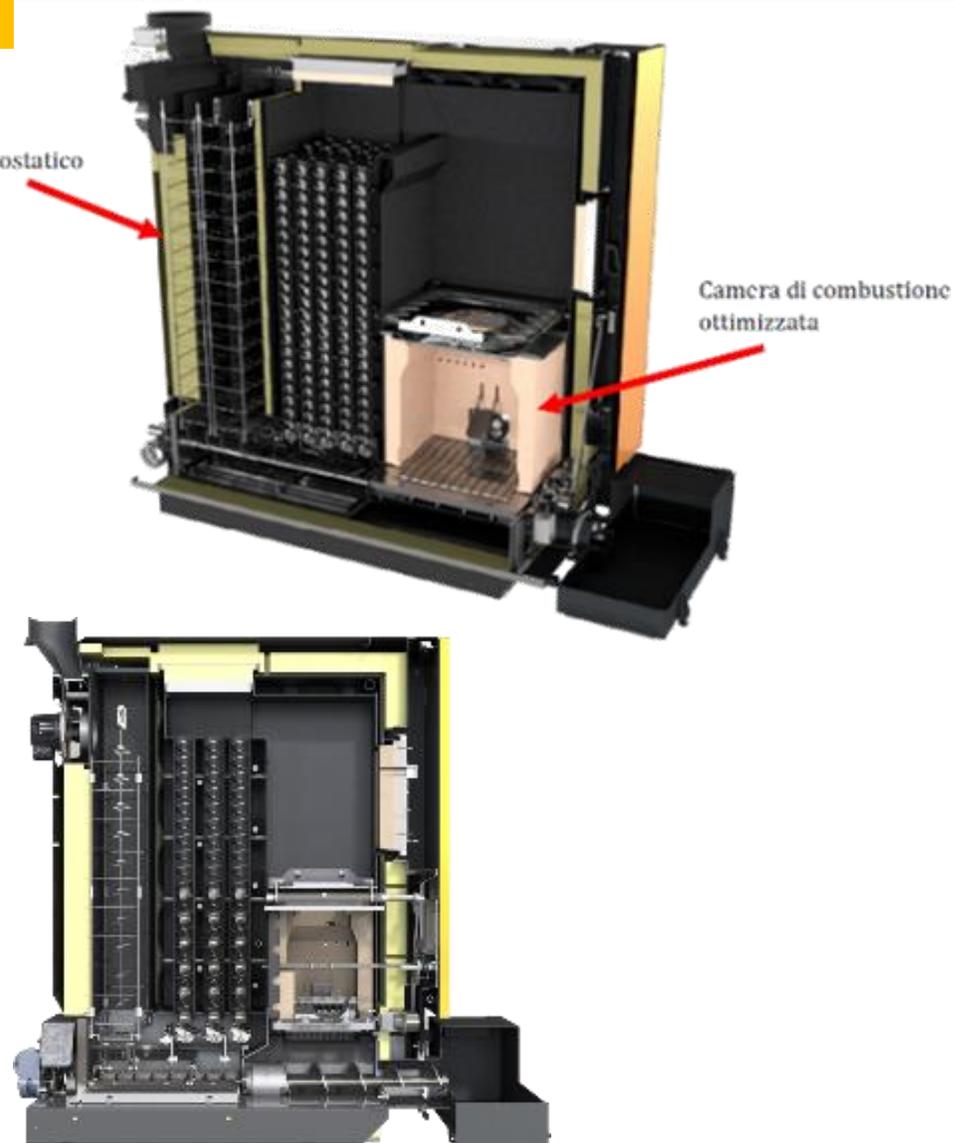
eHACK 120-240 kW	PP		COT		NOx		CO		η	
mg/Nm ³ al 13%O ₂	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp
Valore massimo	1	0	1	2	107	77	10	86	95,4%	96,0%
Valore minimo	0	0	1	1	79	64	4	16	93,4%	97,4%
g/GJ	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp		
Valore massimo	0	0	0	1	70	50	6	56		
Valore minimo	0	0	0	1	50	41	2	10		

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).

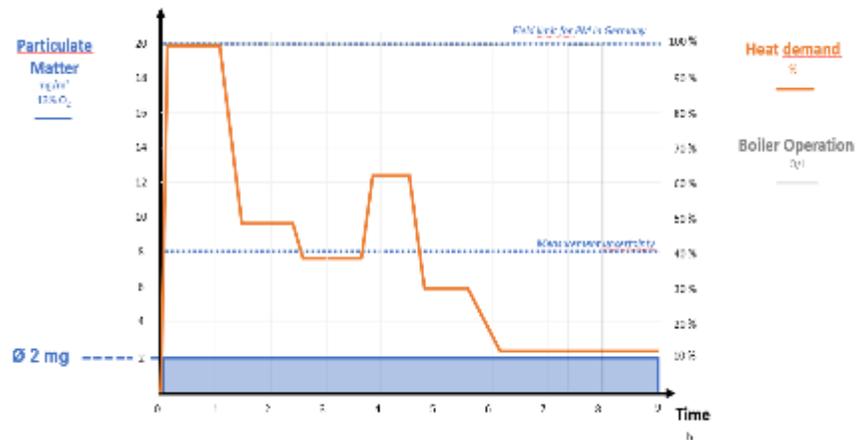
Filtro elettrostatico

Camera di combustione ottimizzata



Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC

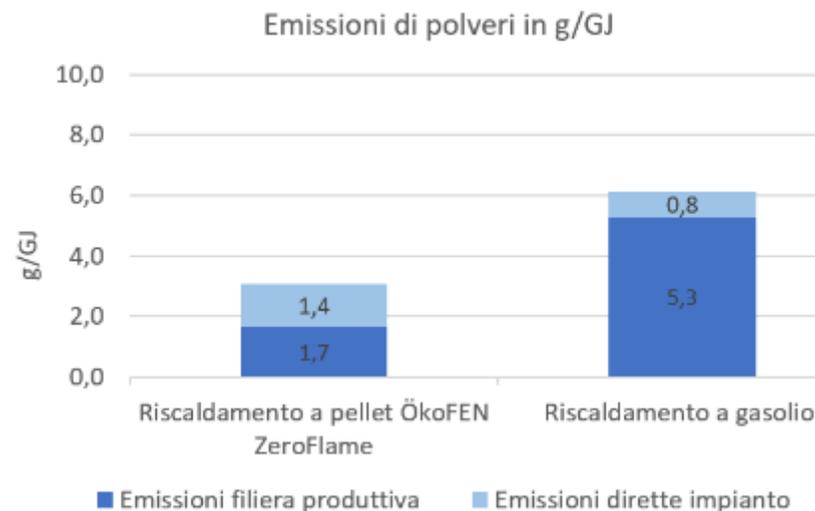
ZeroFlame®



TÜV
AUSTRIA

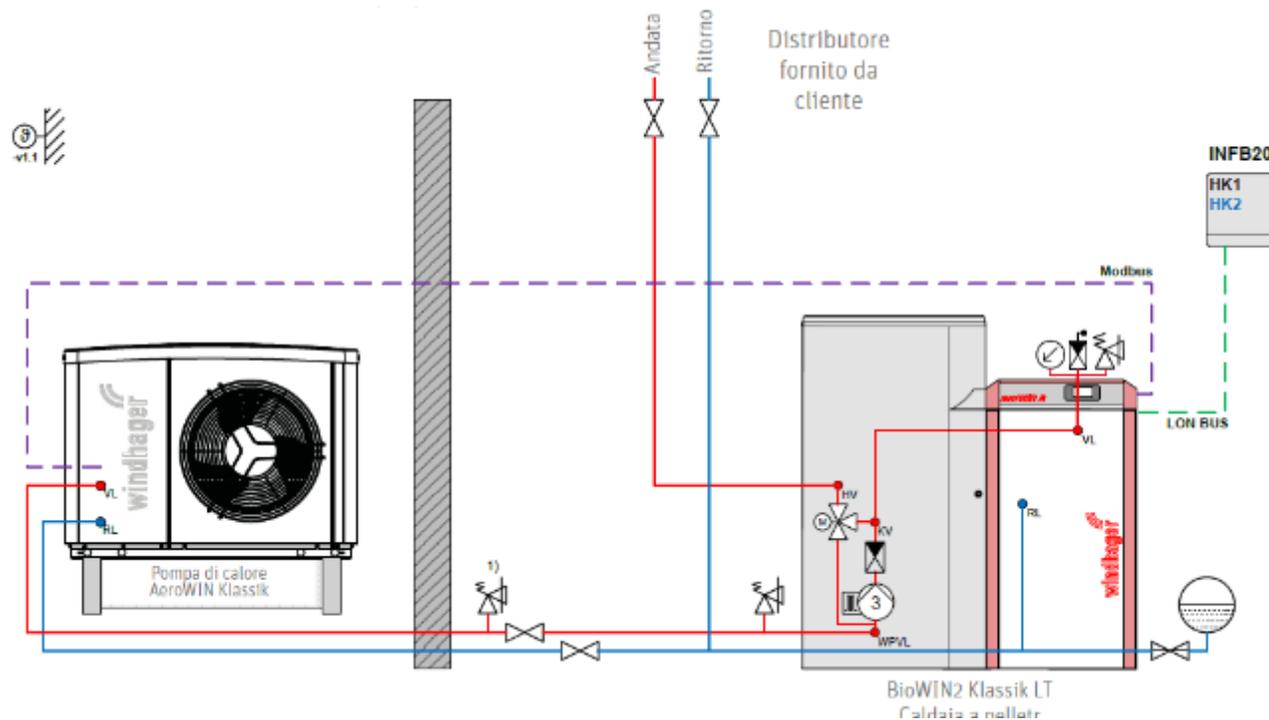
Summary of 9h practice test

Date of testing	18.06.2020
Test time (start/end)	08:53 - 17:53
Test duration (hours)	9,0
Particulate matter ref. to 13% O ₂ (mg/m ³)	2



Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC

Esempio di **sistema ibrido 100% rinnovabile**: caldaia a pellet-PdC factory made, si tratta di un tipo di configurazione sempre più frequente nel mercato

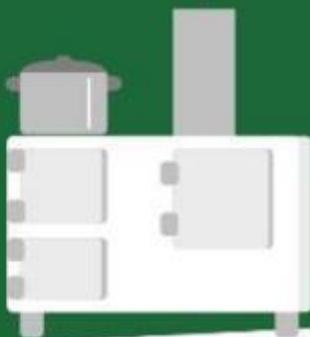


Emissioni di polveri ogni 70 kg di legno utilizzato

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.energiadalleghno.it

Fonte: AIEL 2021

Effetto della «ristrutturazione rilevante» sulle emissioni di PM e BaP

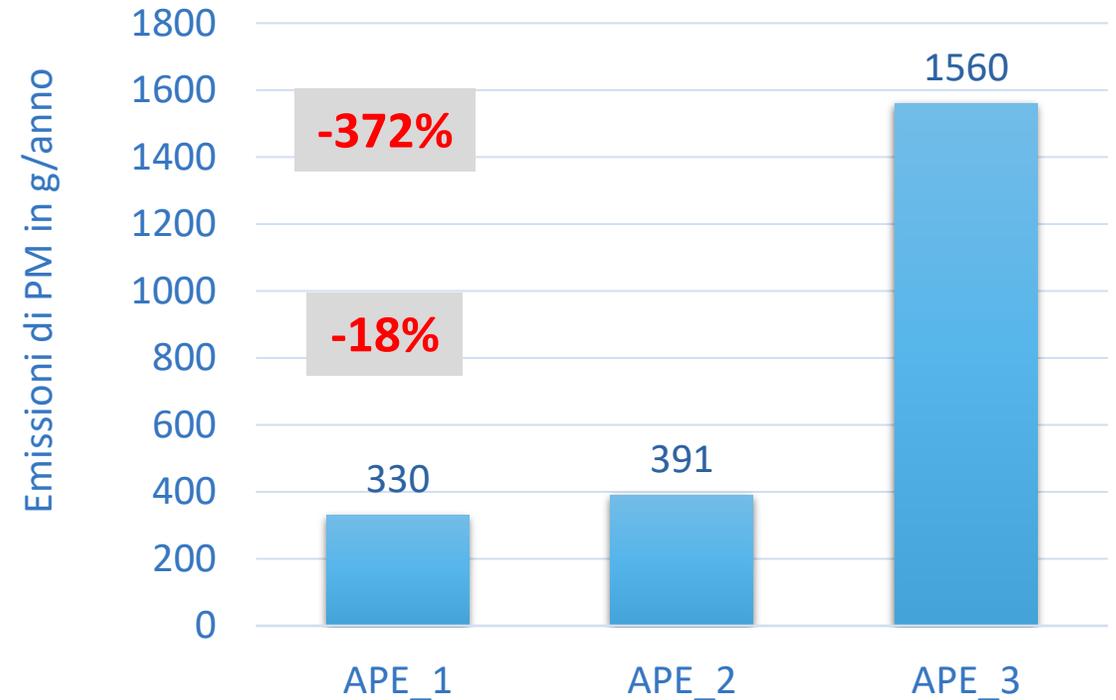
Abitazione 150 m², Volume lordo 745 m³

APE1: caldaia a pellet 10 kW a condensazione + n°2 pannelli solari termici di integrazione a.c.s. e riscaldamento

APE2: caldaia a pellet 10 kW a condensazione

APE3: caldaia a pellet da 25kW su edificio «disperdente»

	APE_1	APE_2	APE_3
Zona	E	E	E
Classe	A4	A4	A2
kWh/m² anno	15,8	16,3	61,4
kg pellet	1943	2298	9175
PCI MJ/kg	17	17	17
MJ	33.031	39.066	155.975
GJ	33	39	156
PP (g)	330	391	1.560
Bap (mg)	3	4	16
BaP (g)	0,003	0,004	0,016

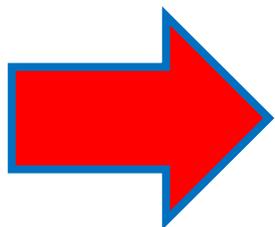


FE PM 10 g/GJ

FE BaP 0,1 mg/GJ

Sommario

- Rinnovabilità (CO₂) e questione delle emissioni di PM → obiettivi di breve termine e modelli di corretto sviluppo del settore
- Biocombustibili legnosi: approvvigionamento, qualità-certificazione, competitività
- Tecnica di combustione: evoluzione tecnologica, certificazione ambientale ex dm 186/2017, soluzioni NZEB
- **Casi applicativi con cenni ai sistemi incentivanti (CT e TEE)**



Valter Francescato, direttore tecnico AIEL



RISTRUTTURAZIONE RILEVANTE PROVINCIA DI VENEZIA

Casa 170 m² classe B

PELLEMATIC SMART 8 kW

Consumi pellet circa 1.800 kg

Spesa combustibile pellet anno € 500

N.B. non è stato considerato il contributo del
solare termico





250 m² superficie riscaldata
 4 circuiti di riscaldamento a pavimento, 1 radiatore nel bagno
 1.000 litri di accumulo

- 4,4 kWp PV
- Fronius Symo Hybrid Inverter
- Fronius Solar Battery 12 (9,6 kWh utilizzabili)
- Visualizzazione e regolazione completa tramite Pelletronic Touch
- Report giornaliero su e-mail

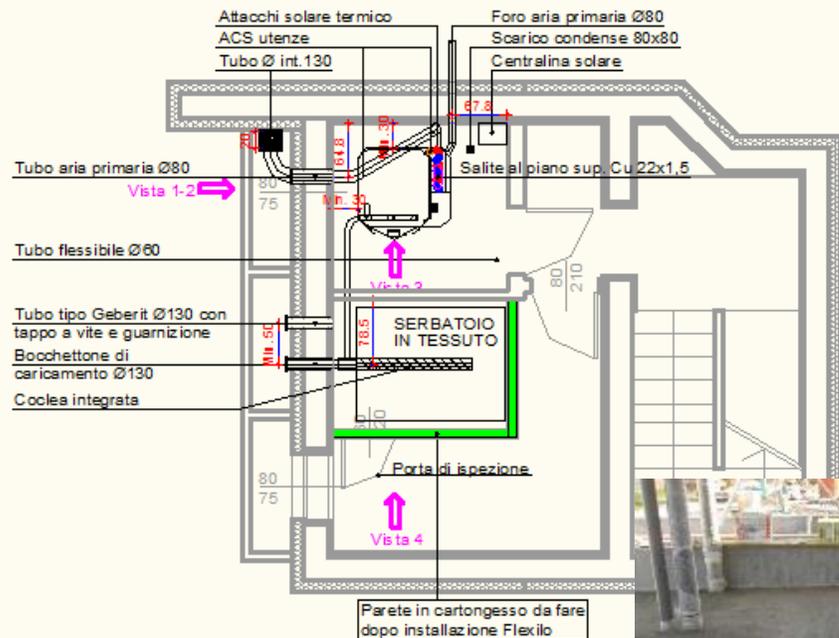
Lottizzazione Iride - Variano (UD) detta anche lottizzazione Smart 12 ville con la soluzione Pellematic Smart



Tutte le villette hanno scelto anche il solare termico



Non è presente il gas metano
Per cucinare hanno scelto sistema a induzione



- PRESA D'ARIA ALL'ESTERNO NESSUN PROBLEMA CON WMC
- SERBATOIO COMPACT 1800X1400X2150 **3,3 t**
- Bocchettone di carico nella bocca di lupo

Villetta cl. A – 21 kW*m²*anno; CasaClima FVG

sup. netta riscaldata = 181 m²
volume netto riscaldato = 489 m³
sup.netta x 4 pannelli solari = 8,4 m²
fabbisogno termico istantaneo = 4,37 kW/h
fabbisogno termico x ACSannuo = 1100 kW

spesa generatore compreso di: accumulatore a stratificazione 600 l, organi d'impianto e regolazione x 2 circuiti, serbatoio pellet, sonde, accessori per l'installazione e controllo climatico

totale spesa = €14.000 _ 1750€/kW installato



soluzione d'impianto:

radiante a pavimento per riscaldamento

generatore a pellet Okofen SMART 4-8 kW a condensazione

stoccaggio pellet x 3,3 ton, aspirazione pneumatica

consumo previsto **annuo**, esclusa integrazione solare = **731 Kg di pellet**

spesa combustibile annua circa = **190€**

autonomia di stoccaggio a pieno carico di circa 4 anni



CONTO TERMICO 2.0 (intervento 2B)

Strumento strategico per velocizzare il turnover tecnologico e la riduzione di PM10 e BaP

- Incentiva la **rottamazione di vecchi generatori a biomasse e gasolio**
- Per valori dell'incentivo < **5.000 € rata unica (→ 2-5 anni)**
- Incentivo fino al **65% dell'investimento (35-50 %)**
- **Accesso diretto** in qualsiasi momento



Esempi di calcolo dell'incentivo

Le seguenti tabelle permettono di avere un'idea dell'ordine di grandezza dell'incentivo, in funzione dei diversi fattori precedentemente descritti.

Incentivo erogato in 1, 2 o 5 anni (valori in Euro)

Stufe e termocamini

Zona Climatica	Potenza 8 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	780	936	1.170
E	947	1.136	1.421
F	1.003	1.203	1.504

Zona Climatica	Potenza 12 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	932	1.118	1.398
E	1.132	1.358	1.698
F	1.198	1.438	1.798

Caldaie con potenza ≤ 35 kW

Zona Climatica	Potenza 20 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	2.520	3.024	3.780
E	3.060	3.672	4.590
F	3.240	3.888	4.860

Zona Climatica	Potenza 35 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	4.410	5.292	6.615
E	5.355	6.426	8.033
F	5.670	6.804	8.505

Caldaie con potenza > 35 kW

Zona Climatica	Potenza 36 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	5.040	6.048	7.560
E	6.120	7.344	9.180
F	6.480	7.776	9.720

Zona Climatica	Potenza 50 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	7.000	8.400	10.500
E	8.500	10.200	12.750
F	9.000	10.800	13.500

CONTO TERMICO 2.0 (intervento 2B)

Strumento strategico per velocizzare il turnover tecnologico e la riduzione di PM10 e BaP

Caldaia **Legna 25 kW** vs caldaia Gasolio 40 kW

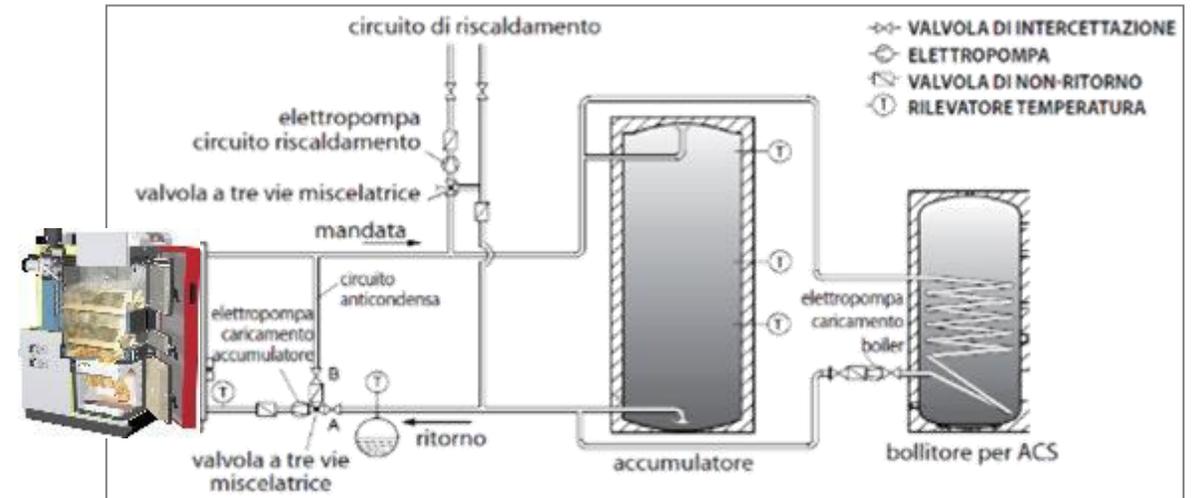
Puffer 2.000 litri

45 MWh/a di Ep

11 t legna secca (P500 M20) → € 1.700

Spesa Gasolio: 5.000 €/a (4.500 litri)

Investimento totale: **12.000 €**



CONTO TERMICO 2.0 (intervento 2B)

Strumento strategico per velocizzare il turnover tecnologico e la riduzione di PM10 e BaP

Esempio: caldaia a legna

$P_n = 25 \text{ kW}$

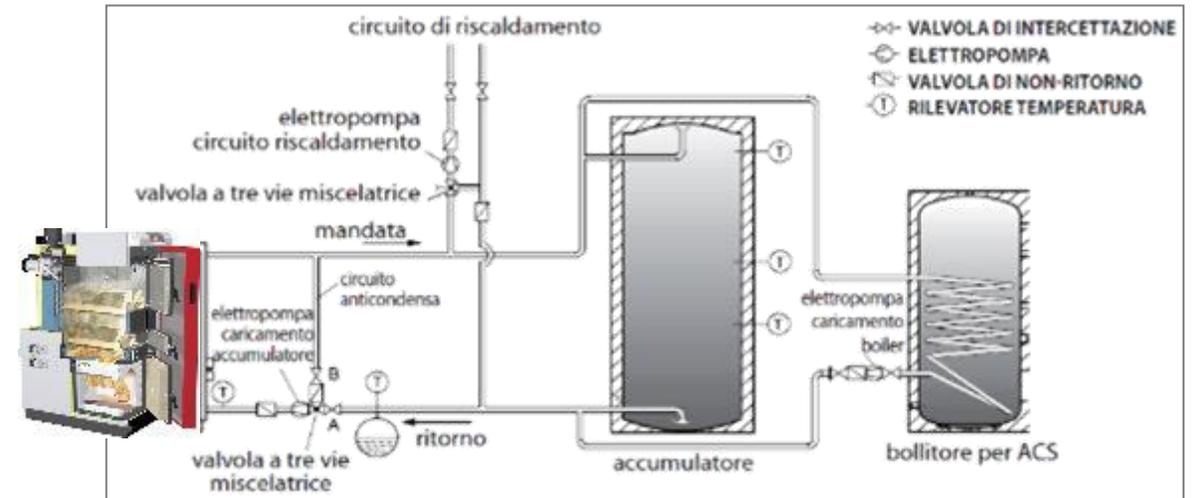
zona F

Emissioni $\rightarrow C_e = 1,5$

$I_{a \text{ tot}} = 3.037 \text{ €} \times 2 \text{ anni} = 6.075 \text{ €} \text{ (50\%)}$

Risparmio vs gasolio: $5.000 - 1.700 = \text{€} 3.300$

$12.000 - 6.075 = 5.925 / 3.300 \rightarrow 2 \text{ anni}$



Conto Termico in R. Veneto 2014-2021 (ca. 60 M€ di incentivi erogati per int. 2B) Fonte: GSE



REGIONE DEL VENETO

Veneto - N. di interventi con contratto attivo al 1 marzo 2021 per tipologia di generatore, alimentazione e anno contratto

Tipologia Generatore	Alimentazione	Numero di interventi							2021 (al 1 marzo)	Totale
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
CALDAIA	Altre biomasse combustibili		1	1			2			4
	Cippato	6	11	6	5	10	6	10	1	55
	Legna (ciocchi o tondelli)	18	32	47	87	117	130	114	23	568
	Pellet	60	71	117	332	566	633	521	95	2395
MISTO	Legna (ciocchi o tondelli)					1	3	5	2	11
	MISTO				1	3	15	10	3	32
	Pellet			1	6	16	12	8	5	48
STUFA	Cippato							1		1
	Legna (ciocchi o tondelli)	1	5	36	197	471	1013	1209	392	3324
	MISTO				3	18	38	47	7	113
	Pellet	74	185	473	2473	3979	5293	4441	1500	18418
	Sansa di oliva disoleata				1	1				2
TERMOCAMINO	Cippato						1		1	2
	Legna (ciocchi o tondelli)			2	19	68	231	300	82	702
	MISTO						1			1
	Pellet	8	4	17	198	311	395	320	79	1332
Totale										
		167	309	700	3.322	5.561	7.773	6.986	2.190	27.008

In R. Veneto ca. 700.000 AD \approx 4 % in 7 anni

CIPPATO: Impianti di media potenza a servizio degli edifici pubblici (2007)

Comune di Fregona (TV)



2 x 300 kWt caldaie a cippato

Complesso scolastico comunale + asilo (con TLR)

Consumo cippato circa **200 t/anno M30**

Cippato da **impresa boschiva locale**

(accordo per gestione boschi comune 100 ha)

TLR di Grumes – Comune di Altavalle (TN), Comunità della Val di Cembra (2006)



- Potenza: **400 kW**, Energia termica erogata: 600 MWh
- Gasolio sostituito: 60.000 litri/anno
- Lunghezza TLR **0,9 km**, N. utenze: **7 pubbliche e 25 privati**
- Consumo cippato: 1.500 msr = **390 t** (M 30-35%)
- Provenienza cippato: boschi di Altavalle + segheria in valle
- CO₂-eq risparmiata: **175 t/anno**
- CO₂-eq risparmiata finora: **1.925 t** (11 anni di esercizio)
- Gasolio risparmiato finora: **660.000 litri**

PROGETTI

Ospedale di Borgotaro (PR)

Dati chiave:

Soggetto realizzatore: SIRAM S.p.A.
 Realizzazione: Luglio - Settembre 2010
 Messa in Funzione: Ottobre 2010
 Importo investimento: 800 k€
 Luogo di installazione: Ospedale "Santa Maria"
 Combustibile: cippato
 Tipologia di energia prodotta: termica
 Potenza generatore: 700 kW
 Volume di stoccaggio: 150 mc

Descrizione:

È stata installata una Caldaia Uniconfort a cippato da 700 kW a servizio dell'ospedale di Borgotaro. La caldaia è stata installata all'interno di un apposito locale centrale termica. È stato realizzato un nuovo deposito in cemento completamente interrato per lo stoccaggio del cippato. L'estrazione avviene tramite un sistema con griglia a fondo mobile ed una coclea/nastro trasportatore per il trasporto del cippato al generatore di calore..

Sustainability highlights:

Il cippato a servizio della centrale termica proviene dalla piattaforma del Consorzio delle Comunalie Parmense di Borgotaro dove conferisce il legname prodotto dalla manutenzione boschiva del crinale emiliano.



 Soluzioni concrete per realizzare opere di pubblica utilità

SERRE: Floricoltura Pisapia, Pontecagnano Faiano (SA)



- Riqualificazione energetica dell'impianto
- Pompe a inverter
- Puffer 250 m³
- Generatore a biomasse
- Gasolio back-up
- **0,5 M€ investimento**

Progetto: 2014

Studio d'Ingegneria Silvestri (PT)

- Floricoltura
- Piante tropicali (specializzata)
- 17.346 mq di serre

Cippato: P16-P100 fino a M60

Ricircolo dei gas, tecnologia Low-NOx

Griglia mobile piana, spesso refrattario

Caldaia 1700 kW

5.000 litri di H₂O nello scambiatore



SERRE: Floricoltura Pisapia, Pontecagnano Faiano (SA)



Progetto: 2014

Studio d'Ingegneria Silvestri (PT)

- Floricoltura

- Piante tropicali (specializzata)

-17.346 mq di serre

Confronto gasolio vs cippato				
	2011	2012	2013	2014
	gasolio litri			cippato t
novembre	60.000	38.000	39.000	145
dicembre	86.000	80.782	79.000	293
MWWhp	1.460	1.188	1.180	1.358
Costo €/l/t	0,79	0,90	0,95	100
Costo €	116.000	106.903	112.100	44.000
€/MWWhp	79	90	95	32

GASOLIO → 3.300 MWWhp x 88 €/MWh = **290.000 €/anno**

CIPPATO → 3.300 MWWhp x 32 €/MWh = 105.600 €/anno [- **105.310**]

PPPM-TEE → 500 TTE x 90 € = 47.500 €/a [x 5 anni]

Risparmio annuo primi 5 anni = 105.310 + 47.500 = **152.810 €**

Risparmio annuo succ. 15 anni = **105.310**

Valter Francescato, direttore tecnico

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

francescato.aiel@cia.it

www.aielenergia.it



www.energiadalleghno.it