



Comunità Montana  
di Valle Camonica



Organizzazione  
delle Nazioni Unite  
per l'Educazione,  
la Scienza e la Cultura



Programma  
MAB  
L'uomo  
e la Biosfera



Valle Camonica - Alto Sebino  
Riserva della Biosfera  
dal 2018



[www.parcoadamello.it](http://www.parcoadamello.it)  
[info@parcoadamello.it](mailto:info@parcoadamello.it)



# Progettazione di moderni impianti tecnologici a biomasse legnose

Valter Francescato, direttore tecnico AIEL



# Sommario

- Rinnovabilità (CO<sub>2</sub>) e questione delle emissioni di PM → obiettivi di breve termine e modelli di corretto sviluppo del settore, aspetti socio-economici
- Biocombustibili legnosi: dendroenergetica, approvvigionamento, qualità-certificazione, competitività
- Tecnologie e criteri di corretta progettazione degli impianti termici, tecnica di combustione, certificazione ambientale, tecnologie “NZEB”
- Casi applicativi (impianti termici) con cenni ai sistemi incentivanti: Conto Termico, Ecobonus e Certificati Bianchi

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



## La questione delle emissioni di PM10 e B(a)P



## 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	<b>702.094</b>	<b>100%</b>

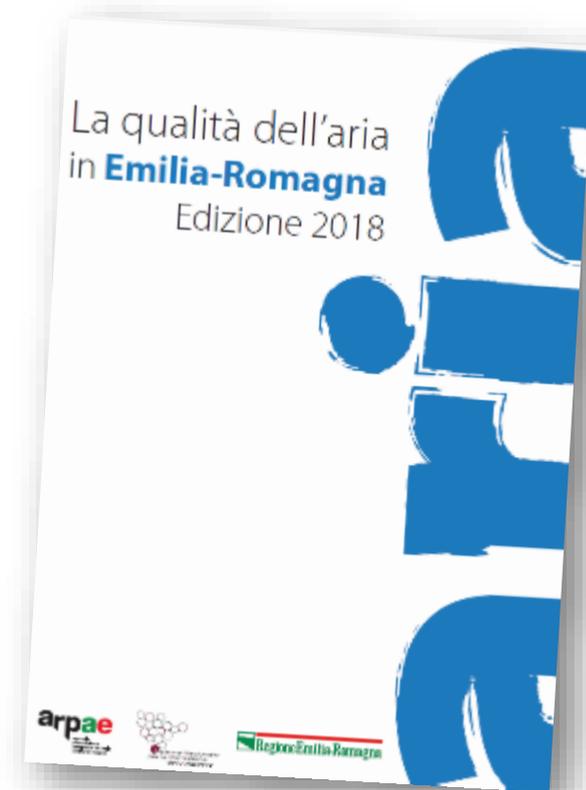
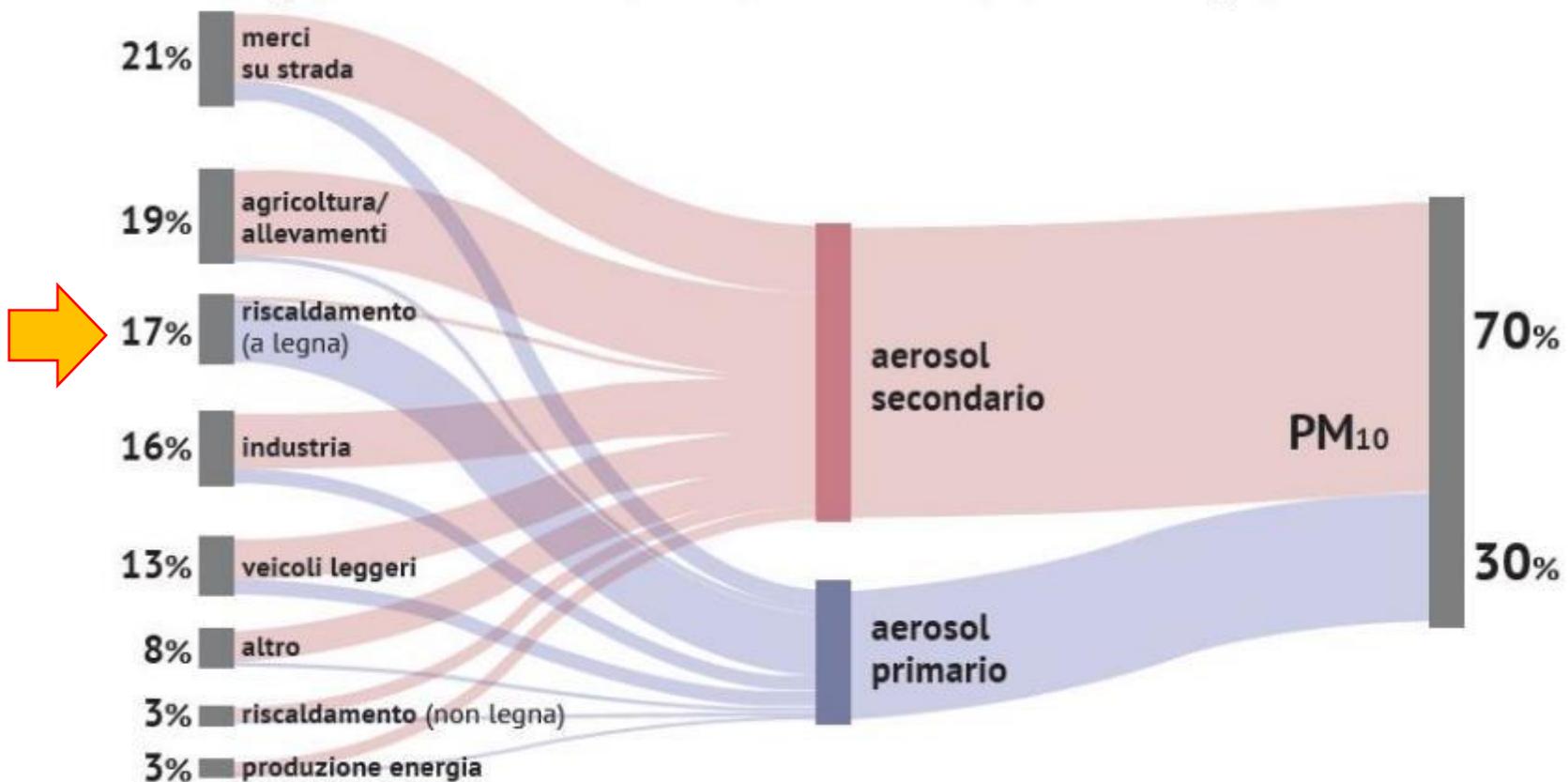
78%

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

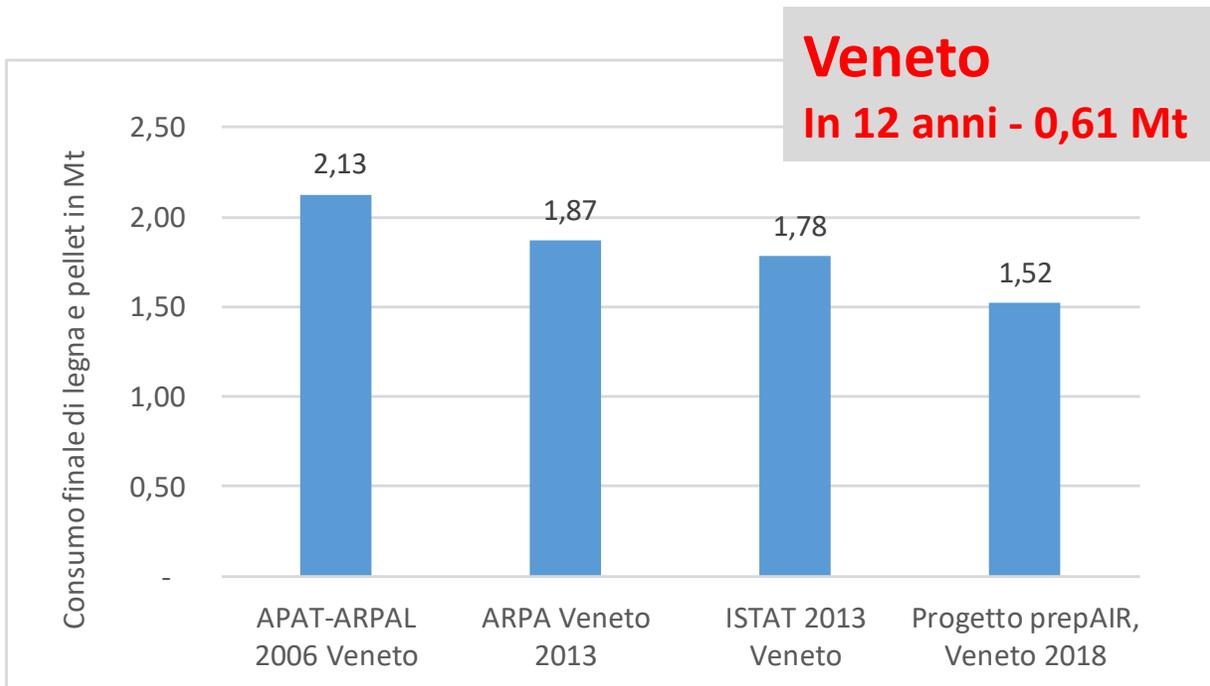
- La combustione domestica del legno produce il **50-60% delle polveri primarie (PP)**
- **85-90% delle PP** è prodotto da apparecchi tradizionali a legna
- Il **70% del B(a)P** è prodotto dalla combustione tradizionale della legna
- Almeno il **60% degli apparecchi non è più compatibile** con le azioni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

FIGURA 11

Emissioni di "PM<sub>10</sub> equivalente" in Emilia-Romagna. La larghezza della banda è proporzionale al "PM<sub>10</sub> 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
<b>Totale</b>	<b>668.299</b>	<b>651.840</b>	<b>679.438</b>
Caldaie	-	20.160	22.656
<b>Totale</b>	<b>668.299</b>	<b>672.000</b>	<b>702.094</b>

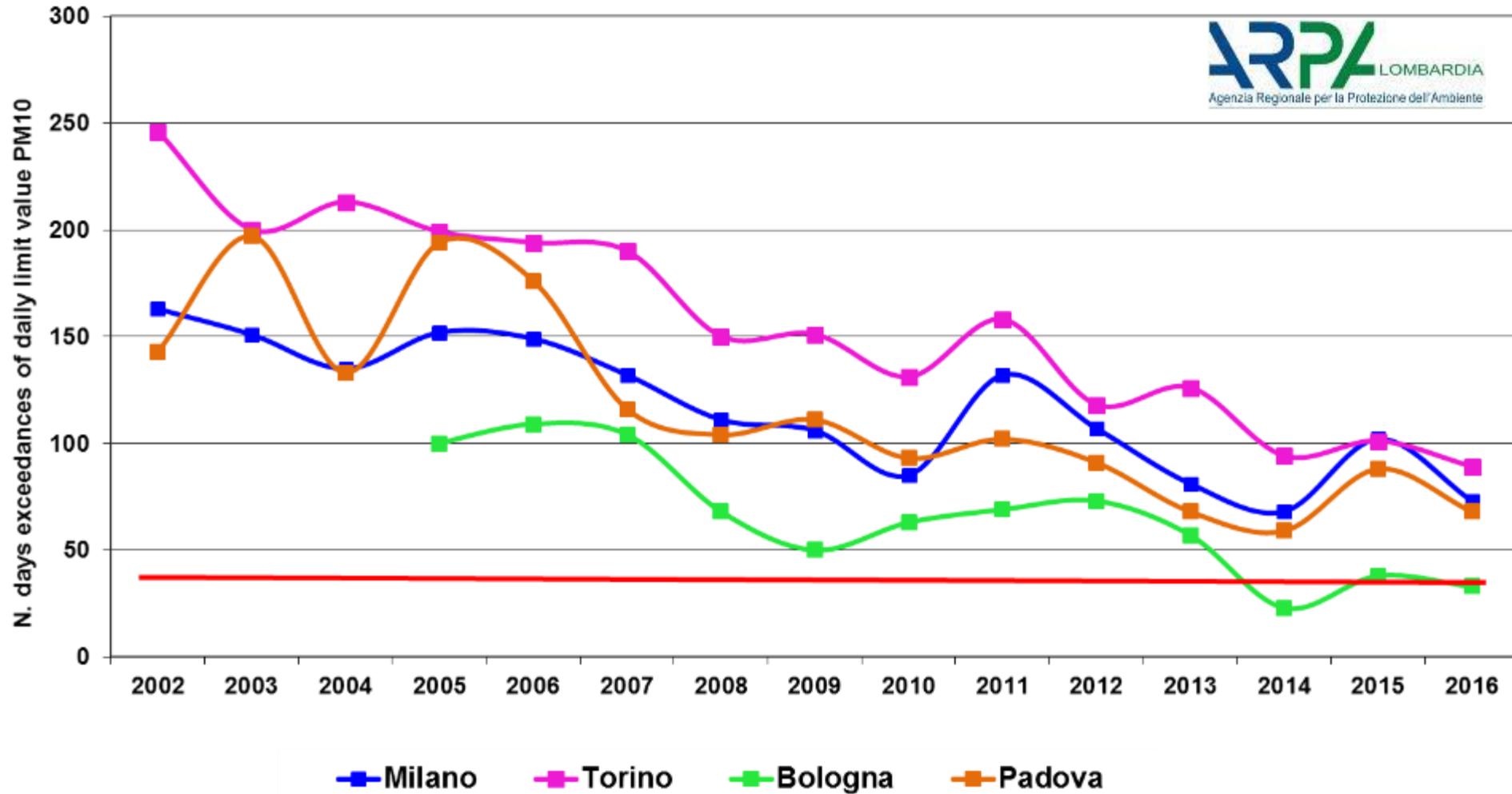
## Evoluzione del consumo e delle emissioni di PM10

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

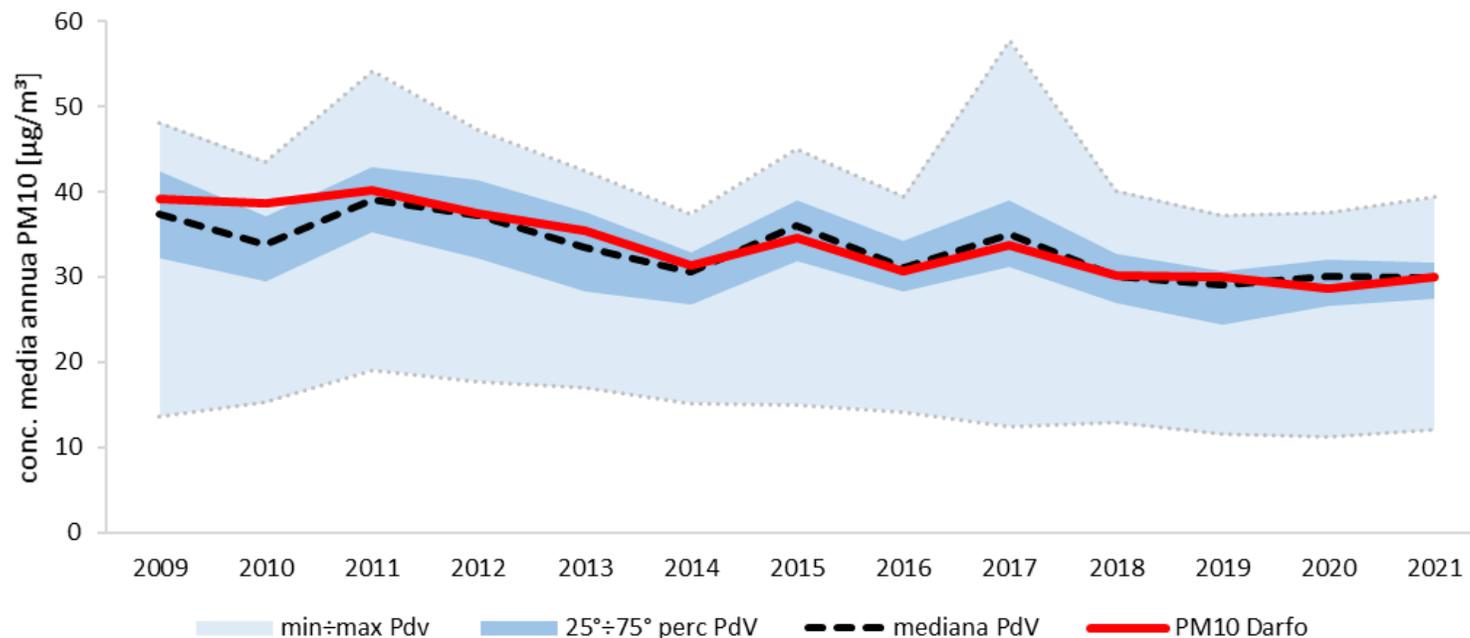
Nota: le emissioni di PM10 sono state calcolate con i FE INEMAR 7/2011

# La questione delle emissioni di PM10 e B(a)P

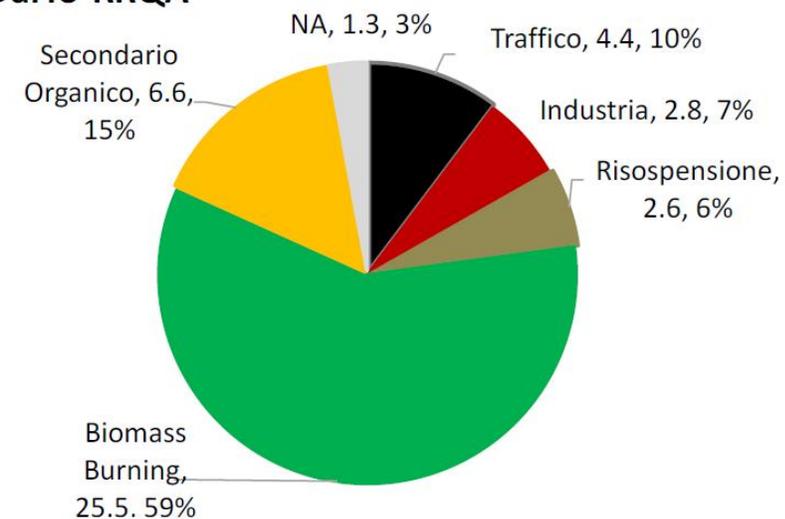
PM10 numero giorni superamento limite 2002-2016



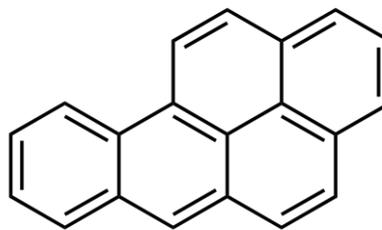
**andamento concentrazione media annua PM10  
 Darfo BT**



**Darfo-RRQA**

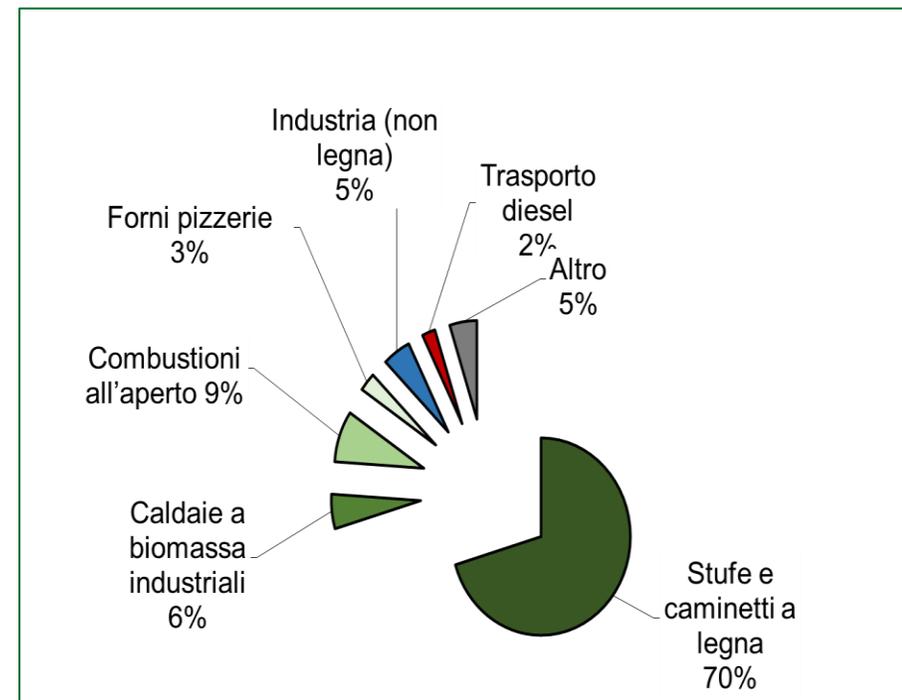
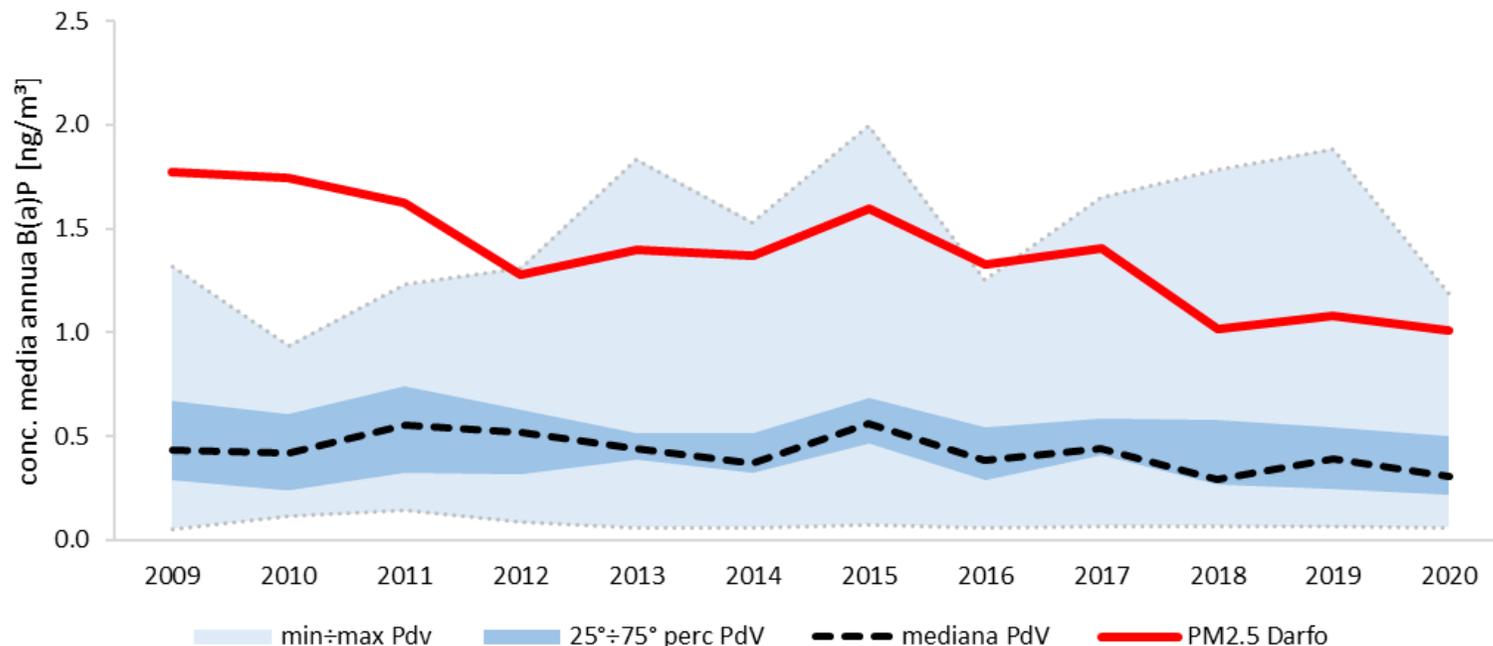


**periodo invernale 20.12.2013 – 09.03.2014**



Fonte  
 Guido Lanzani, Giorgio Siliprandi  
 Aria Nuova in Valle Camonica, 3/12/2021

### andamento concentrazione media annua B(a)P Darfo BT

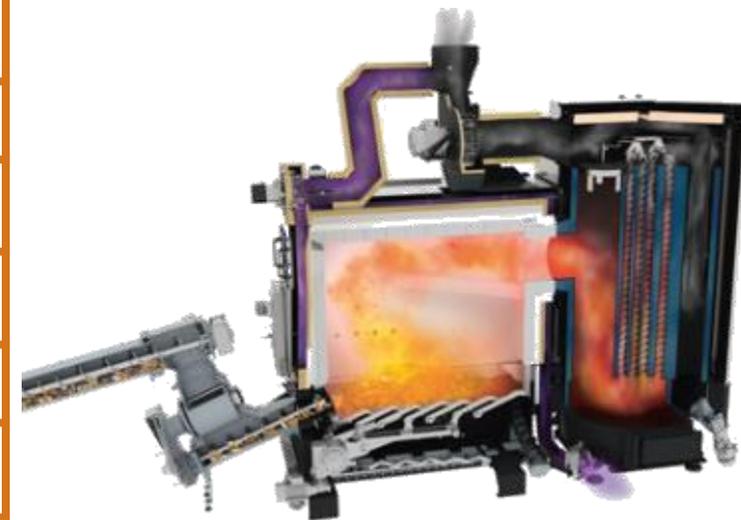


# Contributo alle emissioni di PM10 delle caldaie (Fonte: Report Statistico AIEL 2018)

## 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%



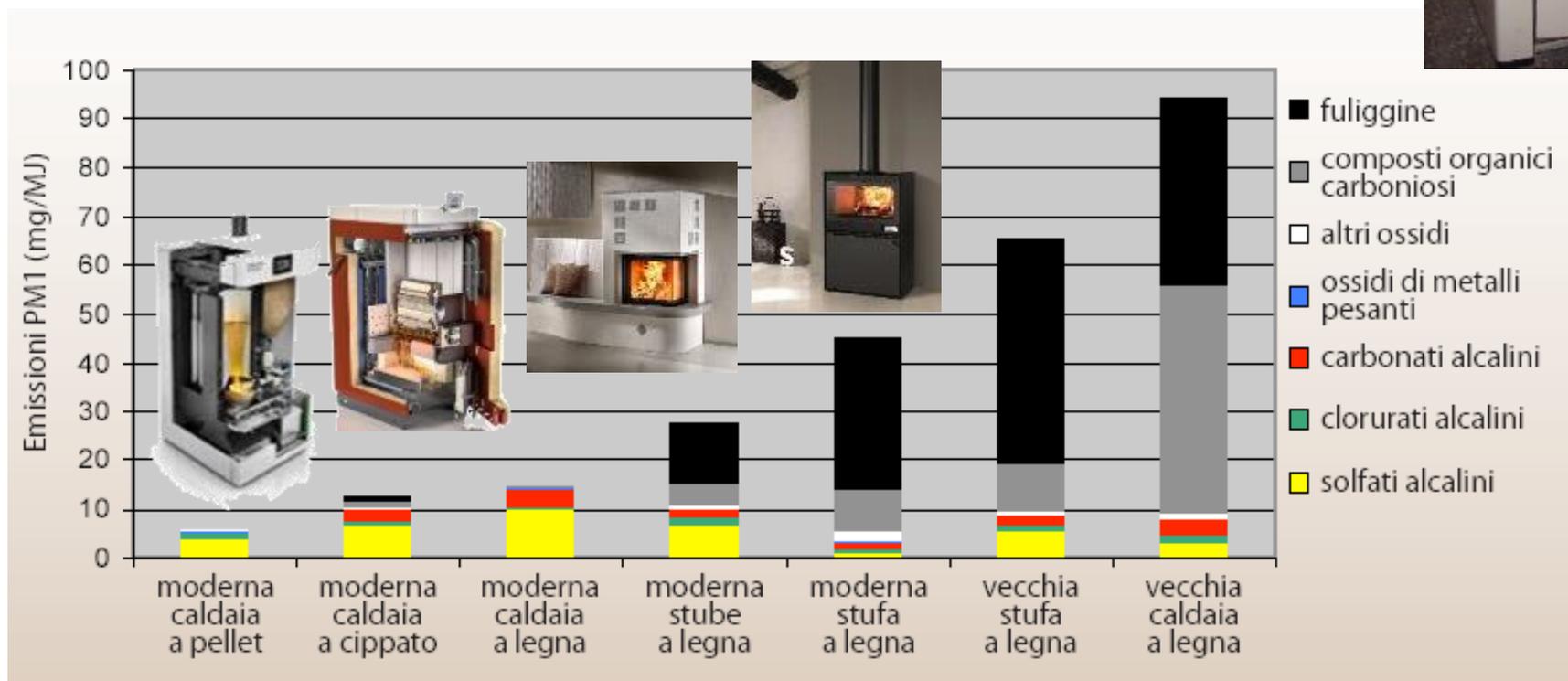
Secondo le nostre stime le caldaie a biomasse contribuiscono solo al 6% della produzione di PM10

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

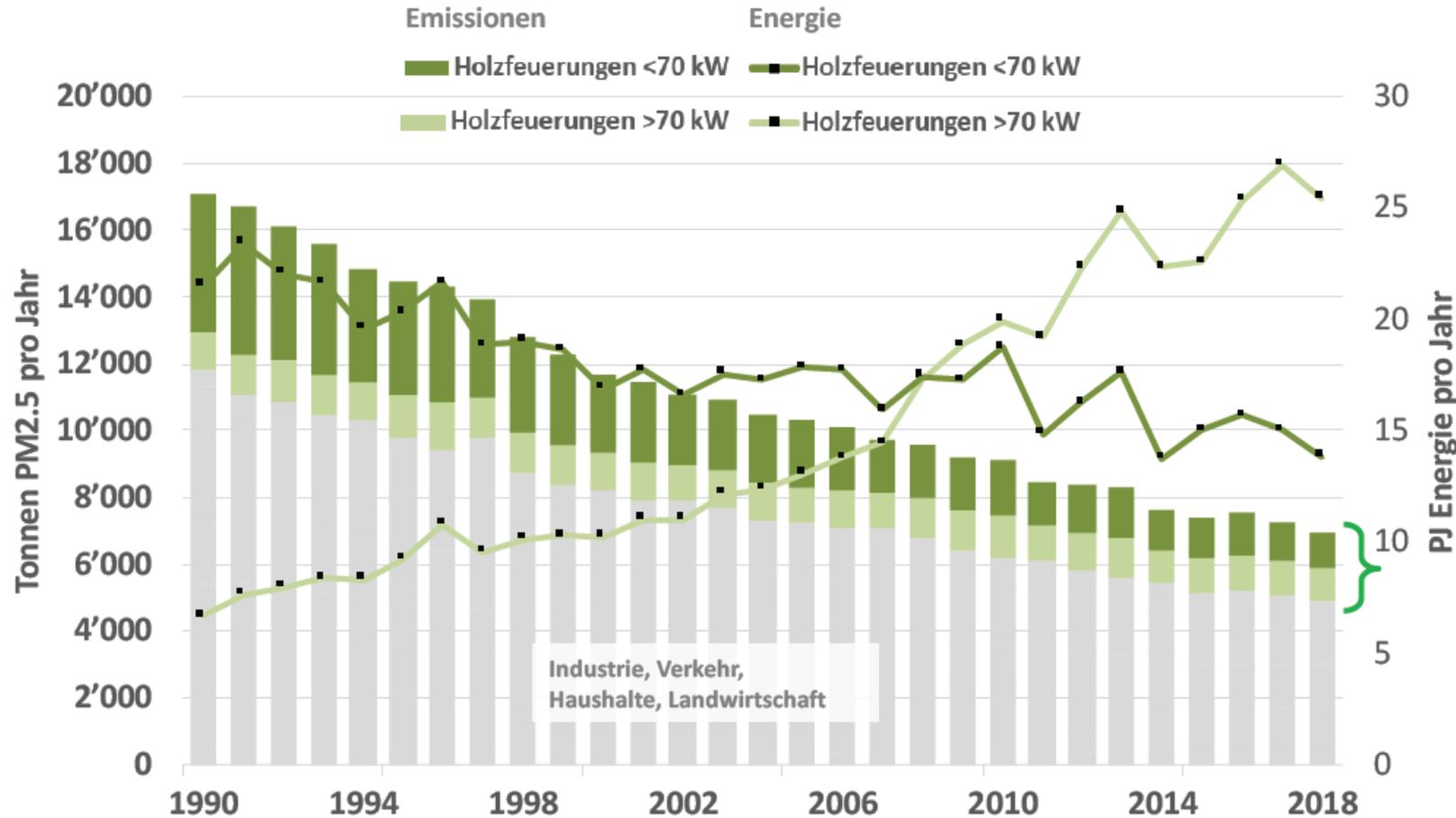




# Feinstaubemissionen PM2.5

## 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

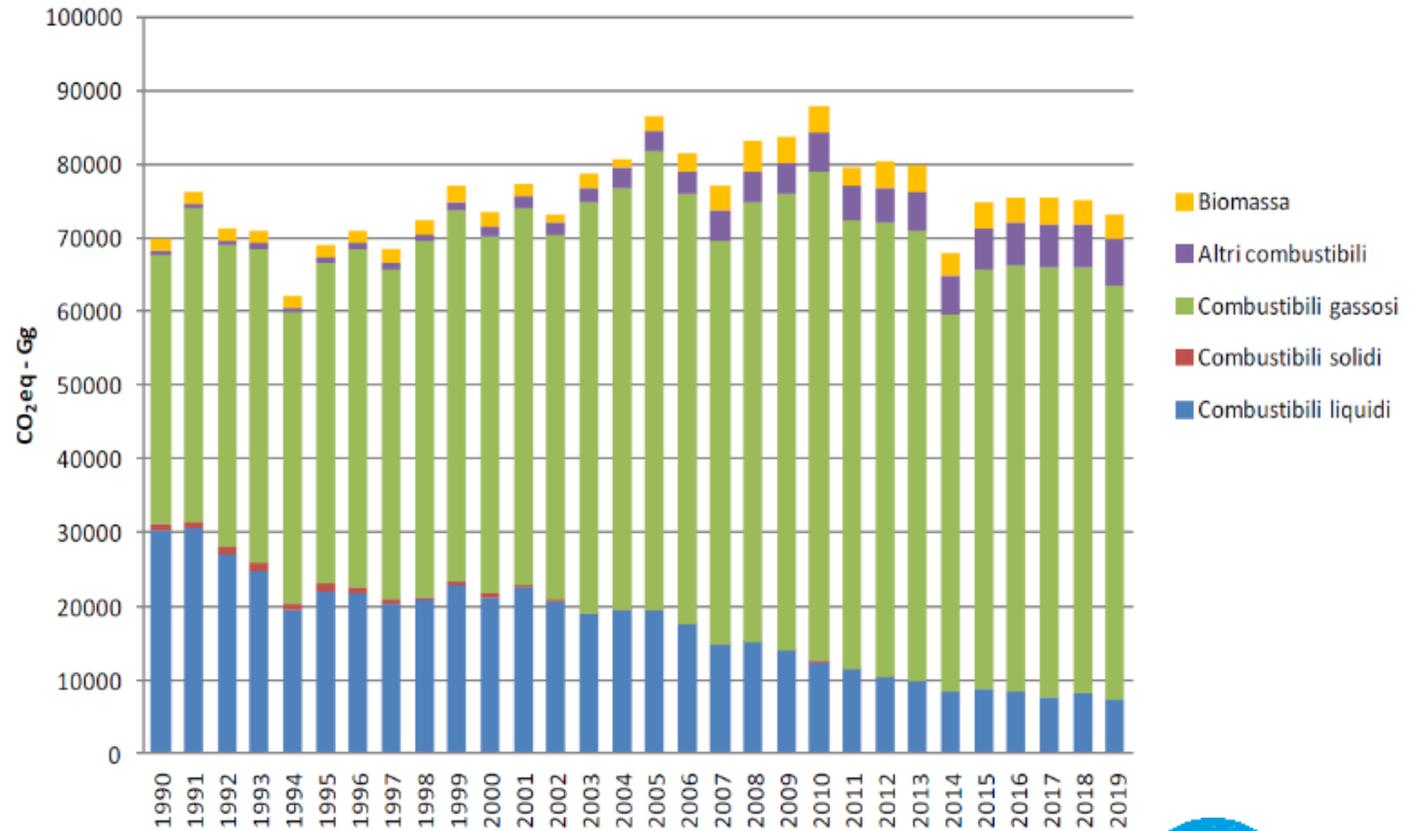
~30%

## Andamento delle emissioni in Italia di CO<sub>2</sub>-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.**



## Clima: Ue ridurrà emissioni di almeno il 55% entro il 2030

Dichiarazione sancisce l'impegno alla neutralità entro il 2050

Redazione ANSA

BRUXELLES

21 aprile 2021

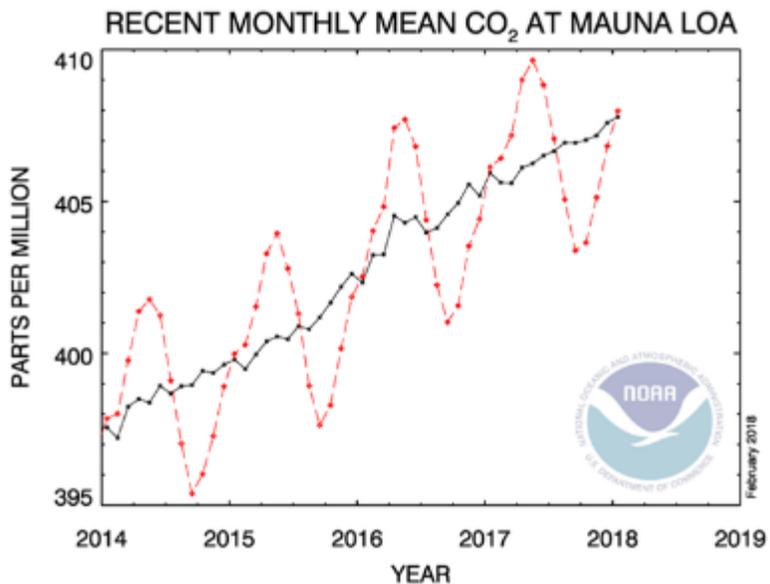
09:35

NEWS



Il Parlamento europeo e gli Stati membri dell'UE hanno concordato sull'obiettivo di **ridurre le emissioni di anidride carbonica "almeno" del 55% entro il 2030**: lo afferma la Commissione europea in una dichiarazione. "La legge europea sul clima sancisce l'impegno dell'UE a raggiungere la **neutralità climatica entro il 2050** e l'obiettivo intermedio di ridurre le emissioni nette di gas serra di almeno il 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990".

January 2018: 407.98 ppm  
January 2017: 406.13 ppm  
Last updated: February 5, 2018



Ogni anno a livello planetario lo sfruttamento dei giacimenti di **carbone, petrolio e gas** porta in superficie **10 miliardi di tonnellate di carbonio fossile**.

Attraverso la loro trasformazione e raffinazione e i processi di combustione (di **gas metano, GPL, gasolio, GNL**) questa immensa quantità di carbonio fossile avvelena l'atmosfera immettendo ogni anno **36 miliardi di CO<sub>2</sub> fossile**

## TEMPESTA VAIA

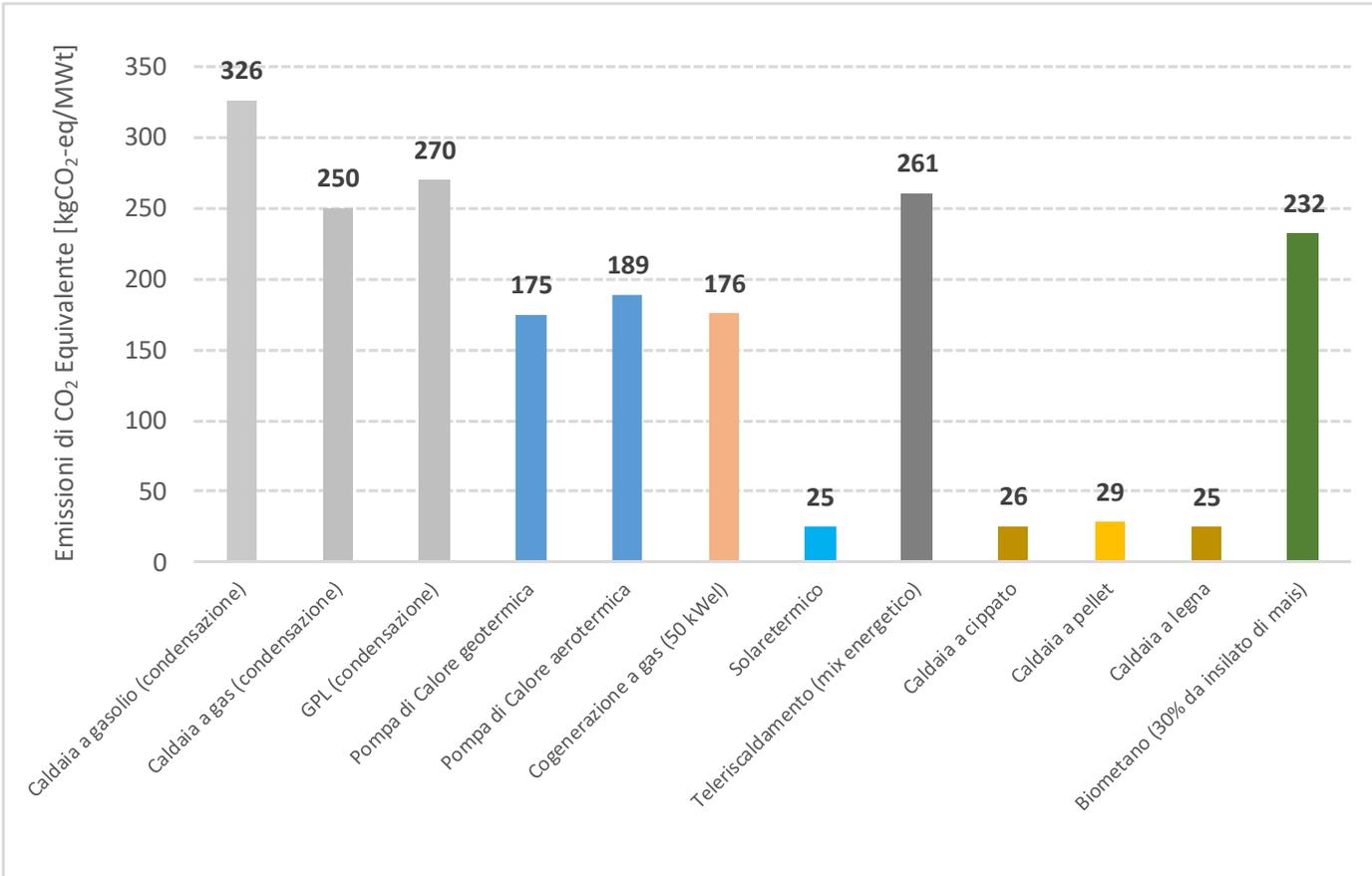
9 Mm<sup>3</sup> schiantati (40.000 ha)

7 volte la quantità di tronchi segati in Italia annualmente



Entro i **prossimi 40 anni** la metà dei **5.000 ghiacciai delle Alpi** saranno **completamente sciolti**





Emissioni di CO<sub>2</sub>-Equivalente per unità di energia termica utile (kgCO<sub>2</sub>-eq/MWht), calcolati con GEMIS, versione 4.95, tranne per il biometano

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

# LEGNO RINNOVABILE PER MITIGARE I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Con il legno di scarto  
la riscaldo per 70  
anni e **risparmio**  
**140 t di CO<sub>2</sub>**  
...quanto emette  
un'auto in **50 anni!**



Il Legno fa risparmiare fino  
al **70% di CO<sub>2</sub>** rispetto alle  
**materie prime fossili**



**1 m<sup>3</sup> di legno = 1 t di CO<sub>2</sub>**  
40 m<sup>3</sup> di legno = **40 t CO<sub>2</sub>** per una casa  
1 m<sup>3</sup> 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](http://www.boku.ac.at)).

La gestione forestale sostenibile genera un risparmio di **CO<sub>2</sub> 10 volte maggiore dell'abbandono dei boschi**

Un ettaro di **bosco gestito** genera in **300 anni** un risparmio di **CO<sub>2</sub> 10 volte maggiore del risparmio conseguibile da una foresta "abbandonata"**

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



# BENEFICI SOCIO-ECONOMICI DELLA FILIERA LEGNO-ENERGIA

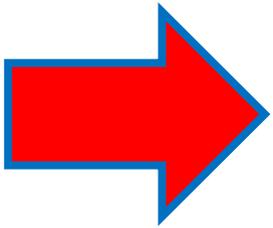


La filiera LEGNO-ENERGIA crea fino a **15 volte** più occupazione rispetto ai combustibili fossili

**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)**

# Sommario

- Rinnovabilità (CO<sub>2</sub>) e questione delle emissioni di PM → obiettivi di breve termine e modelli di corretto sviluppo del settore, aspetti socio-economici
- **Biocombustibili legnosi: dendroenergetica, approvvigionamento, qualità-certificazione, competitività**
- Tecnologie e criteri di corretta progettazione degli impianti termici, tecnica di combustione, certificazione ambientale, tecnologie “NZEB”
- Casi applicativi (impianti termici) con cenni ai sistemi incentivanti: Conto Termico, Ecobonus e Certificati Bianchi





## Pellet

ISO 17225-2

Classi A1, A2, B



## Bricchette

ISO 17225-3



## Cippato

ISO 17225-4



# DETERMINAZIONE $PC_M$ AL VARIARE DEL CONTENUTO IDRICO M

18,5 MJ/kg

Contenuto idrico

$$PC_M = \frac{PC_0 \times (100 - M) - 2,44 \times M}{100} \text{ MJ/kg}$$

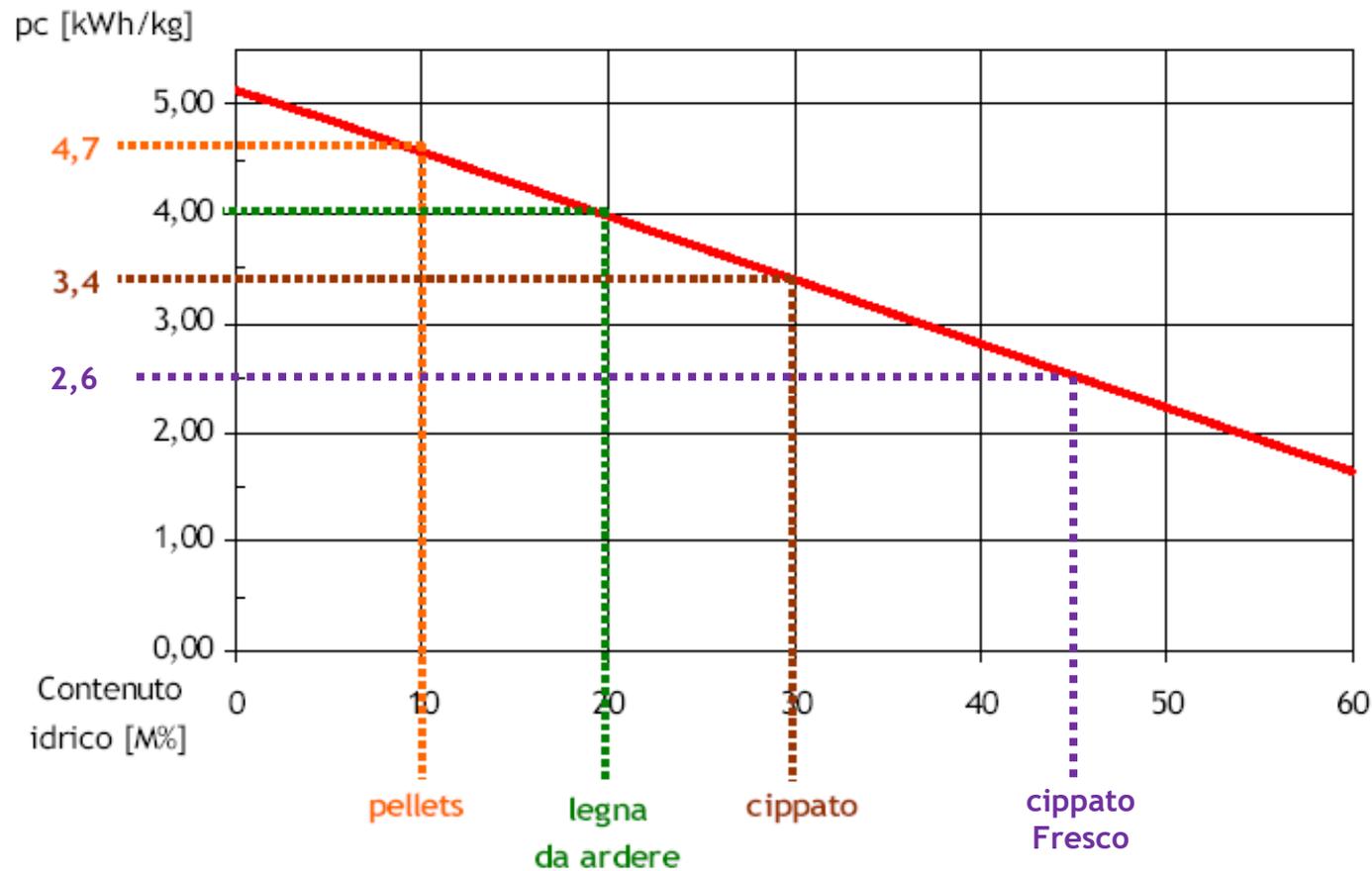
1 MJ = 0,278 kWh | 1 kWh = 3,6 MJ

Valore in kWh = Valore in MJ x 0,278



**Tabella 2.6.1** Composizione chimica dei biocombustibili solidi e di alcuni combustibili fossili<sup>[3]</sup>

	C	H	O	N	K	S	Cl
	in % sulla sostanza secca (ss)						
Faggio (con corteccia)	47,9	6,2	43,3	0,22	0,22	0,015	0,006
Pioppo SRC	47,5	6,2	44,1	0,42	0,35	0,031	0,004
Salice SRC	47,1	6,1	44,2	0,54	0,26	0,045	0,004
Corteccia di conifere	51,4	5,7	38,7	0,48	0,24	0,085	0,019
Miscanto	47,5	6,2	41,7	0,73	0,7	0,150	0,220
Paglia di frumento	45,6	5,8	42,4	0,48	1,0	0,082	0,190
Granella di triticale	43,5	6,4	46,4	1,68	0,6	0,11	0,07
Pannello di colza	51,5	7,38	30,1	4,97	1,60	0,55	0,019
<i>Per confronto, combustibili fossili</i>							
Carbone	72,5	5,6	11,0	1,30	-	0,940	< 0,1
Lignite	65,9	4,6	23,0	0,70	-	0,390	< 0,1
Gasolio	85-86	11-13	1-4	-	-	-	-
Metano	75	25	-	-	-	-	-



$pc_0 = 18,5 \text{ MJ/kg} = 5,14 \text{ kWh/kg}$	LEGNO ANIDRO	(M 0%)
$pc_{10} = 16,9 \text{ MJ/kg} = 4,6 \text{ kWh/kg}$	PELLET	(M 10%)
$pc_{20} = 14,4 \text{ MJ/kg} = 4 \text{ kWh/kg}$	LEGNA DA ARDERE	(M 20%)
$pc_{30} = 12,2 \text{ MJ/kg} = 3,4 \text{ kWh/kg}$	CIPPATO	(M 30%)

# Ciclo produttivo del cippato e qualità

Materia prima



Ramaglie di latifoglie o conifere

Scarti di legno vergine di segheria

Stanghe o trochi

**1,5-3%**

Sulla sostanza secca

**1-1,5%**

Sulla sostanza secca



Contenuto ceneri

Qualità

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



<https://www.aielenergia.it/mappa-piattaforme-biomasse/italia.pdf>



## 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)



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 <sup>3</sup>	10,00 kWh/m <sup>3</sup>
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
<b>1 kg di legno (M = 20%)</b>	<b>14,40 MJ/kg</b>	<b>4,00 kWh/kg</b>

\* 1 kg = 5,8 l (20 °C, 216 bar)

\*\* 1m<sup>3</sup> 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 CO<sub>2</sub> (in kg CO<sub>2eq</sub>/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 CO<sub>2eq</sub>: 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 CO<sub>2eq</sub> 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

Gennaio 2022 (in Euro/MWh)

al consumatore finale, Iva e tasse incluse, trasporto escluso

EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> (in kg CO<sub>2eq</sub>/MWh)  
DELL'ENERGIA PRIMARIA

147	<	Gasolio da riscaldamento	>	326	
104	<	Gasolio agricolo e per serre	>	326	
138	<	Gas naturale	>	250	
72	<	Pellet A1 ENplus® in sacchi da 15kg	>	29	
77	<	Pellet A1 ENplus® in autobotte	>	29	
62	<	Legna da ardere M20-25	>	25	
35	<	Cippato A1 M35	>	26	
24	<	Cippato B1 M50	>	26	

© AIEL RIPRODUZIONE RISERVATA

*Gasolio per il riscaldamento:* riscaldamento max zolfo 0,1% Accisa €/lt 0,4032).

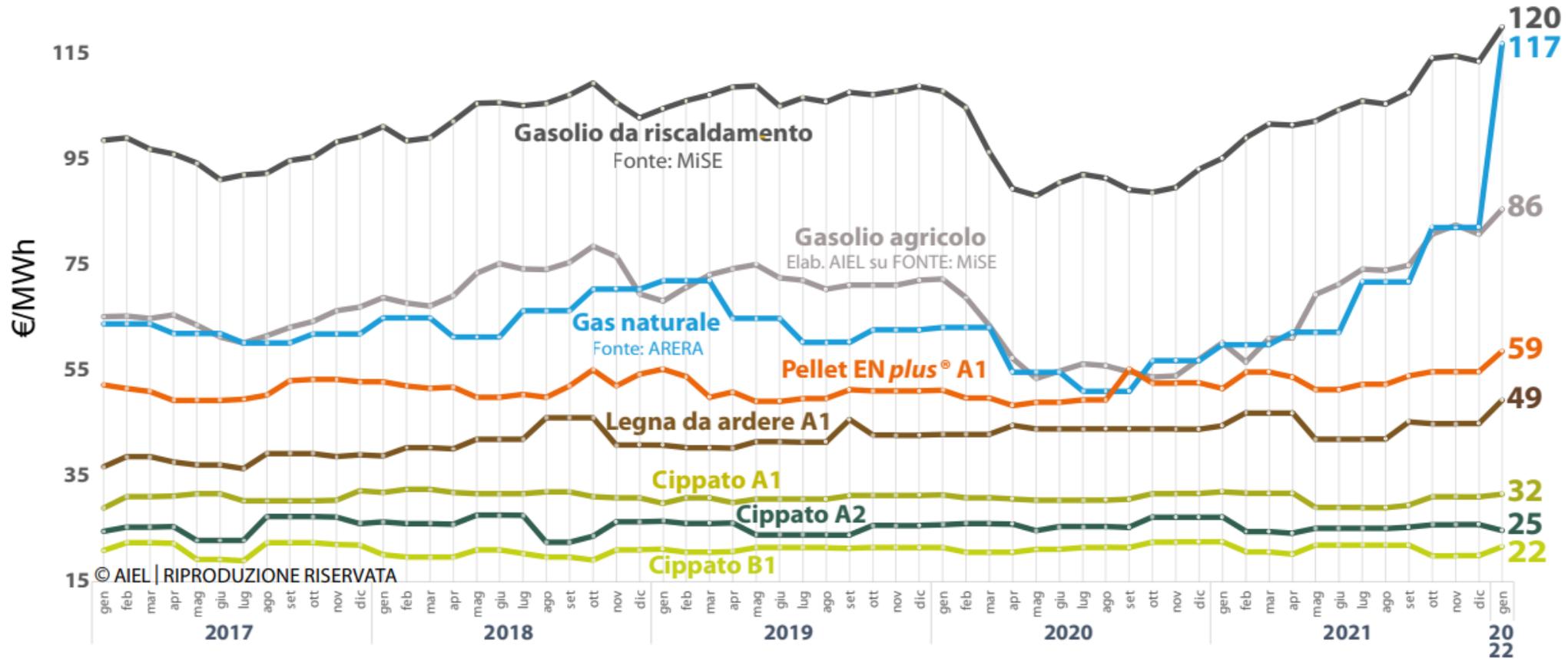
*Gasolio agricolo:* calcolato sulla base dell'andamento del gasolio per autotrazione con la riduzione delle accise relativa.

*Metano domestico:* condizioni economiche di fornitura per una famiglia con riscaldamento autonomo e consumo annuale di 1.400 m<sup>3</sup> ridefinito in base ai nuovi ambiti tariffari.

*Emissioni di CO<sub>2eq</sub>:* 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<sub>2eq</sub> 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 2017 - 2022 (in Euro/MWh)

(Iva e trasporto esclusi)

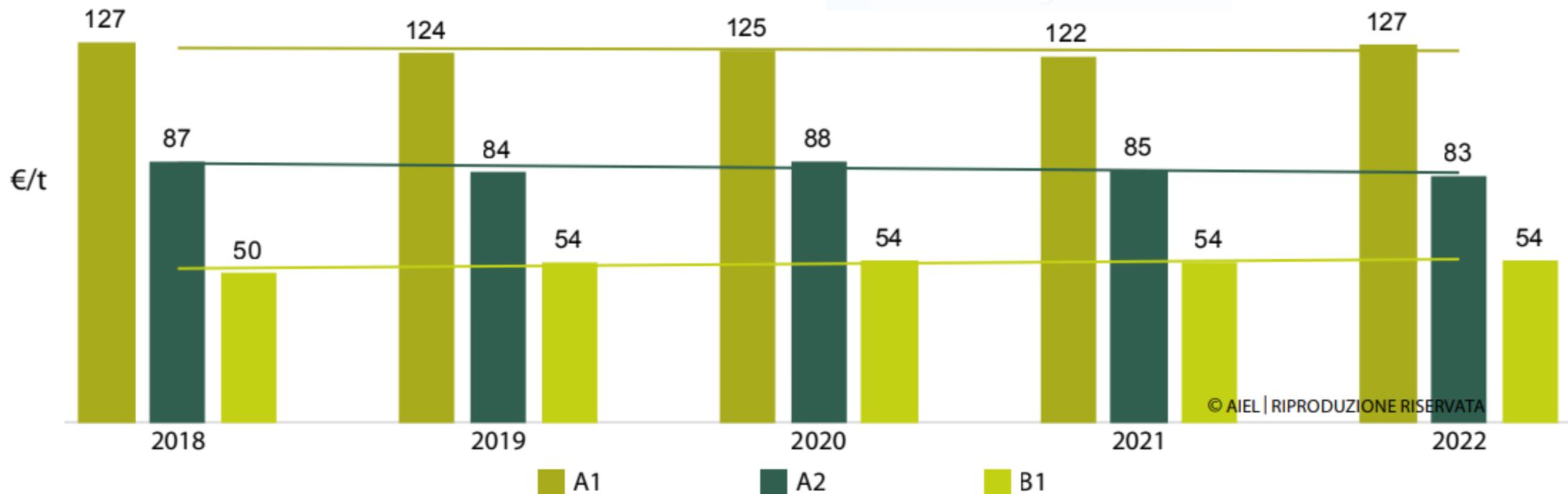


GASOLIO DA RISCALDAMENTO - fonte: MiSE    GASOLIO AGRICOLO - elab. AIEL su dati MiSE    GAS NATURALE - fonte: ARERA

## ANDAMENTO DEI PREZZI DEL CIPPATO (2018-2022)

Prezzo franco arrivo, Iva esclusa (entro 20 km - autocarro 45 m<sup>3</sup>)

Cattura rettangolare



# Fornitura, stoccaggio e logistica del cippato



In ambito rurale, nel caso di piccoli impianti, sono disponibili sul mercato anche piccoli sistemi pneumatici applicabili alla presa di forza del trattore (50 kW, [www.mus-max.at](http://www.mus-max.at)).



Un'altra possibilità è quella di stoccare il materiale tal quale (stanghe) in prossimità del silo e di cippare direttamente dentro il deposito ([www.deluca-woodenergy.it](http://www.deluca-woodenergy.it)).



- Incontrare i possibili fornitori
- fissare caratteristiche qualitative (contratto)
- accessibilità mezzi di trasporto
- dimensionamento silo:  
= dopo 15 gg  $\approx$  Volume del cassone

## Volume del carico:

- Carri agr. 10-30 m<sup>3</sup>
- Container 25-70 m<sup>3</sup>
- Cassoni piano mobile 90 m<sup>3</sup>



# Fornitura, stoccaggio e logistica del cippato

Sistema di estrazione	Base del silo	Misura del silo	Tipo di combustibile stoccato	Massima altezza del silo (m)	Capacità di estrazione (msr/h)
Silo a fondo inclinato/tramoggia	circolare, angolare	∅ fino a ca. 4 m	pellet	> 20	
Estrattore con molle a balestra e braccio articolato	circolare, angolare	∅ 1,5 fino a 6 m	cippato P16-P45 (buona fluidità)	6	3
Estrattore conico	circolare (angolare)	diametro di oscillazione 1,5 fino a 5 m	cippato secco, fino a P45	10	5
Estrattore a coclea rotativa	circolare (angolare)	∅ 45 fino a 10 m	cippato P16-P100, segatura, trucioli	20	50
Estrattore a rastrelli	rettangolare	nessun limite (binari paralleli)	cippato P16-P100, triturato	10	20

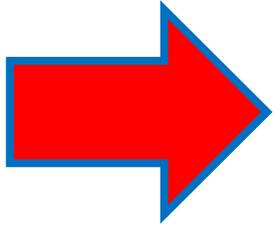


# Deposito cippato



# Sommario

- Rinnovabilità (CO<sub>2</sub>) e questione delle emissioni di PM → obiettivi di breve termine e modelli di corretto sviluppo del settore, aspetti socio-economici
- Biocombustibili legnosi: dendroenergetica, approvvigionamento, qualità-certificazione, competitività
- **Tecnologie e criteri di corretta progettazione degli impianti termici, tecnica di combustione, certificazione ambientale, tecnologie “NZEB”**
- Casi applicativi (impianti termici) con cenni ai sistemi incentivanti: Conto Termico, Ecobonus e Certificati Bianchi



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

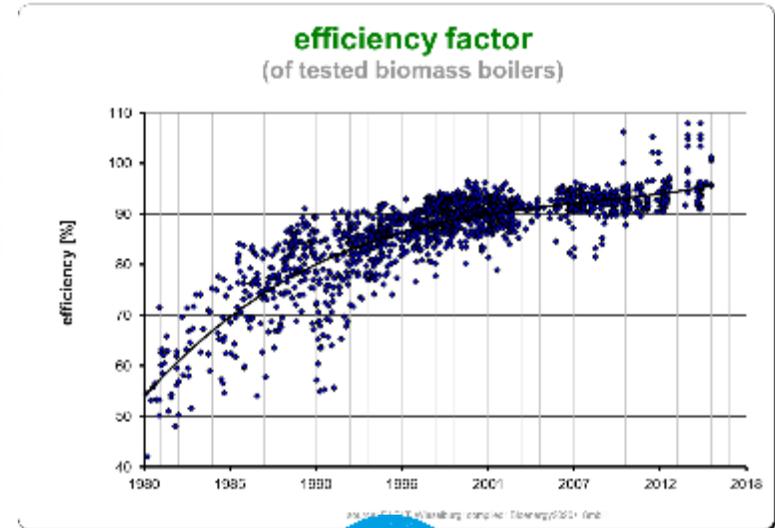
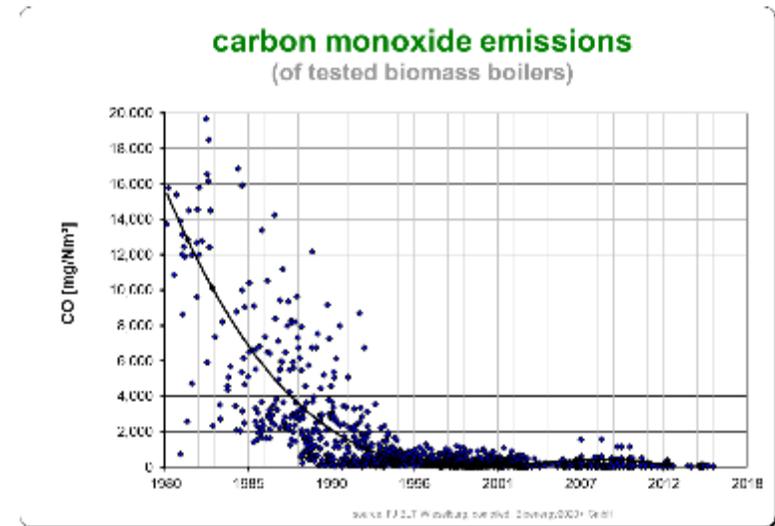
- Tecnica di combustione delle caldaie è **migliorata enormemente** dagli anni '80 ad oggi
- FJ-BLT Wieselburg: valori medi type test 2015-16 (n=26)  
EN 303-5

Rendimento = **96%**

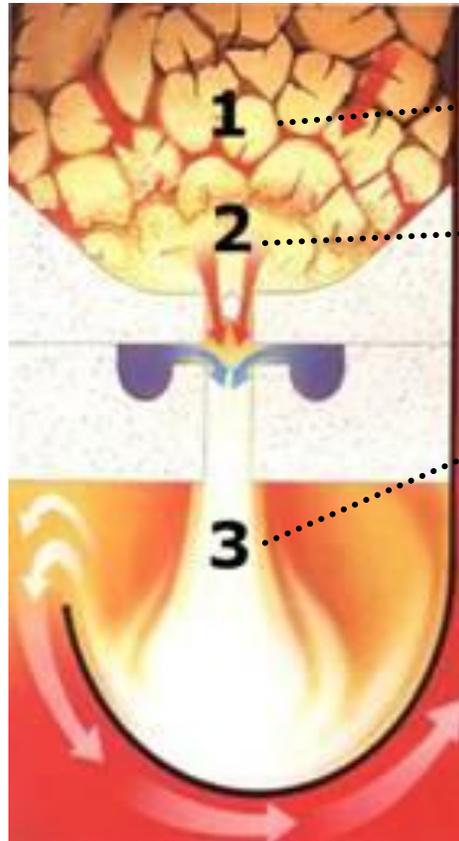
CO = **5mg/MJ**

OGC < **1mg/MJ**

**TSP = 7mg/MJ**



# MODERNA TECNICA DI COMBUSTIONE



1 ..... Riscaldamento ed essiccazione (100 °C)

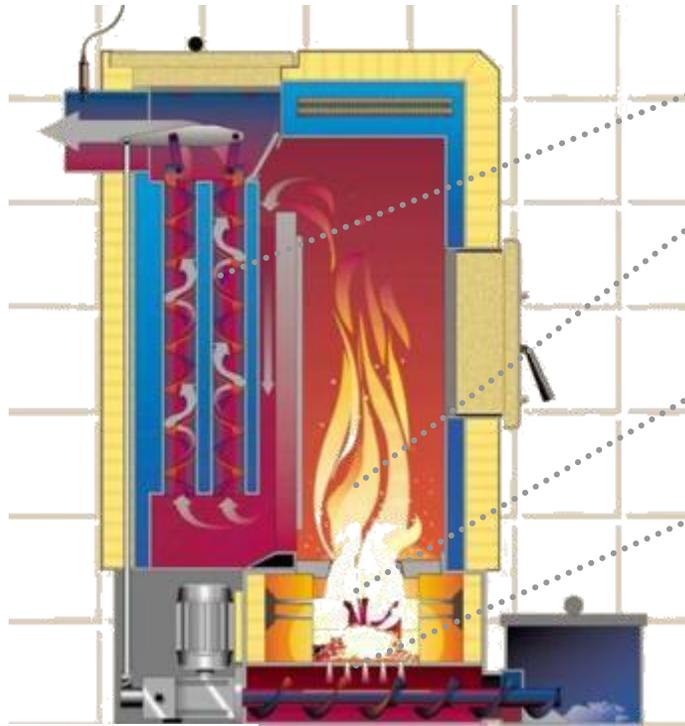
2 ..... Decomposizione pirolitica (150-500 °C)  
Gassificazione del legno (250-500 °C)

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)



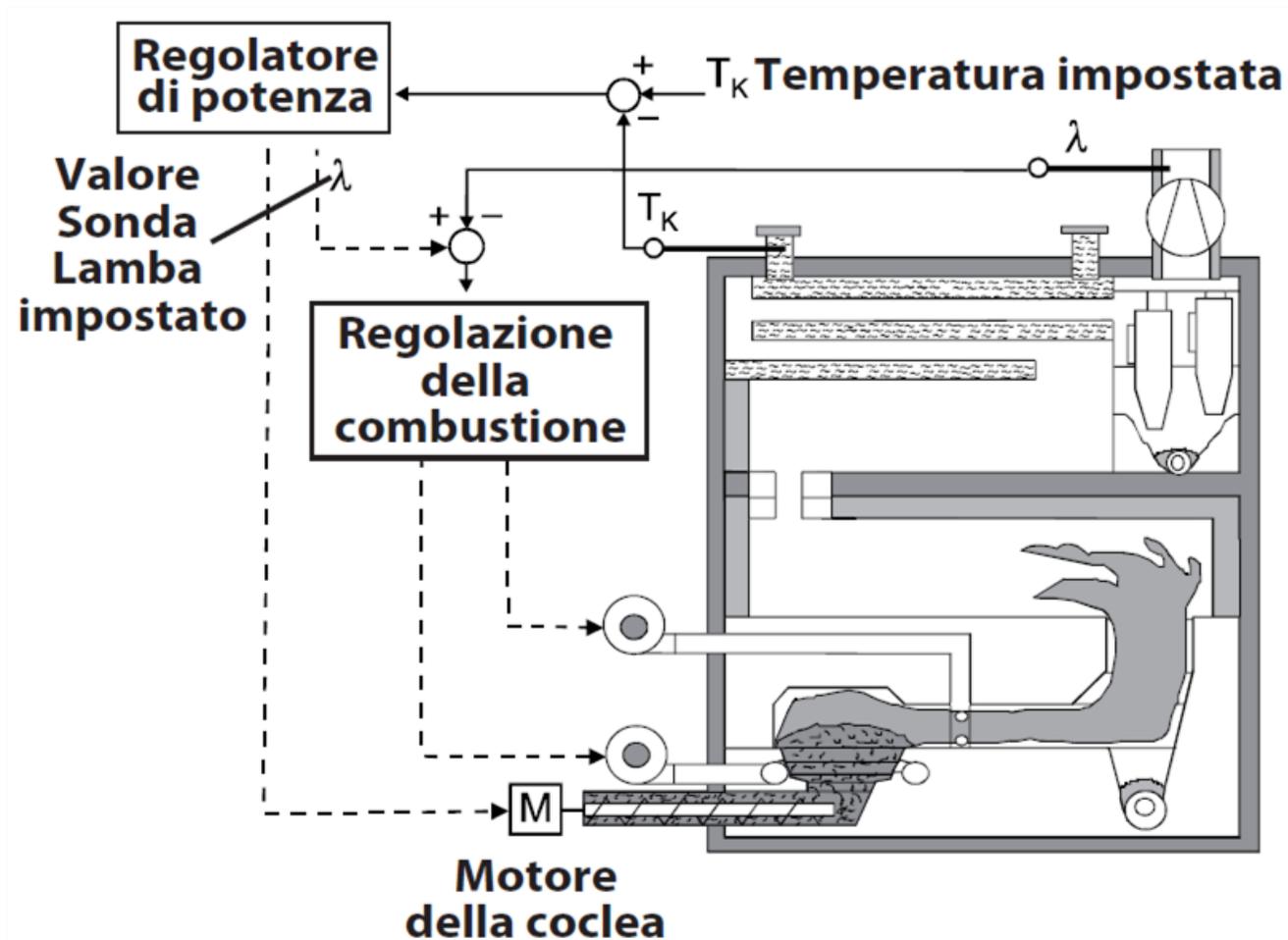
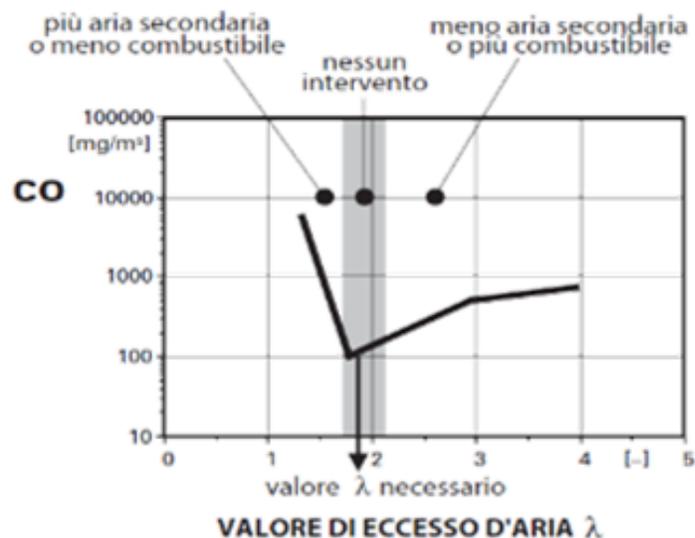
Dispositivo accensione automatica

- 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)

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



# Test tossicologici (sopravvivenza cellulare)

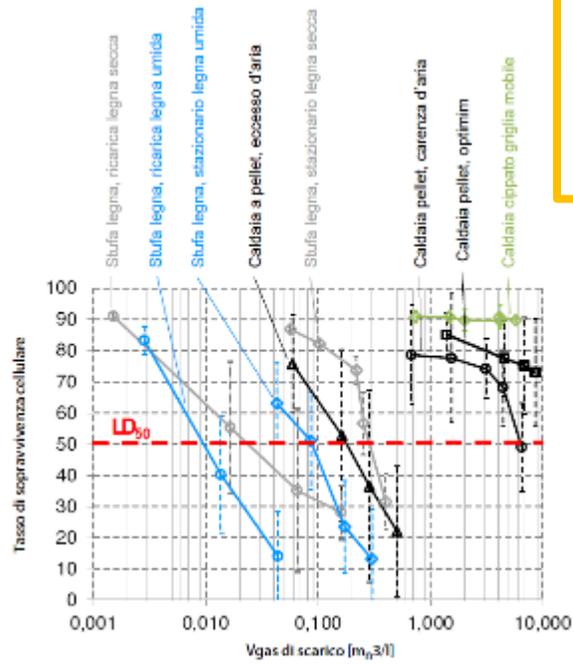
Gli **impianti automatici** con tecnica di combustione moderna e ottimizzata producono **solo particolato inorganico** privo di composti organici carboniosi (fuliggine e catrame), con un effetto sulla mortalità delle cellule polmonari da trascurabile a molto bassa. Tuttavia, siccome anche le particelle 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](http://aielenergia.it/public/documenti/25_A4E3-2017_Francescato_14%20HES.pdf)  
[https://aielenergia.it/public/documenti/290\\_Flash%20Francescato.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° Holzenergy-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 composti organici sono: idrocarburi, alcoli, aldeidi, chetoni, acidi, esteri, ammine, nitrati, ossidi di azoto, ecc. I principali composti inorganici sono: ossidi di silicio, ossidi di alluminio, ossidi 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  $\mu\text{m}$

### Risultati della certificazione in opera (Lab ISO 17025)

Valore rif. all'11% di O<sub>2</sub>

Parametri	Media e incertezza		Carico orario e incertezza	
	mg/Nm <sup>3</sup>	+/- (▲)	mg/Nm <sup>3</sup>	+/- (▲)
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

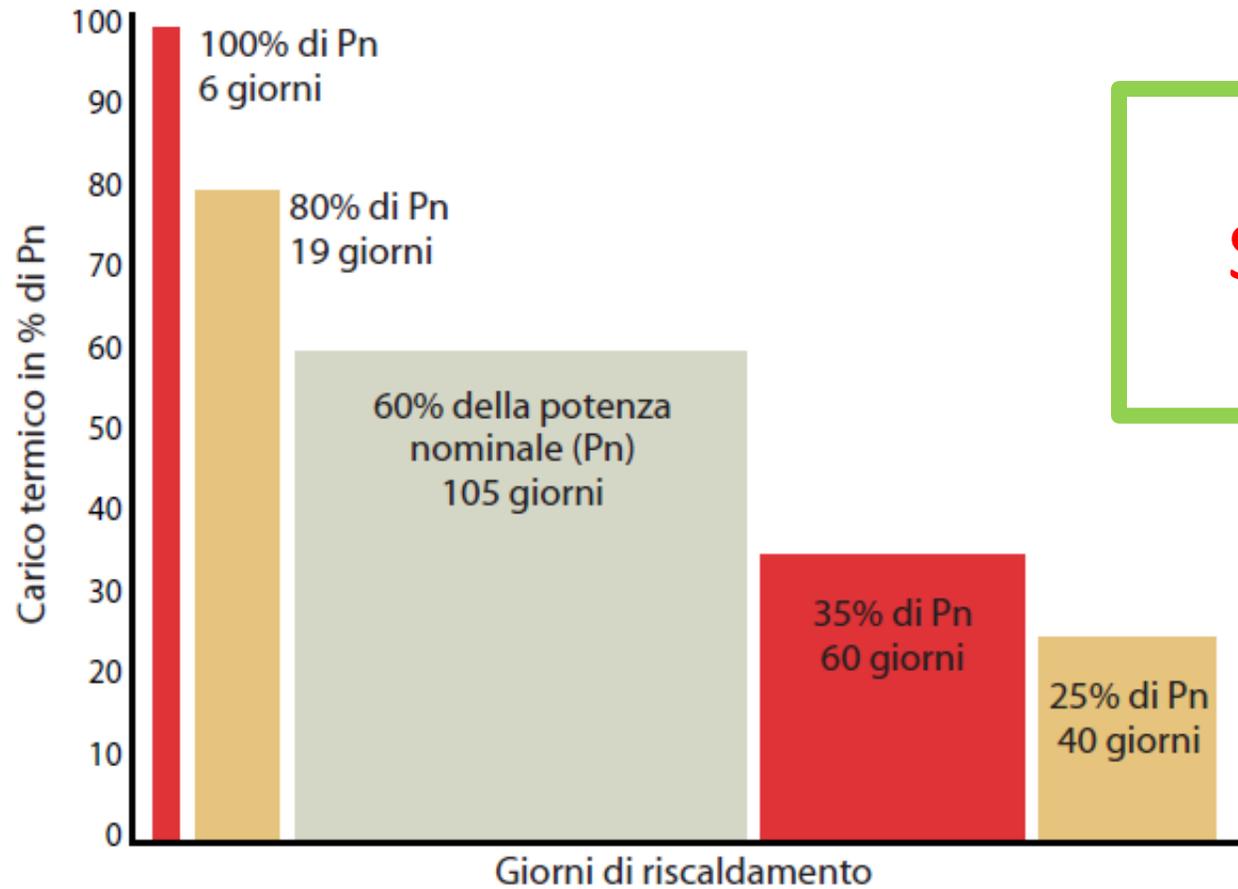


3 campagne di monitoraggio in prossimità dell'impianto a cippato:  
una invernale ante-operam 2015 e due post-operam, rispettivamente nella stagione estiva 2016 ed invernale 2017.

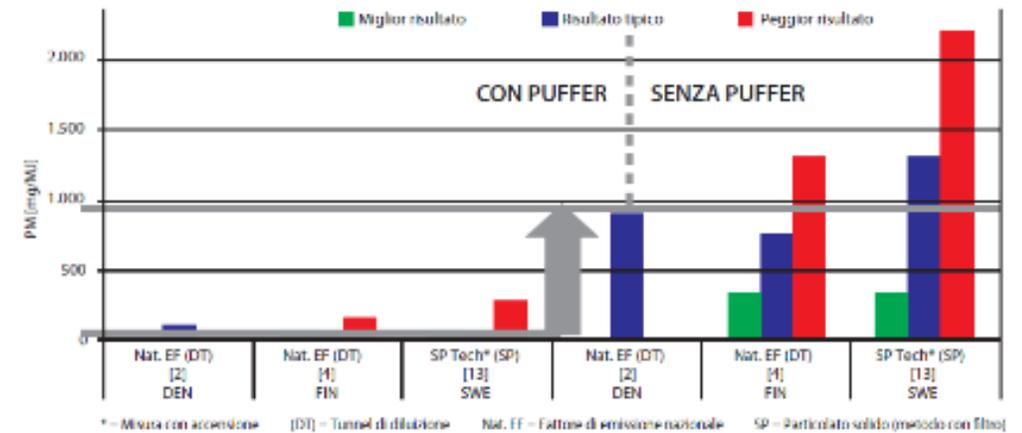
Estratto delle conclusioni Relazione ARPAE  
*...“si evidenzia come, sia per quanto riguarda le concentrazioni rilevate per ciascun composto riscontrate in occasione dei vari campionamenti, **non si notano differenze sostanziali attribuibili all'attivazione della centrale a cippato”**.*

Scarica la relazione originale  
[www.comune.bagnodiromagna.fc.it](http://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.)	<b>20-30</b>
Accumulatore tampone (EN 303-5:2012)	<b>60-70</b>
Accumulatore tampone comfort	<b>100</b>

**D.G.R. N° XI / 5360 del 11/10/2021**

**NUOVE DISPOSIZIONI PER  
L'INSTALLAZIONE, L'ESERCIZIO, LA  
MANUTENZIONE, IL CONTROLLO E  
L'ISPEZIONE DEGLI IMPIANTI TERMICI  
ALIMENTATI DA BIOMASSA LEGNOSA –  
AGGIORNAMENTO DELLA  
DGR 3965 DEL 31 LUGLIO 2015**

  
**Regione Lombardia**  
LA GIUNTA

---

DELIBERAZIONE N° XI / 5360      Seduta del 11/10/2021

---

Presidente      **ATTILIO FONTANA**

Assessori regionali      LETIZIA MORATTI Vice Presidente      GUIDO GUIDESI  
STEFANO BOLOGNINI      ALESSANDRA LOCATELLI  
DAVIDE CARLO CAPARINI      LARA MAGONI  
RAFFAELE CATTANEO      ALESSANDRO MATTINZOLI  
RICCARDO DE CORATO      FABIO ROLFI  
MELANIA DE NICHILLO RIZZOLI      FABRIZIO SALA  
PIETRO FORONI      MASSIMO SERTORI  
STEFANO BRUNO GALLI      CLAUDIA MARIA TERZI

Con l'assistenza del Segretario Enrico Gasparini  
Su proposta dell'Assessore Raffaele Cattaneo

Oggetto  
NUOVE DISPOSIZIONI PER L'INSTALLAZIONE, L'ESERCIZIO, LA MANUTENZIONE, IL CONTROLLO E  
L'ISPEZIONE DEGLI IMPIANTI TERMICI ALIMENTATI DA BIOMASSA LEGNOSA – AGGIORNAMENTO DELLA  
DGR 3965 DEL 31 LUGLIO 2015

Si esprime parere di regolarità amministrativa ai sensi dell'art.4, comma 1, l.r. n.17/2014:

Il Direttore Generale      Dario Fossati  
Il Dirigente      Gian Luca Gurteri

# NUOVE REGOLE IN REGIONE LOMBARDIA PER GLI IMPIANTI A BIOMASSA LEGNOSA

ACCENSIONE

Nessuna allerta



Allerta di 1° livello



Allerta di 2° livello



Le limitazioni di 1° e 2° livello sono applicabili quando è presente un ulteriore generatore



NUOVA INSTALLAZIONE o sostituzione biomassa

**Sopra 300m slm**  
 Dal 15/10/2024

Regione Lombardia  
 In vigore

almeno 4 stelle

almeno 4 stelle  
 PP 20 mg/Nm3

**Sotto 300m slm**  
 Dal 15/10/2024 35 kW  
 Dal 15/10/2022 > 35 kW

almeno 4 stelle  
 PP 15 mg/Nm3  
 COT 35 mg/Nm3



SOSTITUZIONE altro combustibile

Regione Lombardia  
 In vigore

almeno 4 stelle

Potenza al focolare 15 kW  
 Dal 15/10/2022

5 stelle  
 PP 15 mg/Nm3

Potenza al focolare > 15 kW  
 Dal 15/10/2022

L'impianto deve avere:  
 1. Alimentazione automatica  
 2. Accumulo termico 20 kWh  
 3. Sistema di filtrazione

5 stelle  
 PP 5 mg/Nm3  
 COT 2 mg/Nm3

In collaborazione con:



Infografica prodotta da AIEL nell'ambito del progetto: Aria nuova in Valle Camonica

(aggiornata a febbraio 2022)



## NUOVA INSTALLAZIONE o sostituzione biomassa

Regione Lombardia  
 In vigore

almeno 4 stelle

**Sopra 300m slm**  
 Dal 15/10/2024

almeno 4 stelle  
 PP 20 mg/Nm3

**Sotto 300m slm**  
 Dal 15/10/2024 35 kW  
 Dal 15/10/2022 > 35 kW

almeno 4 stelle  
 PP 15 mg/Nm3  
 COT 35 mg/Nm3

## NUOVE REGOLE IN REGIONE LOMBARDIA PER GLI IMPIANTI A BIOMASSA LEGNOSA

ACCENSIONE

Nessuna allerta



Allerta di 1° livello



Allerta di 2° livello



Le limitazioni di 1° e 2° livello sono applicabili quando è presente un ulteriore generatore



NUOVA INSTALLAZIONE o sostituzione biomassa

Regione Lombardia  
In vigore



almeno 4 stelle

Sopra 300m slm  
Dal 15/10/2024



almeno 4 stelle  
PP 20 mg/Nm3

Sotto 300m slm  
Dal 15/10/2024 35 kW  
Dal 15/10/2022 > 35 kW



almeno 4 stelle  
PP 15 mg/Nm3  
COT 35 mg/Nm3



SOSTITUZIONE altro combustibile

Regione Lombardia  
In vigore



almeno 4 stelle

Potenza al focolare 15 kW  
Dal 15/10/2022



5 stelle  
PP 15 mg/Nm3

Potenza al focolare > 15 kW  
Dal 15/10/2022

L'impianto deve avere:  
1. Alimentazione automatica  
2. Accumulo termico 20 l/kW  
3. Sistema di filtrazione



5 stelle  
PP 5 mg/Nm3  
COT 2 mg/Nm3

In collaborazione con:



Infografica prodotta da AIEL nell'ambito del progetto: Aria nuova in Valle Camonica

(aggiornata a febbraio 2022)



## SOSTITUZIONE altro combustibile

Regione Lombardia  
In vigore



almeno 4 stelle

Potenza al focolare 15 kW  
Dal 15/10/2022



5 stelle  
PP 15 mg/Nm3

Potenza al focolare > 15 kW  
Dal 15/10/2022

L'impianto deve avere:

1. Alimentazione automatica
2. Accumulo termico 20 l/kW
3. Sistema di filtrazione



5 stelle  
PP 5 mg/Nm3  
COT 2 mg/Nm3

In collaborazione con:



Regione Lombardia

Infografica prodotta da AIEL nell'ambito del progetto: Aria nuova in Valle Camonica

(aggiornata a febbraio 2022)

Certificato ambientale n. 1880-CPR-147CA-19

**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:



Marchio / Modello:

Tipo di generatore: caldaie (303-5 alimentazione a legna)  
Potenza nominale kW: 28,0  
Classe di prestazione: classe 5 secondo la EN 303-5:2012

Laboratorio di prova: TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH  
Wiener Bundesstraße 8  
4060 Leonding  
Austria

**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	mg/Nm <sup>3</sup>	15	15	20	30	60
COT	mg/Nm <sup>3</sup>	≤3	5	10	15	30
NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	124	150	150	150	200
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	17	30	200	364	500
η	%	91,7	88	87	85	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 mbar) con una concentrazione volumetrica di O<sub>2</sub> residuo pari al 13%.

CLASSE DI QUALITÀ DI APPARTENENZA: **5 STELLE**

I risultati delle prove eseguite sull'apparecchio oggetto della presente Certificazione ambientale sono contenuti nel Rapporto di prova 18-U-312/SD (file "T5450018\_A23-11\_SP-Dual-15-32(SH)\_1811\_18-224").

Data di emissione: 14.01.2019

Responsabile del laboratorio  
dr.ssa Claudia Maruzzi

TUV Austria Services GmbH  
Wiener Bundesstraße 8  
4060 Leonding  
Austria

# Certificato Ambientale (CA) , esempio di una caldaia a legna 5 Stelle

**Tipo di generatore:** caldaie (303-5 alimentazione a legna)  
**Potenza nominale kW:** 28,0  
**Classe di prestazione:** classe 5 secondo la EN 303-5:2012

**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	mg/Nm <sup>3</sup>	15	15	20	30	60
COT	mg/Nm <sup>3</sup>	≤3	5	10	15	30
NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	124	150	150	150	200
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	17	30	200	364	500
η	%	91,7	88	87	85	80

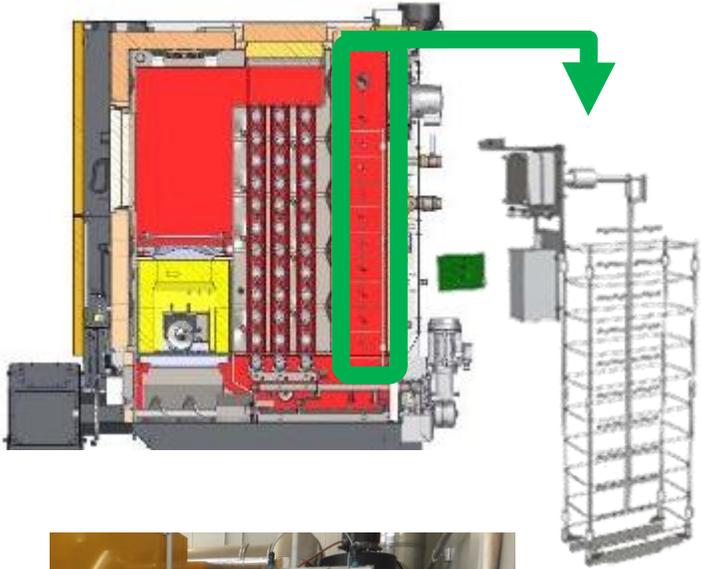
PP = particolato primario, COT = carbonio organico totale, NOx = ossidi di azoto, CO = monossido di carbonio, η = rendimento  
Tutti i valori indicati si riferiscono al gas secco in condizioni normali (273 K e 1013 mbar) con una concentrazione volumetrica di O<sub>2</sub> residuo pari al 13%.

CLASSE DI QUALITÀ DI APPARTENENZA: **5 STELLE**

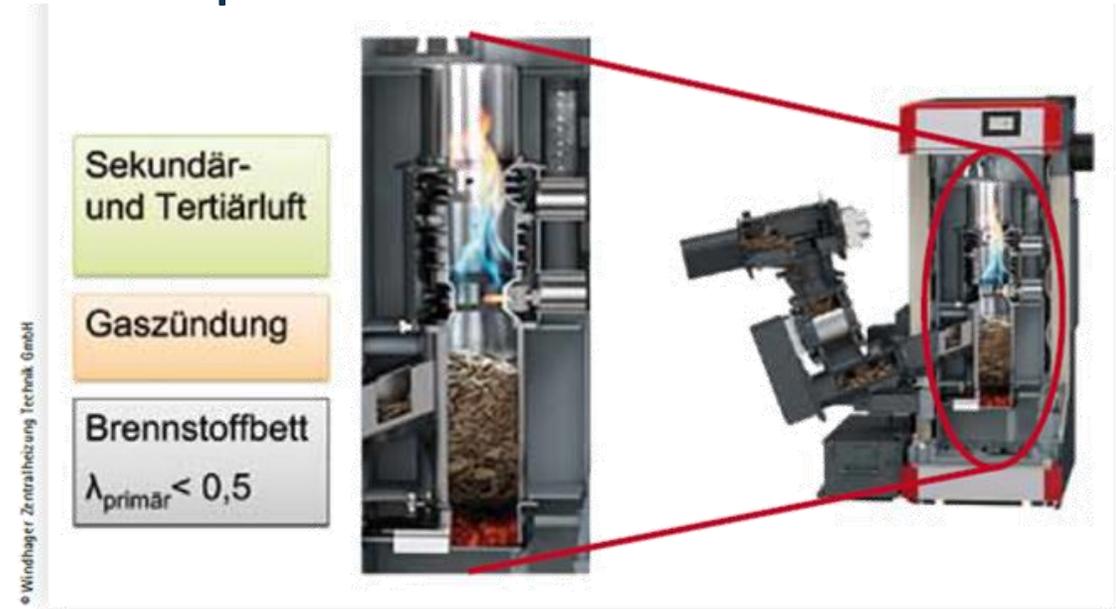
I risultati delle prove eseguite sull'apparecchio oggetto della presente Certificazione ambientale sono contenuti nel Rapporto di prova 18-U-312/SD (file "T5450018\_A23-11\_SP-Dual-15-32(SH)\_1811\_18-224").

# 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

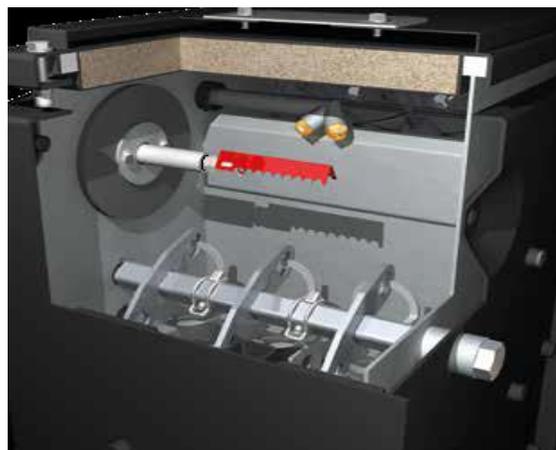
## Caldaie NZEB: Caldaia a condensazione a pellet (22 kW)

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

PE1c Pellet 22 (22 kW)	PP		COT		NOx		CO		$\eta$	
	<i>Pn</i>	<i>Pp</i>								
<b>mg/Nm<sup>3</sup> al 13%O<sub>2</sub></b>										
Condensazione (con filtro)	1	7	0,3	0,4	111	110	4	51	105,8%	105,3%
<b>g/GJ</b>										
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

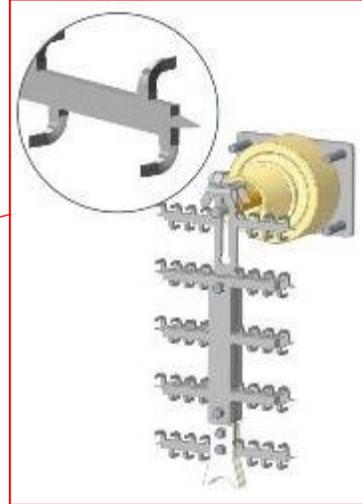
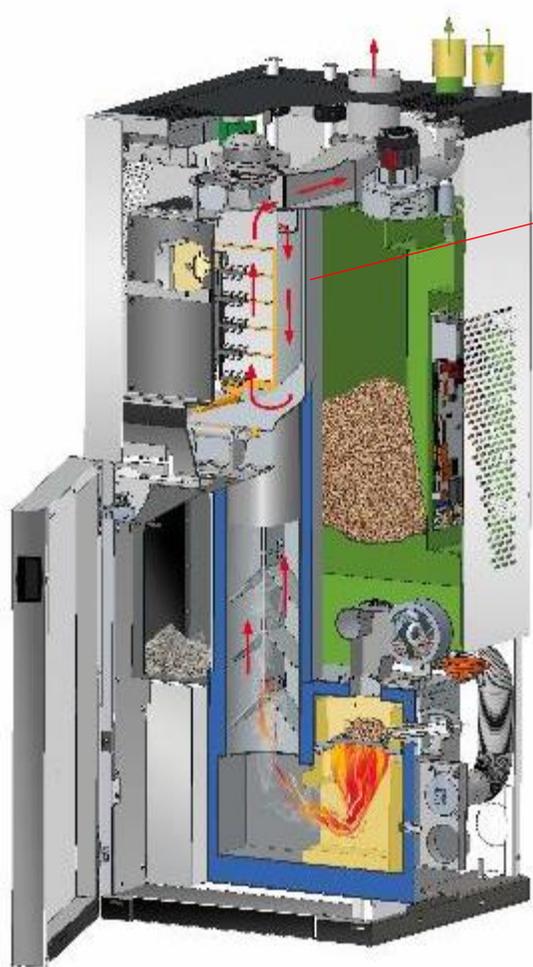


Tabella 1 - confronto tra le emissioni e il rendimento riportati nel Certificato Ambientale (TÜV Süd) e i valori limite della Classe 5 Stelle (cfr. d.m. 186/2017)

Emissioni in mg/Nm <sup>3</sup> rif. 13% O <sub>2</sub>	Valori limite 5 Stelle*	ecotop <sup>light</sup>		ecotop <sup>zero</sup>	
		Pn	Pp	Pn	Pp
Potenza%					
Polveri (PP)	10	6	9	1	1
Carbonio Organico Totale	5	1,9	3,2	0,9	0,6
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> , come NO <sub>2</sub> )	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%). Pn=potenza nominale (24 kW); Pp=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

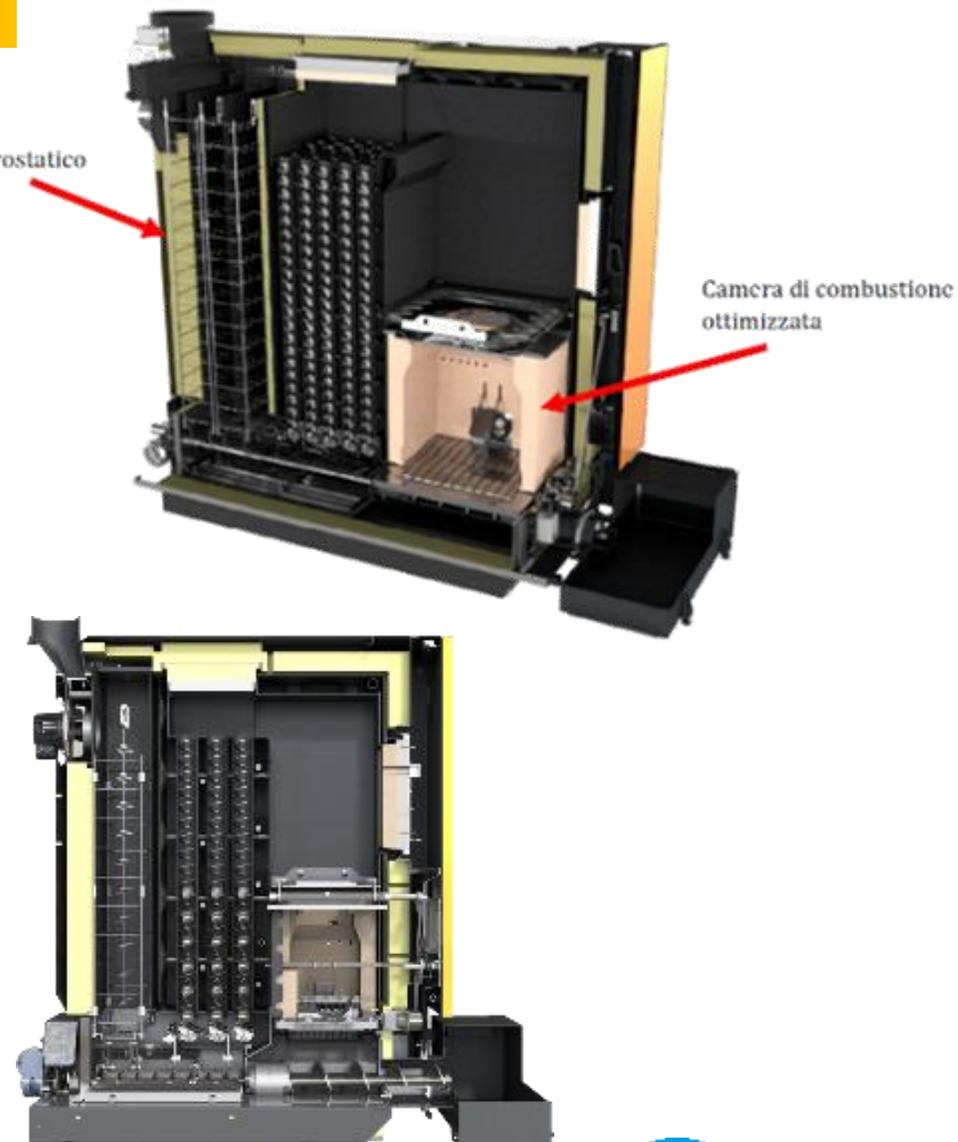
eHACK 120-240 kW	PP		COT		NOx		CO		η	
mg/Nm <sup>3</sup> al 13%O <sub>2</sub>	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp
Valore massimo	1	0	1	2	107	77	10	86	95,4%	96,0%
Valore minimo	0	0	1	1	79	64	4	16	93,4%	97,4%
g/GJ	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp	Pn	Pp		
Valore massimo	0	0	0	1	70	50	6	56		
Valore minimo	0	0	0	1	50	41	2	10		

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).

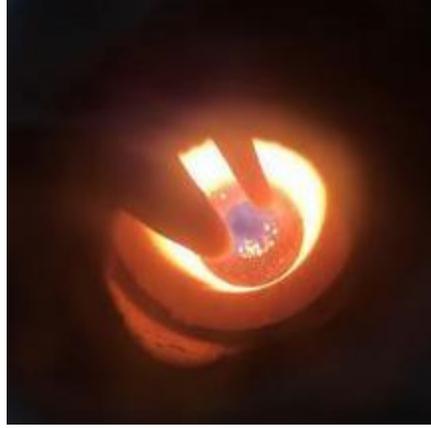
Filtro elettrostatico

Camera di combustione ottimizzata



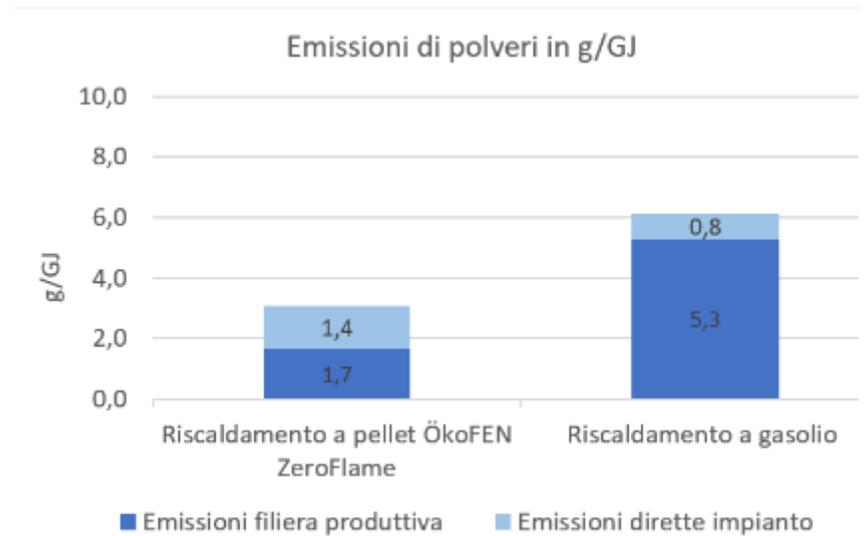
# Obiettivo: caldaie NZEB Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM e OGC

ZeroFlame®



### 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 <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	2



23/02/2022

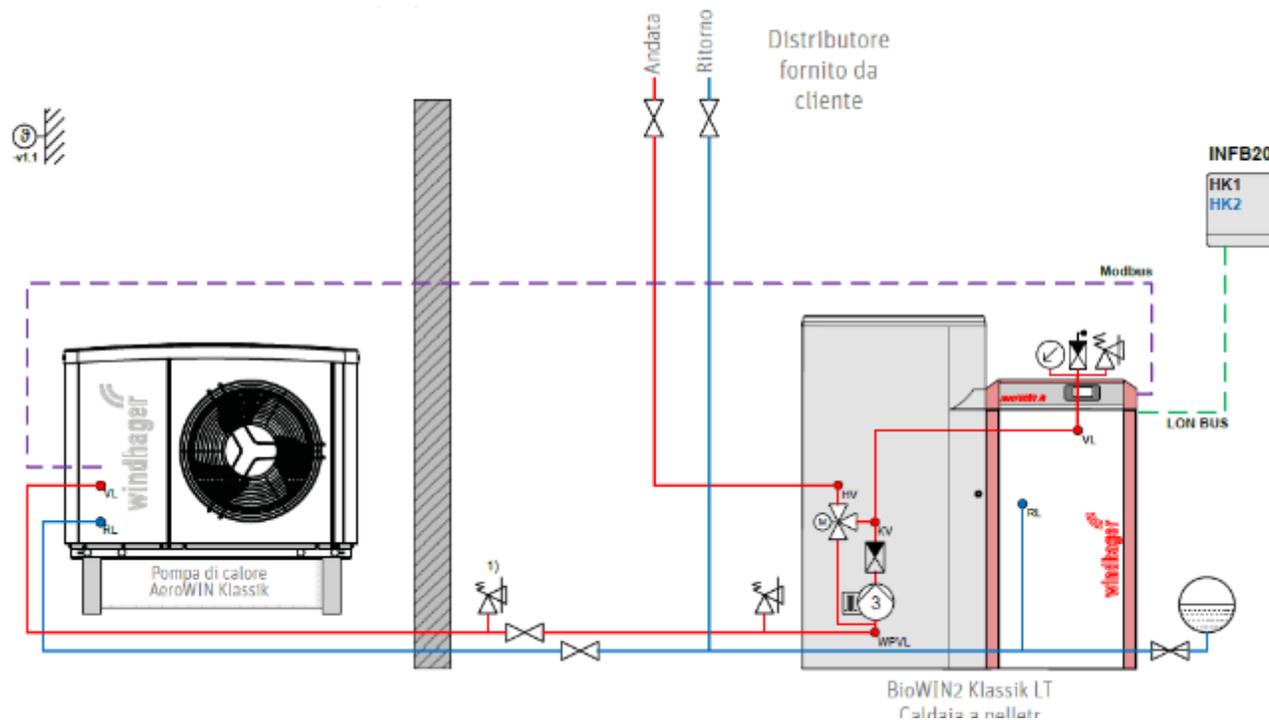


Valter Francescato | AIEL



## 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

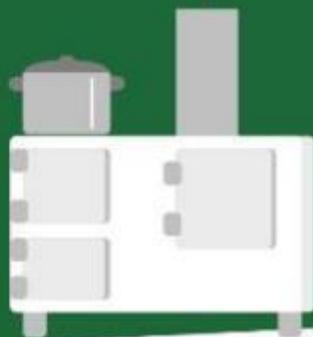


# Emissioni di polveri ogni 70 kg di legno utilizzato

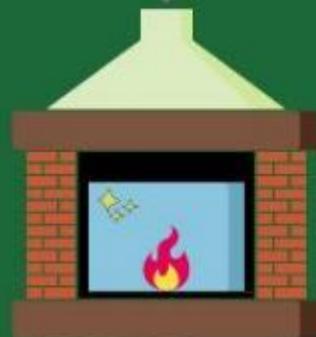
Camino aperto  
860 g/GJ



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

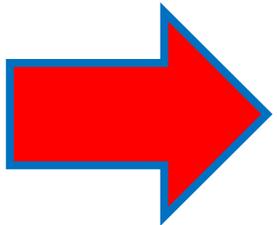
**La tecnologia sta cambiando, perché non lo fai anche tu?  
Scopri come rottamare il tuo apparecchio con il conto termico!**

**[www.energiadallegho.it](http://www.energiadallegho.it)**

Fonte: AIEL 2021

# Sommario

- Rinnovabilità (CO<sub>2</sub>) e questione delle emissioni di PM → obiettivi di breve termine e modelli di corretto sviluppo del settore, aspetti socio-economici
- Biocombustibili legnosi: dendroenergetica, approvvigionamento, qualità-certificazione, competitività
- Tecnologie e criteri di corretta progettazione degli impianti termici, tecnica di combustione, certificazione ambientale, tecnologie “NZEB”
- Casi applicativi (impianti termici) con cenni ai sistemi incentivanti: Conto Termico, Ecobonus e Certificati Bianchi



# 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	<b>1.203</b>	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	<b>4.860</b>

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



<https://www.energiadalleghno.it/calcola-lincentivo-conto-termico/>

## Maschere di calcolo CT 2.0

### 3 Target

- FAMIGLIA
- IMPRESE
- PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

**energiadalleghno** UN PROGETTO AIEL

**AIEL** ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI

**INCENTIVI CONTO TERMICO**

### CALCOLA L'INCENTIVO

Apparecchio\*

Inserire i seguenti parametri:

Potenza nominale dell'impianto (Pn)\*  kW

Selezionare il comune per verificare la zona climatica:  
Zona climatica

Inserire il Particolato Primario (PP) per verificare il coefficiente Ce  
Coefficiente premiante (Ce)\*  mg/Nm<sup>3</sup>

CONTRIBUTO:
<b>INCENTIVO TOTALE</b>
N. RATE
IMPORTO RATA

**Incentivo  $\leq 65\%$  della somma di tutte le spese ammissibili**  
**Possibilità di cessione del credito (mandato irrevocabile all'incasso)**

Zona Climatica	Potenza 100 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	14.000	16.800	21.000
E	17.000	20.400	25.500
F	18.000	21.600	27.000

Zona Climatica	Potenza 250 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	35.000	42.000	52.500
E	42.500	51.000	63.750
F	45.000	54.000	67.500

Zona Climatica	Potenza 350 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	49.000	58.800	73.500
E	59.500	71.400	89.250
F	63.000	75.600	94.500

Zona Climatica	Potenza 500 kW		
	Ce=1	Ce=1,2	Ce=1,5
D	70.000	84.000	105.000
E	85.000	102.000	127.500
F	90.000	108.000	135.000

# COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA

Gennaio 2022 (in Euro/MWh)

al consumatore finale, Iva e tasse incluse, trasporto escluso

EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> (in kg CO<sub>2eq</sub>/MWh)  
DELL'ENERGIA PRIMARIA

147	<	Gasolio da riscaldamento	>	326	
104	<	Gasolio agricolo e per serre	>	326	
138	<	Gas naturale	>	250	
72	<	Pellet A1 ENplus® in sacchi da 15kg	>	29	
77	<	Pellet A1 ENplus® in autobotte	>	29	
62	<	Legna da ardere M20-25	>	25	
35	<	Cippato A1 M35	>	26	
24	<	Cippato B1 M50	>	26	

© AIEL RIPRODUZIONE RISERVATA

*Gasolio per il riscaldamento:* riscaldamento max zolfo 0,1% Accisa €/lt 0,4032).

*Gasolio agricolo:* calcolato sulla base dell'andamento del gasolio per autotrazione con la riduzione delle accise relativa.

*Metano domestico:* condizioni economiche di fornitura per una famiglia con riscaldamento autonomo e consumo annuale di 1.400 m<sup>3</sup> ridefinito in base ai nuovi ambiti tariffari.

*Emissioni di CO<sub>2eq</sub>:* 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<sub>2eq</sub> 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.

## Esempio: Albergo in montagna 25-30 stanze (zona F)

Gasolio: 25.000 litri = **250 MWh**

Caldaia cippato 150 kW

2 puffer 2.500 litri  $\approx$  33 l/kW

Spesa gasolio:  $250 \times 147 = 36.750 \text{ €}$

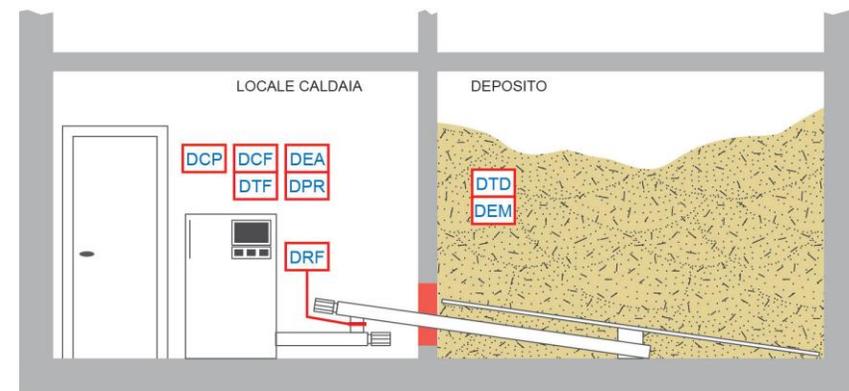
Spesa cippato:  $250 \times 35 = 9.000 \text{ €}$

**Risparmio: ca. 27.000 €/anno**

**Contributo Conto Termico: € 40.500 (5 Stelle)**

Ipotesi investimento:  $150.000 - 40.000 = 110.000$

Ipotesi di ammortamento:  $110.000 / 27.000 = 4 \text{ anni}$



# MISURA DI INCENTIVAZIONE PER LA SOSTITUZIONE DEGLI IMPIANTI TERMICI CIVILI PIU' INQUINANTI CON IMPIANTI A BIOMASSA A BASSE EMISSIONI

(dgr 5646 del 30.11.2021)

- Dotazione: 12 milioni di euro
- Apertura: marzo 2022 (indicativamente)
- Beneficiari: cittadini, PMI, Onlus

## REQUISITI PER LA PARTECIPAZIONE

**1) Aver acquistato, dopo il 30 novembre 2021, un impianto termico che risponde alle seguenti caratteristiche:**

- a) nei Comuni con altitudine sopra i 300 metri slm, i generatori devono appartenere alle classi ambientali 4 o 5 stelle del DM 186/2017 ed avere valori di polveri sottili (PP) inferiori ai 20 mg/Nm<sup>3</sup>;
- b) nei Comuni con altitudine sotto i 300 metri slm, i generatori devono appartenere alla classe ambientale 5 stelle ex d.m. 186/2017 ed avere valori di polveri sottili (PP) inferiori a 15 mg/Nm<sup>3</sup>;

**2) Aver ottenuto dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE), per lo stesso impianto, il riconoscimento del contributo previsto dal Conto Termico (DM 16 febbraio 2016)**

**IL CONTRIBUTO REGIONALE** sarà concesso ad integrazione del contributo riconosciuto dal Conto Termico in modo da raggiungere, per i cittadini e le Onlus, la copertura dei costi ammissibili nella seguente misura:

- 70% per impianti con emissioni di polveri sottili maggiori a 15 PP e fino a 20 PP;
- 85% per impianti con emissioni di polveri sottili maggiori 10 PP fino a 15 PP;
- 95% per impianti con emissioni di polveri sottili minori o uguali a 10 PP



## GENERATORI DI CALORE A BIOMASSA (comma 2.bis, articolo 14, D.L. 63/2013 e ss.mm.ii.)

### TIPOLOGIA DI INTERVENTO:

*È agevolabile la sostituzione o nuova installazione di impianti di climatizzazione invernale dotati di generatori di calore alimentati da biomasse combustibili.*

L'intervento può configurarsi come **sostituzione totale o parziale** dell'impianto di climatizzazione invernale con uno dotato di generatore a biomassa, oppure come **integrazione o nuova installazione sugli edifici esistenti**

# Decreto Requisiti, Allegato G

## *Requisiti degli impianti e degli apparecchi a biomassa*

- Caldaia **5 Stelle** ex dm 186/2017, 4 Stelle se sostituisco una caldaia a biomassa esistente
- Obbligo di installare un sistema di accumulo (20 l/kW)
- Biocombustibili pellet/cippato certificati

## CERTIFICATI BIANCHI PER LE BIOMASSE

[https://aielenergia.it/public/documenti/311\\_guida%20all'utilizzo%20dei%20certificati%20bianchi.pdf](https://aielenergia.it/public/documenti/311_guida%20all'utilizzo%20dei%20certificati%20bianchi.pdf)

- **Meccanismo di incentivazione**, introdotto nel 2004, basato sulla **certificazione del risparmio energetico conseguito negli usi finali di energia**
- **1 CB = 1TEE = 1TEP** → titolo negoziabile (**circa 260 €/CB**)
- I ricavi da TEE costituiscono **reddito agrario**
- Si applica a **qualsiasi taglia e tipologia di intervento** (calore di processo, climatizzazione invernale, acqua calda sanitaria, teleriscaldamento)
- La presentazione del progetto va fatta prima di realizzare l'intervento: **certezza dell'incentivo prima di fare l'investimento**
- **Periodo di erogazione dell'incentivo: 7 o 10 anni**

## 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
- CO<sub>2</sub>-eq risparmiata: **175 t/anno**
- CO<sub>2</sub>-eq risparmiata finora: **1.925 t** (11 anni di esercizio)
- Gasolio risparmiato finora: **660.000 litri**

## CERTIFICATI BIANCHI



## Sostituzione del gasolio/metano con cippato Valore del risparmio aggiuntivo

$390 \text{ t cippato} \times 3,4 \text{ MWh/t} = 1.326 \text{ MWh}$

$1.326 \text{ MWh}/11,63 = 114 \text{ TEE}$

$114 \text{ TEE} \times 260 \text{ €} = \text{ca. } 29.000 \text{ €/a}$

$29.000 \times 7 \text{ anni} = \text{ca. } 200.000 \text{ €}$

Al valore aggiuntivo va aggiunto il risparmio

$390 \text{ MWh} \times 138 = 53.800 \text{ €/a}$

$390 \text{ MWh} \times 35 = 13.650 \text{ €/a}$

**Risparmio =  $53.800 - 13.650 = \text{ca. } 40.000 \text{ €/a}$**

**Per 7 anni  $(29.000 + 40.000) \times 7 = 483.000 \text{ €}$**

# 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)

## 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



[www.cmvallecamonica.bs.it](http://www.cmvallecamonica.bs.it)

## Valter Francescato, direttore tecnico

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

[francescato.aiel@cia.it](mailto:francescato.aiel@cia.it)

[www.aielenergia.it](http://www.aielenergia.it)



[www.energiadalleghno.it](http://www.energiadalleghno.it)