L'energia del legno … dal bosco al camino!

Riqualificazione di impianti termici a biomasse

Valore strategico del Conto Termico 2.0

Valter Francescato dir.tec. AIEL

TRENTO - 19.12.2016

SOMMARIO

1. Breve presentazione di AIEL
2. Evoluzione del **consumo di legno e delle emissioni di PM10**
3. **Misure di riduzione** e prestazioni tecnico-ambientali dei moderni generatori vs tecnologie tradizionali
4. Valore strategico del CT 2.0 per velocizzare il **turnover tecnologico e la riduzione del PM10**
5. **Tre esempi** applicativi del CT 2.0: privati e PA

Sede operativa e staff – fondata nel 2001

Domenico Brugnoni
Presidente
d.brugnoni@cia.it

Marino Berton
Direttore generale
aiel@cia.it

Valter Francescato
Direttore tecnico
Referente tecnico GCB
francescato.aiel@cia.it

Annalisa Paniz
Referente tecnico GAD
e GPDP ENplus
Componente European
Pellet Council
paniz.aiel@cia.it

Massimo Negrin
Referente tecnico GPPB
negrin.aiel@cia.it

Francesco Berno
Referente tecnico GIMIB
berno.aiel@cia.it

Laura Baù
Referente tecnico analisi
di mercato ed
economiche
Assistente tecnico GAD
e GPDP ENplus
bau.aiel@cia.it

Francesca Maito
Responsabile editoriale
Agriforenergy
e comunicazione
maito.aiel@cia.it

Debora Visentin
Segreteria tecnica
e amministrativa
segreteria.aiel@cia.it

Giulio Zanetti
Referente territoriale
Nord-ovest
zanetti.gi@libero.it

Carlo Franceschi
Referente territoriale
Centro Italia
franceschi.aiel@cia.it

Piero De Padova
Referente territoriale
Sud Italia
pierodepadova@gmail.com

Campus Agripolis
Università degli Studi di Padova
www.aiel.cia.it

Associazione di filiera (500 imprese)

…. dal bosco al camino

Produzione/distribuzione biocombustibili agroforestali

Tecnologie uso energetico combustione e gassificazione

GRUPPO PRODUTTORI PROFESSIONALI BIOMASSE AIEL

GRUPPO PRODUTTORI E DISTRIBUTORI PELLET ENplus AIEL

GRUPPO APPARECCHI DOMESTICI AIEL

GRUPPO CALDAIE A BIOMASSE AIEL

INSTALLATORE MANUTENTORE IMPIANTI A BIOMASSE AIEL

EN plus

GRUPPO COGENERAZIONE AIEL

SOMMARIO

1. Breve presentazione di AIEL
2. **Evoluzione del consumo di legno e delle emissioni di PM10**
3. Misure di riduzione e prestazioni tecnico-ambientali dei moderni generatori vs tecnologie tradizionali
4. Valore strategico del CT 2.0 per velocizzare il turnover tecnologico e la riduzione del PM10
5. Tre esempi applicativi del CT 2.0: privati e PA

Fonte: Piano Energetico Ambientale Provincia di TN 2013-2020 **230.000 famiglie**

Domanda energetica da biomassa in PAT	mst_{cip}	$m^3_{w40\%}$	$ton_{w40\%}$	ton_{ss}	ktep	% Assoluta	% Relativa
Settore domestico		**541.937**	**444.388**	**243.228**	**107,5**	**80%**	**100%**
Prima casa		526.693	431.888	236.386	104,4	77%	97%
Seconda casa		15.244	12.500	6.842	3,0	2%	3%
Settore delle centrali di teleriscaldamento (cippato)	**256.194**	**105.430**	**66.526**	**36.412**	**16,1**	**12%**	**100%**
Altre utenze (pizzerie, altre attività commerciali)		**47.485**	**33.621**	**25.990**	**11,5**	**9%**	**100%**
Pizzerie		6.374	4.811	3.489	1,5	1%	13%
Altre aziende		23.187	17.500	12.691	5,6	4%	49%
Autoconsumo nell'industria di prima lavorazione		10.656	6.724	5.832	2,6	2%	22%
Autoconsumo nell'industria di seconda lavorazione		7.268	4.586	3.978	1,8	1%	15%
TOTALE	**256.194**	**694.851**	**544.535**	**305.629**	**135,0**	**100%**	

Tabella 18 / Domanda energetica da biomassa al 2010 nella PAT (Elaborazione su base dati CCIAA e APE)

Percentuale numerica, di consumo e di emissioni di PM10 per tipo di generatore e di biocombustibile in Veneto nel 2013 (3,6 kt)

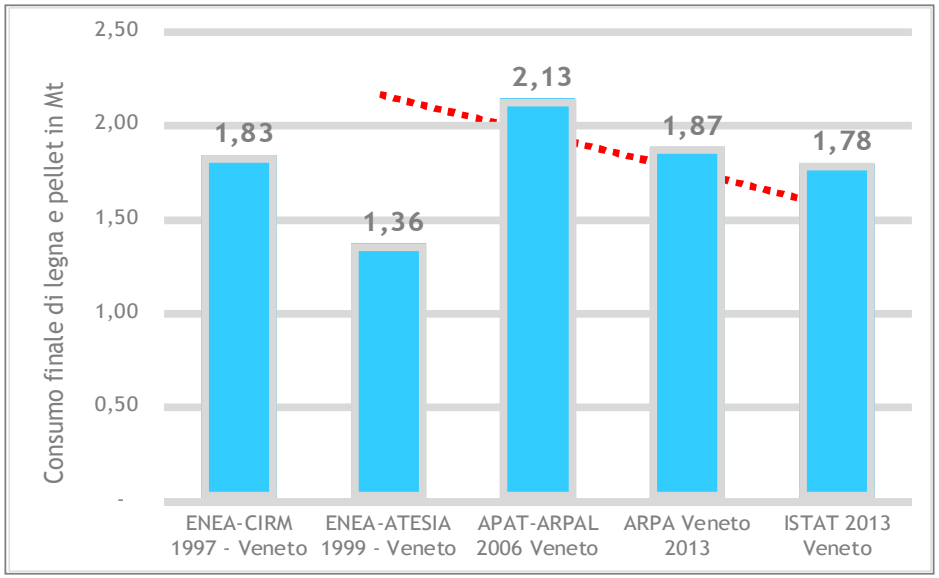
2013, Elab AIEL su dati ARPAV	% Numerica	% Consumo finale	% PM10	FE AA.VV.
Camini aperti legna	14%	3%	9%	504
Stufe tradizionale a legna (incl. cucina)	39%	43%	48%	160
Camini chiusi/inserti a legna	14%	19%	21%	156
Stufa a legna moderna	7%	8%	6%	119
Stufa in maiolica	9%	10%	8%	111
Stufe a pellet	14%	11%	**4%**	53
Caldaia innovativa (legna)	3%	8%	4%	75
Totale/media	100%	100%	100%	**142**

80%

Generatori tradizionali a legna: 70% num. 64% consumo → **80% PM10**

Stufe a pellet: 14% num. 11% consumo (200 kt) → **4% PM10**

Evoluzione AD<35 kW in Veneto 2008-2015 (Francescato, 2016)



Calcolando le emissioni di PM10 in Veneto nel **2006** con i medesimi FE **2013** risulta **un calo delle emissioni di PM10 del 20%**

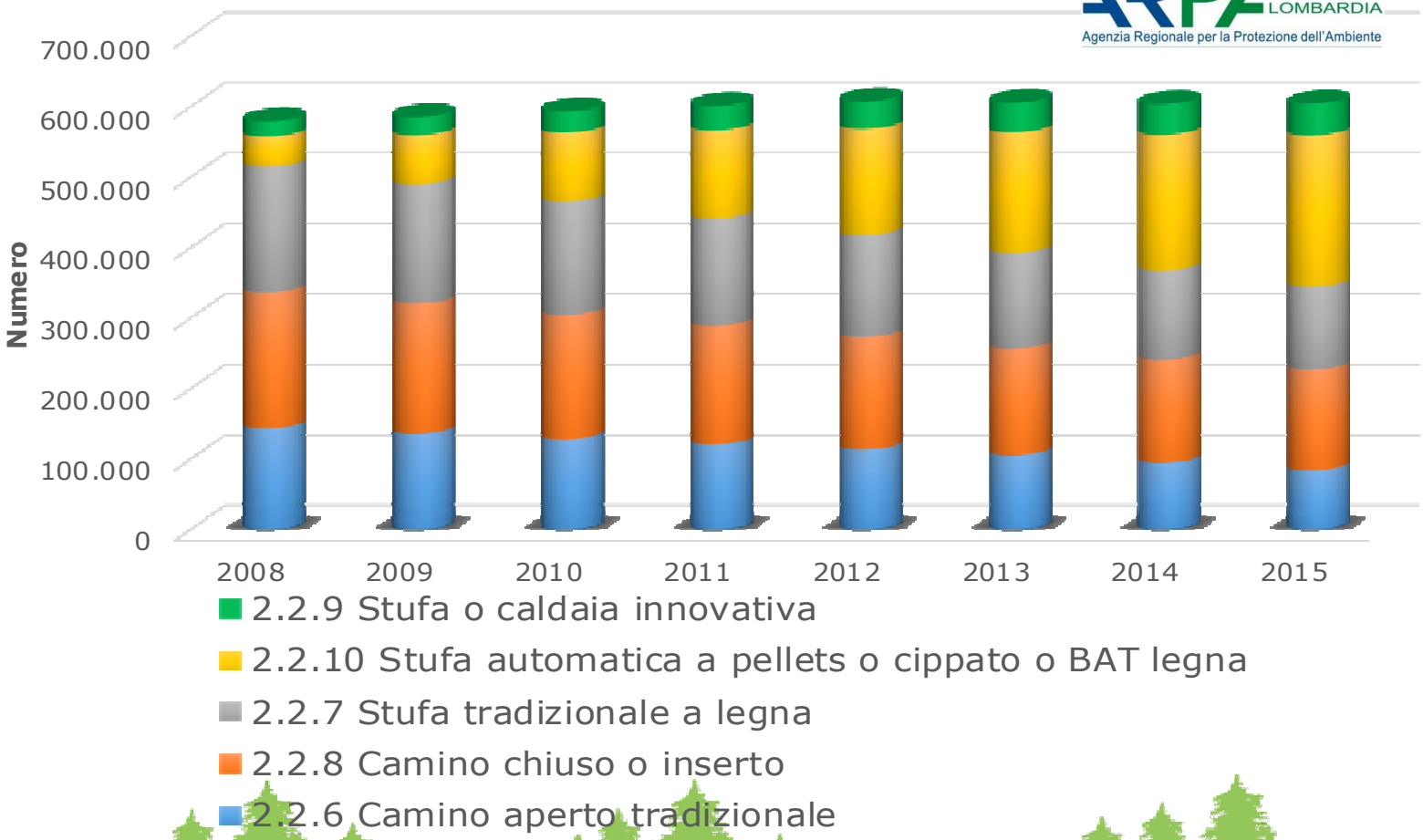
1.Turnover tecnologico
(stufe a pellet= -emissioni e -consumi)

2. Calo dei consumi: turnover e GG

	APAT-ARPAL	ARPAV	Variazione %	Variazione
	2006	2013	2006-2013	Numero
Camino aperto legna	16%	14%	-14,6%	- 16.060
Stufa tradiz.legna	55%	39%	-29,3%	- 108.720
Caminetto chiuso legna	19%	14%	-25,1%	- 31.592
Sufa avanzata legna	7%	19%	5,9%	2.610
Stufa pellet	3%	14%	445,1%	76.822
N totale	**668.299**	**672.000**	**1%**	

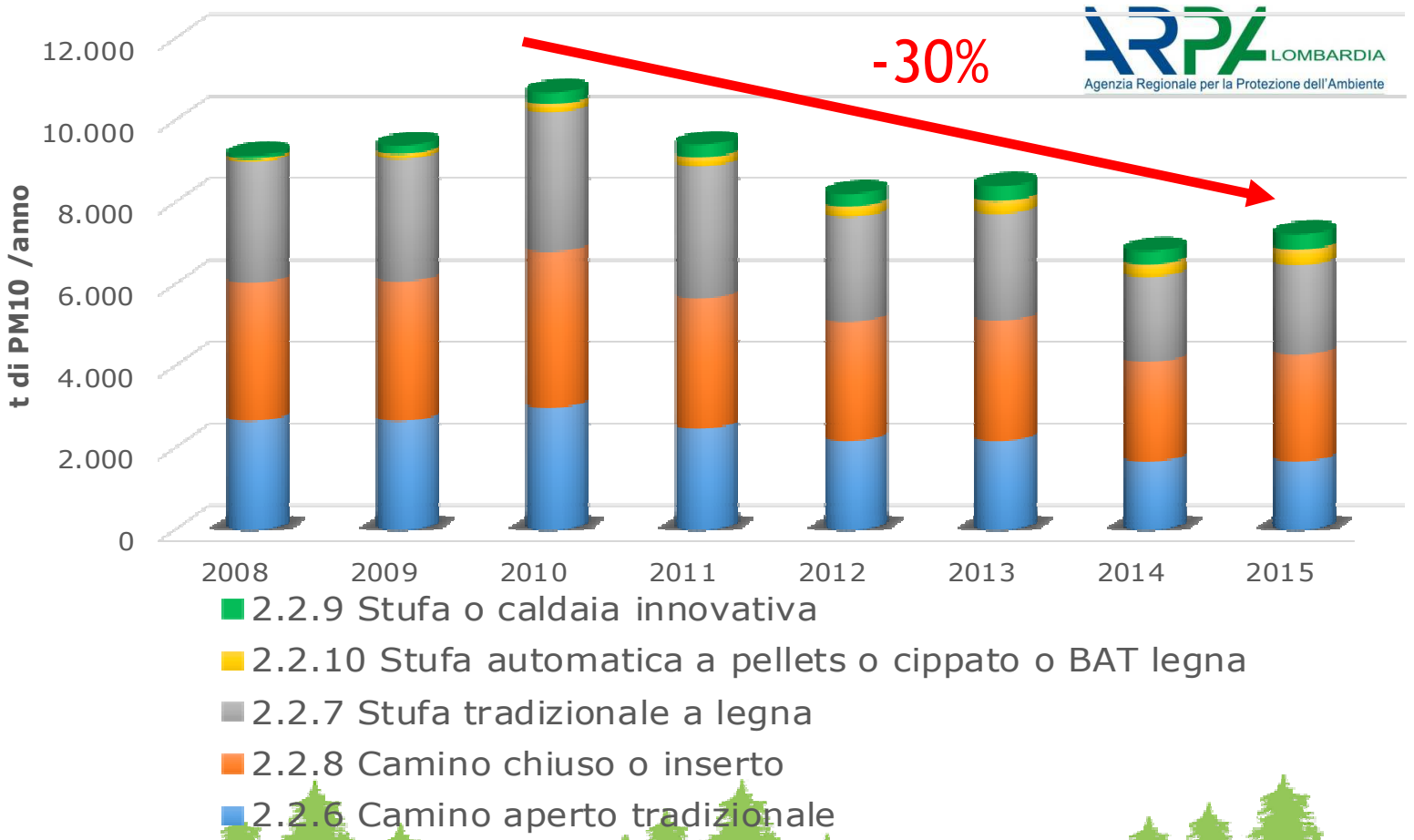
Kachelöfen

Evoluzione AD<35 kW in Lombardia 2008-2015 (Lanzani, 2016)



Metodologia: Integrated methodology for assessing domestic wood burner municipal share - A. Marongiu, E. Angelino, M.Moretti, Air Quality 2016 Milano

Evoluzione del PM10 AD <35 kW in Lombardia 2008-2015 (Lanzani, 2016)

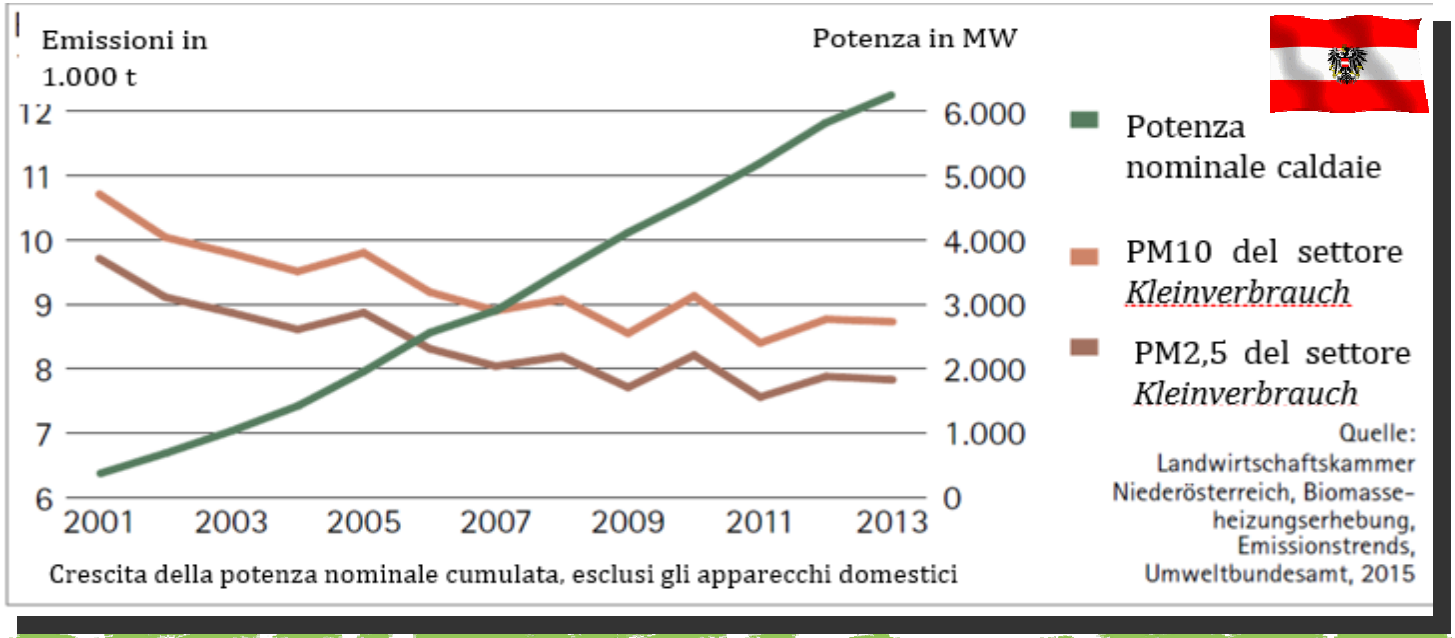


La situazione in Austria 2001-2013

AUSTRIA

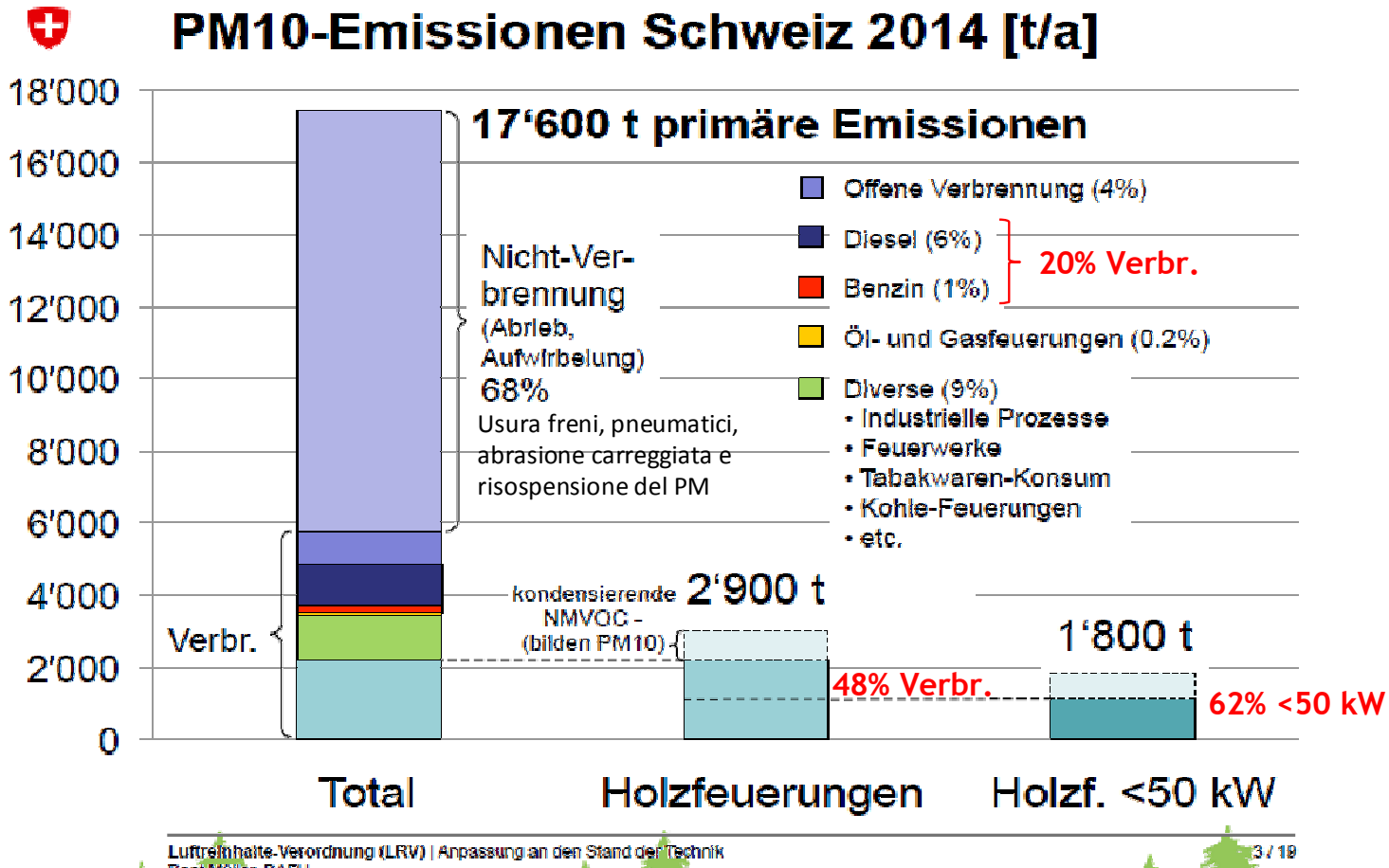
CONSUMO: **63,6 PJ → 4,4 Mt**

PM10: **8,7 kt** (FE **137 g/GJ**)



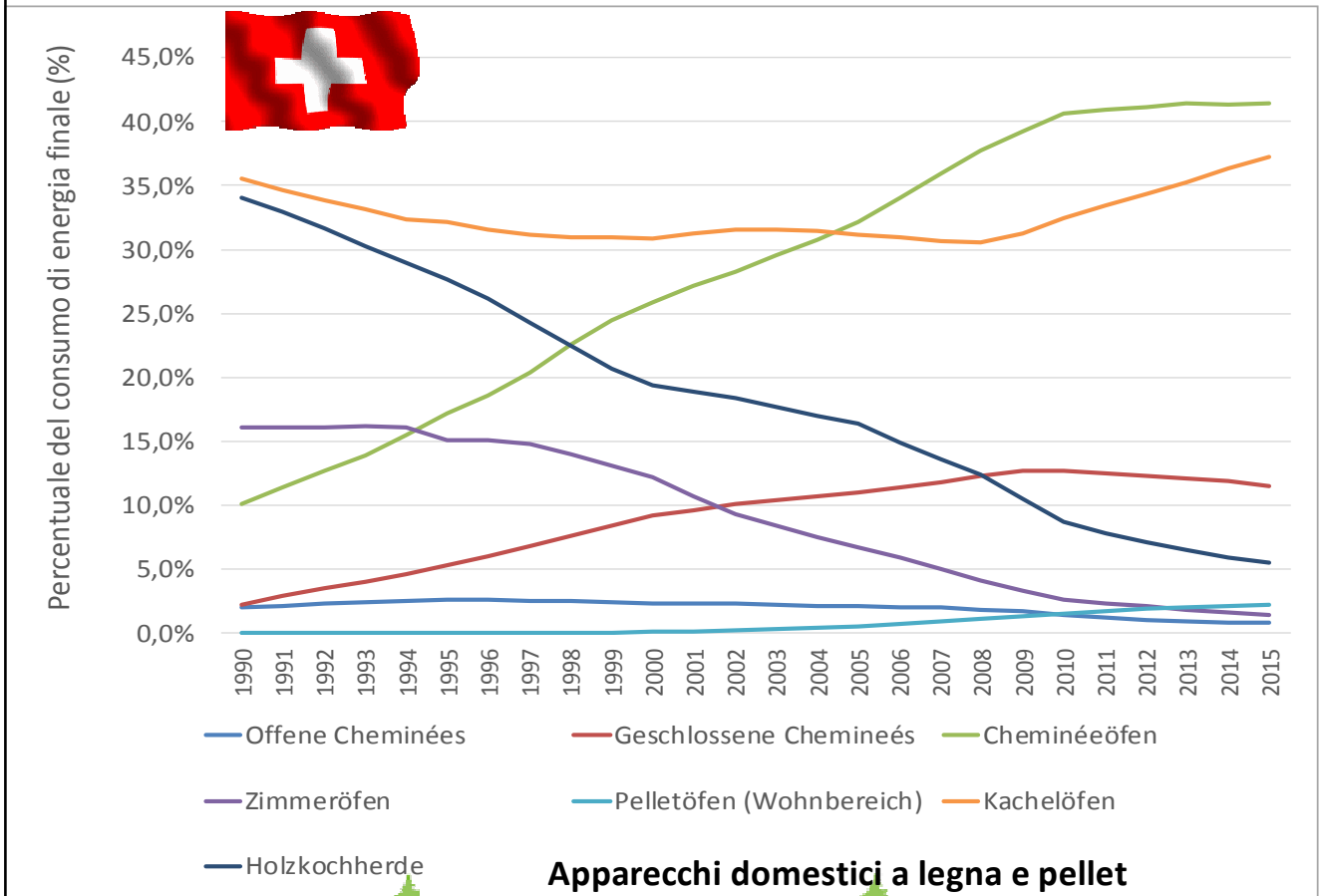
Crescita della potenza nominale cumulata, esclusi gli apparecchi domestici

Svizzera: Emissioni PM10 2014 (Beat Müller, BAFU - 2016)



16% incluso PM10 secondario

Serie storica dei consumi di energia (%) in Svizzera 1990-2015 (Fonte: BFE, 2015)



Apparecchi domestici a legna e pellet

1990-2015

-770 GWh

-193.000 t legna

2015

630 kt [Legna+Pellet]

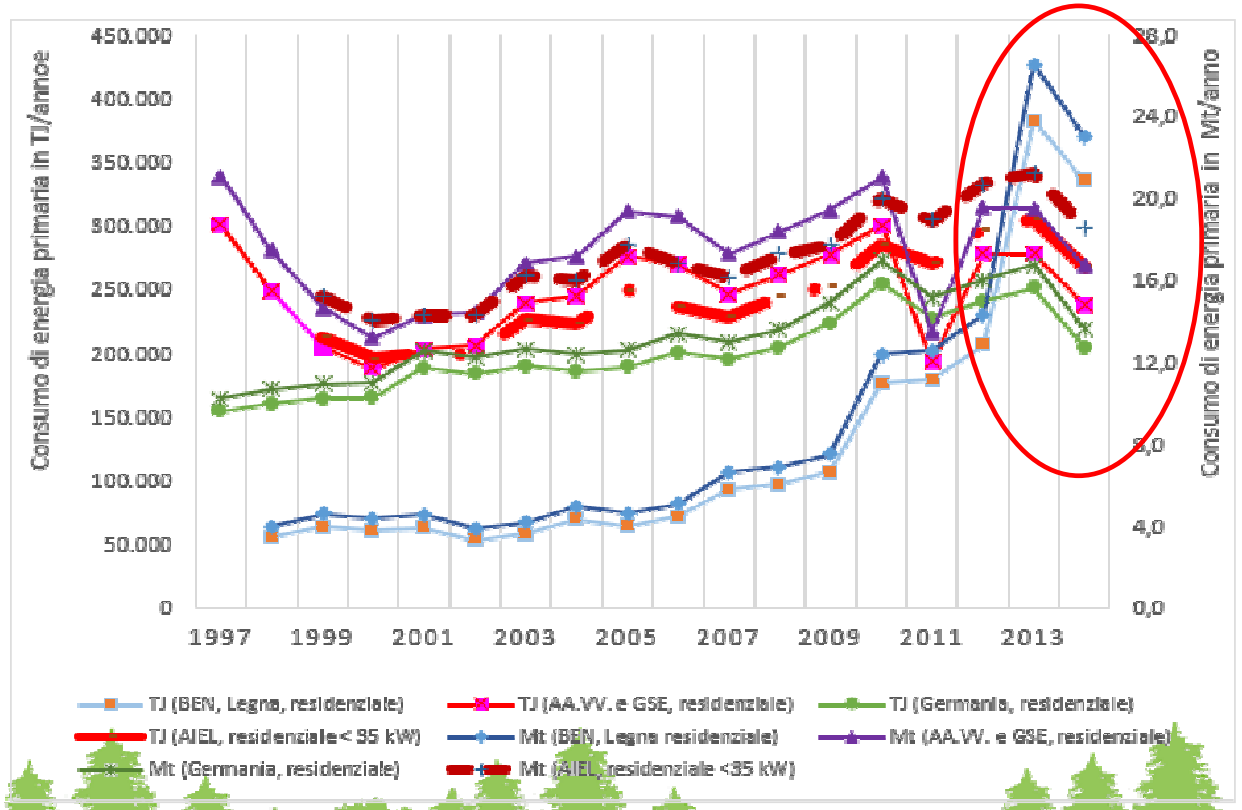
41% Cheminéeöfen

37% Kachelöfen

2% Pelletöfen

Evoluzione del consumo di legna e pellet in Italia e Germania (1997-2014)

Secondo la nostra serie storica **1999-2014, e quella del GSE 2010-2014, l'aumento del consumo è 16-22% (33-56 PJ ≈ 2-3,4 Mt)**

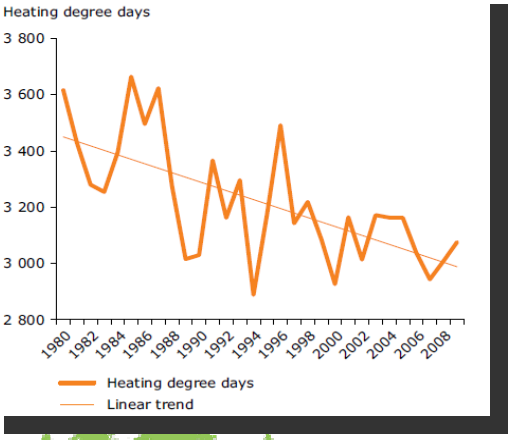


Evoluzione del consumo **contenuta e stabile** 2 motivi

1. **Aumento efficienza generatori a biomasse**:
   - **++ Cambio biocombustibile,** pellet +24% pci vs Legna
   - **++ efficienza** dei generatori domestici (specie automatici)

2. **Riduzione Gradi Giorno**: **calo dei consumi** → inverni miti

EEA Report No 12/2012



Italia: 2014 -15% GG

EU: -13% in 30 anni

Evoluzione del consumo di legna in Germania e Baviera (2010-2014)

La riduzione dei consumi (per gli stessi motivi) è stata registrata anche in Germania.

Tra il **2010 e il 2014** c'è stato un calo del **10-16%** del consumo di legna a scala domestica (Döring et al. 2016)

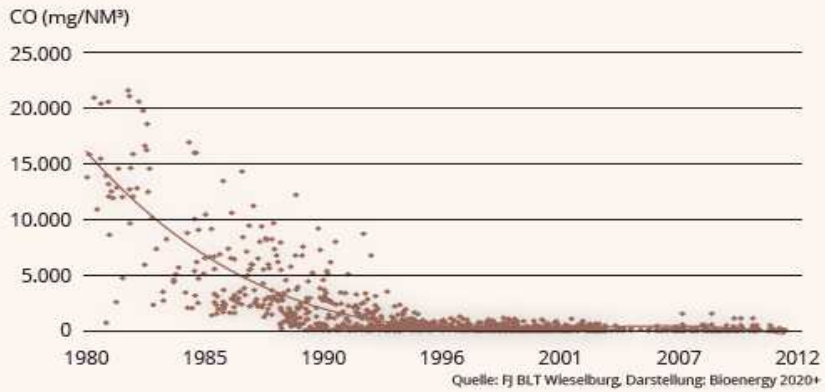
in Baviera – la regione con i maggiori consumi di legna – nello stesso periodo, il **calo è stato del 22%** (Borchert et al. 2016).

SOMMARIO

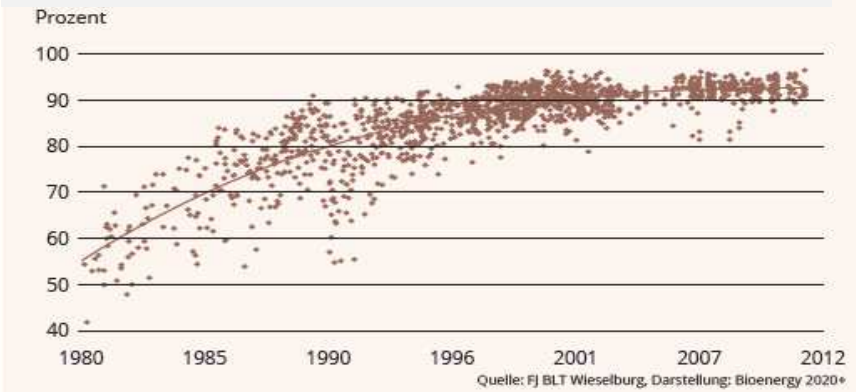
1. Breve presentazione di AIEL
2. Evoluzione del consumo di legno e delle emissioni di PM10
3. **Misure di riduzione e prestazioni tecnico-ambientali dei moderni generatori vs tecnologie tradizionali**
4. Valore strategico del CT 2.0 per velocizzare il turnover tecnologico e la riduzione del PM10
5. Tre esempi applicativi del CT 2.0: privati e PA

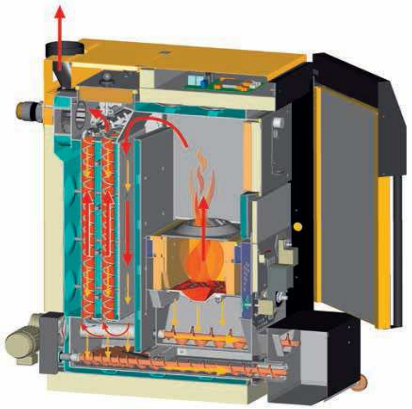
Evoluzione tecnologica delle caldaie: CO e η (Fonte: BLT Wieselburg, AT)

Evoluzione emissioni di CO



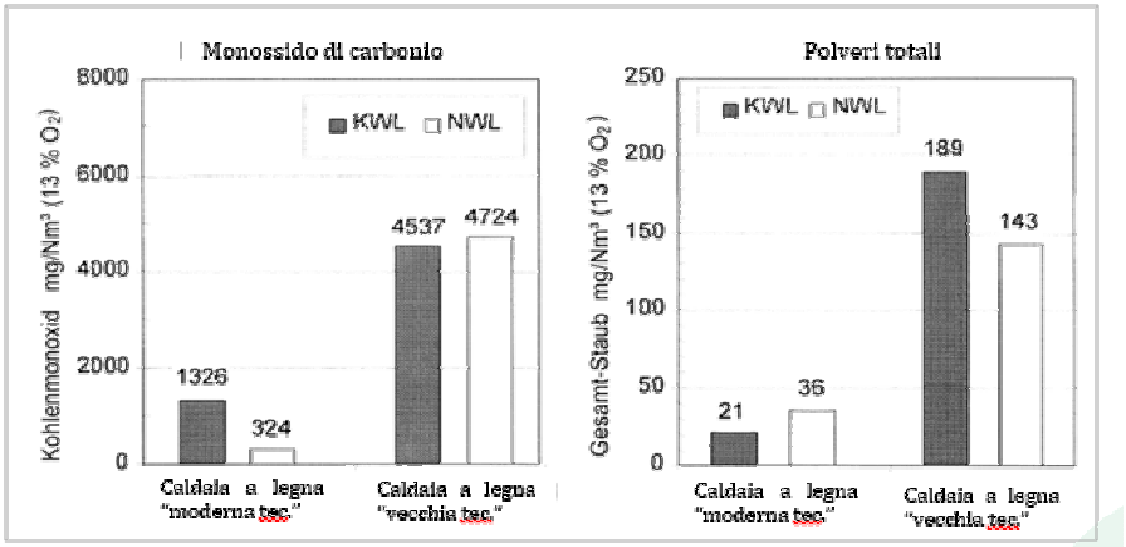
Evoluzione del rendimento termico

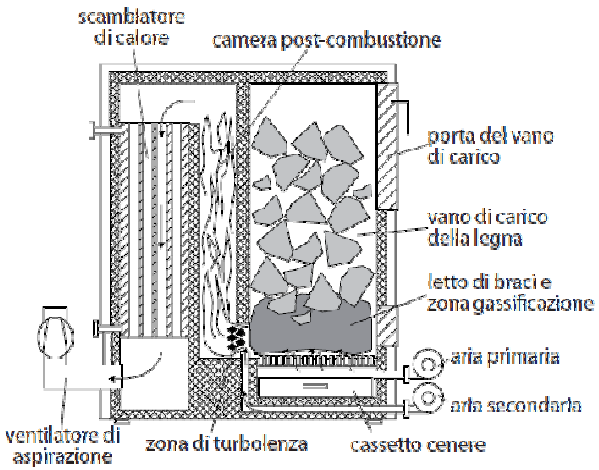




189 mg/Nm³ ≈ 122 g/GJ → 36 mg/Nm³ ≈ 25 g/GJ

- 5 volte!!



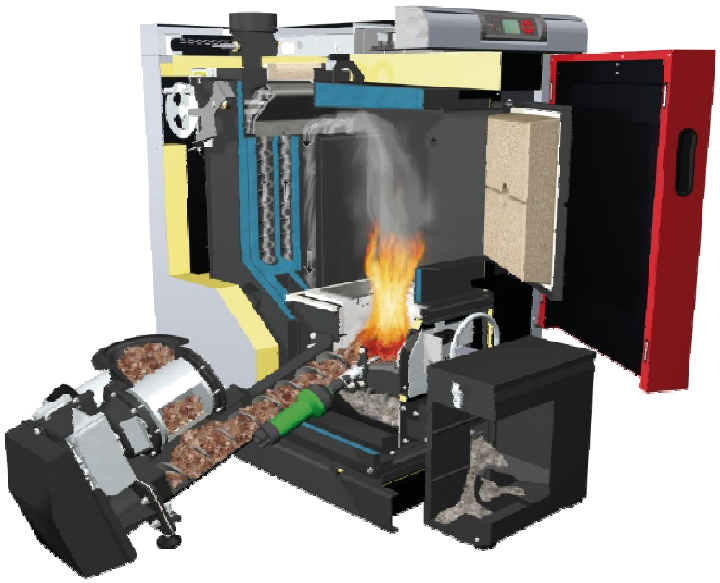


Fonte: Umweltbundesamt. 2003. Texte 41/03. *Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen im Bereich del Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnamen zur Emissionsminderung.*

Nostre stime 2015

Consumo annuo ca. 8 PJ (**0,5 Mt**)

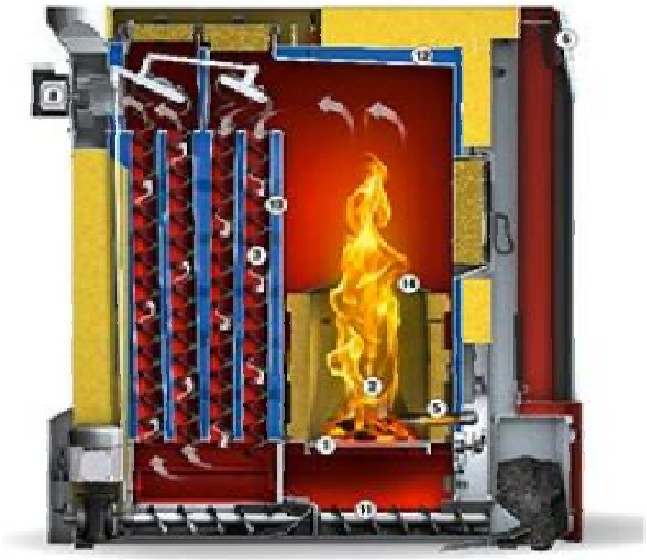
Produzione di PM10: **0,3 kt di PM10**



0,7% del PM10 prodotto dalla combustione domestica!

http://www.josephinum.at/fileadmin/content/BLT/Pruefberichte/g2015048.pdf

Caldaia allo stato della tecnica (2015)

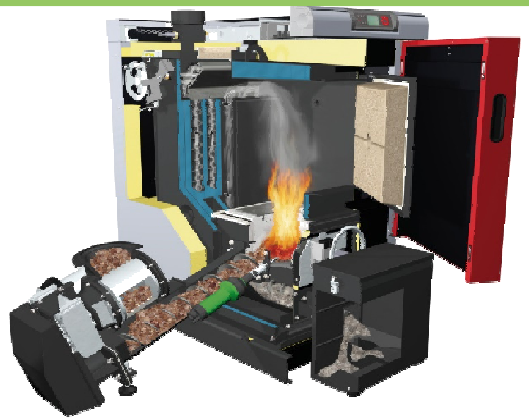


Prüfobjekt		Messergebnisse		Anforderungen[5]	
		Nenn-Wärmeleistung	Kleinste Wärmeleistung	Nenn-Wärmeleistung	Kleinste Wärmeleistung
Handelsbezeichnung	[--]	ECO-HK 120		--	--
Nenn-Wärmeleistung	[kW]	120,0		--	--
Wärmeleistung	[kW]	112,2	32,6	--	--
Brennstoff-Wärmeleistung	[kW]	118,3	33,9	--	--
Abgastemperatur	[°C]	123,8	64,2	--	--
Abgasmassenstrom	[kg/h]	191,1	60,6	--	--
Auslastung	[%]	93,5	27,2	100 ± 8	≤ 30
Kesselwirkungsgrad	[%]	94,8	96,2	89	--
Kohlendioxid	[%]	16,0	14,3	--	--

	[mg/MJ][1]	[mg/m³][2]	[mg/m³][3]	[mg/m³][4]	[mg/MJ][1]	[mg/m³][2]	[mg/m³][3]	[mg/m³][4]	[mg/m³][2]
Polveri	**8**	18	17	13	**6**	13	12	9	40
Monossido Carbonio	**3**	6	5	4	**43**	97	88	70	500
Carbonio Organico	**< 1**	< 1	< 1	< 1	**< 1**	2	2	1	20
Ossidi di azoto	**61**	139	127	101	**46**	105	95	76	--

Prüfbrennstoff		Messergebnisse		Anforderung[6]
		Nenn-Wärmeleistung	Kleinste Wärmeleistung	
Spezifikation	[--]	**Holzhackgut Fichte M20 P45** entsprechend EN 14961-4:2011		
$Wassergehalt_{roh}$	[%]	18,4	20,0	20 - 30
$Aschegehalt_{wf}$	[%]	0,4		≤ 1,5
$Heizwert_{wf}$	[MJ/kg]	19,0		> 17

Moderne tecnologie vs tecnologie tradizionali



1 caldaia cippato BAT **20 g/GJ** (100 kW – 200 MWh) = **0,4 Stufe tradizionali**

1 stufa = 9,2 t legna = 12% Energia p.

1 caldaia 100 kW → riscalda 20 abitazioni (150 m^2)

16 caldaie 100 kW → riscaldano 320 abitazioni

= al PM10 prodotto da 1 km di strada

Emissioni per 1 km, di strada, mediamente trafficata EURO 3

Km per area di infuenza	1	
N° Passaggi giornalieri	10 000	**veicoli/gg**

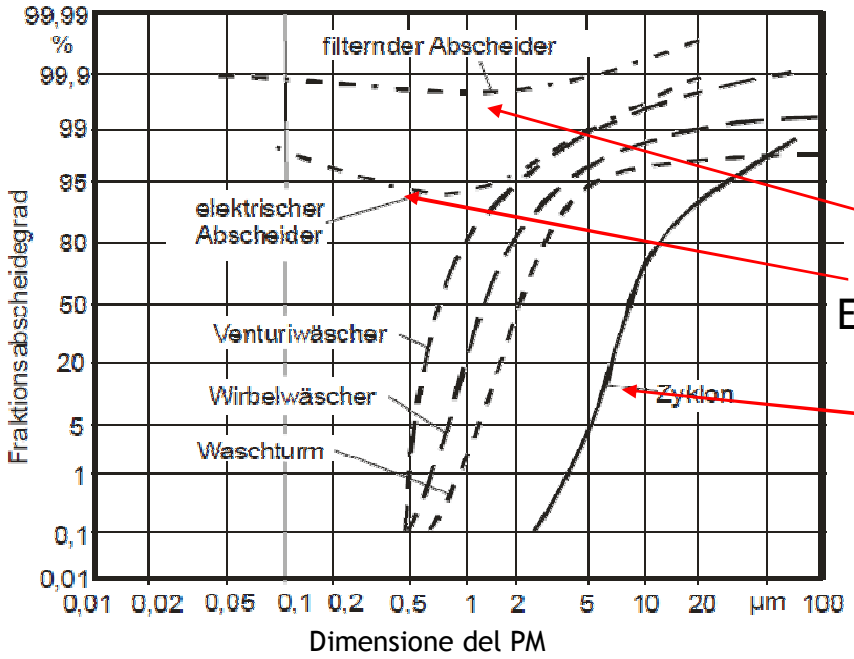
EURO 3				
			Polveri	
	%	km/aa	g/km	kg/aa
MOTOCICLI	10%	365 000	0,05	18,3
AUTOVEICOLI	50%	1 825 000	0,05	91,3
AUTOCARRI LEGGERI	25%	912 500	0,07	63,9
AUTOCARRI PESANTI	15%	547 500	0,1	54,8
	100%	3 650 000	0,27	228

Fonte: Segatta A. 2015. Impianti termici a biomassa legnosa. Presentazione nell'ambito del convegno "Centrali a biomasse pro e contro a confronto" organizzato dai Verdi del Trentino, 7 febbraio 2015, Villazzano (Trento).

Prestazioni tecnico-ambientali Pn>500 kW (cippato/pellet)

- **Certificazioni in situ** Pn > 500 kW
- Impianti alimentati sia a **pellet sia a cippato**
- Sistemi filtro a gravità (ciclone/multiciclone) = **FG**
- oppure FG + filtri elettrostatici o a maniche = **FG+EF/FM**

Fonte: Kaltschnitt, Hartmann, Hofbauer 2009 (Energie aus Biomasse)



Filtro a maniche: **0,05 - 10 µm**
Elettrofiltro: **0,1 - 20 µm**

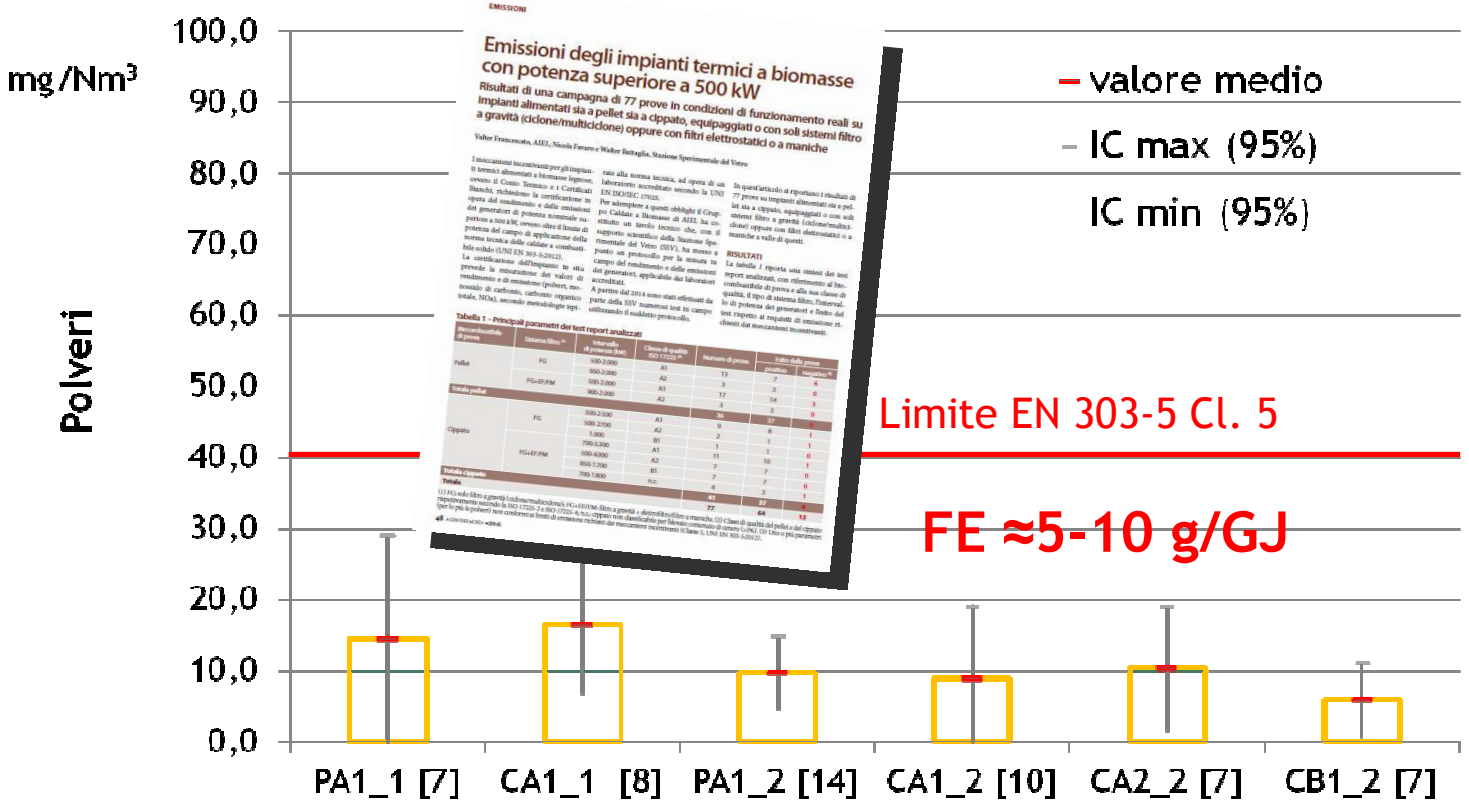
Filtro a maniche

Elettrofiltro

Multiciclone

Sistemi filtro	Grado di separazione in %	Velocità fumi in m/s	Perdita carico in mbar	Fabbisogno EE in kWh/1 000 m^3_n
Zyklon	85 – 95	15 – 25	6 – 15	0,30 – 0,65
Gewebefilter	99 – 99,99	0,5 – 5,0	5 – 20	0,75 – 1,90
Trocken-Elektrofilter	95 – 99,99	0,5 – 2,0	1,5 – 3	0,26 – 1,96
Nass-Elektrofilter	95 – 99,99	0,5 – 2,0	1,5 – 3	0,17 – 2,30

Risultati: solo prove con esito positivo in Num. rappresentativo [53]



EMISSIONI

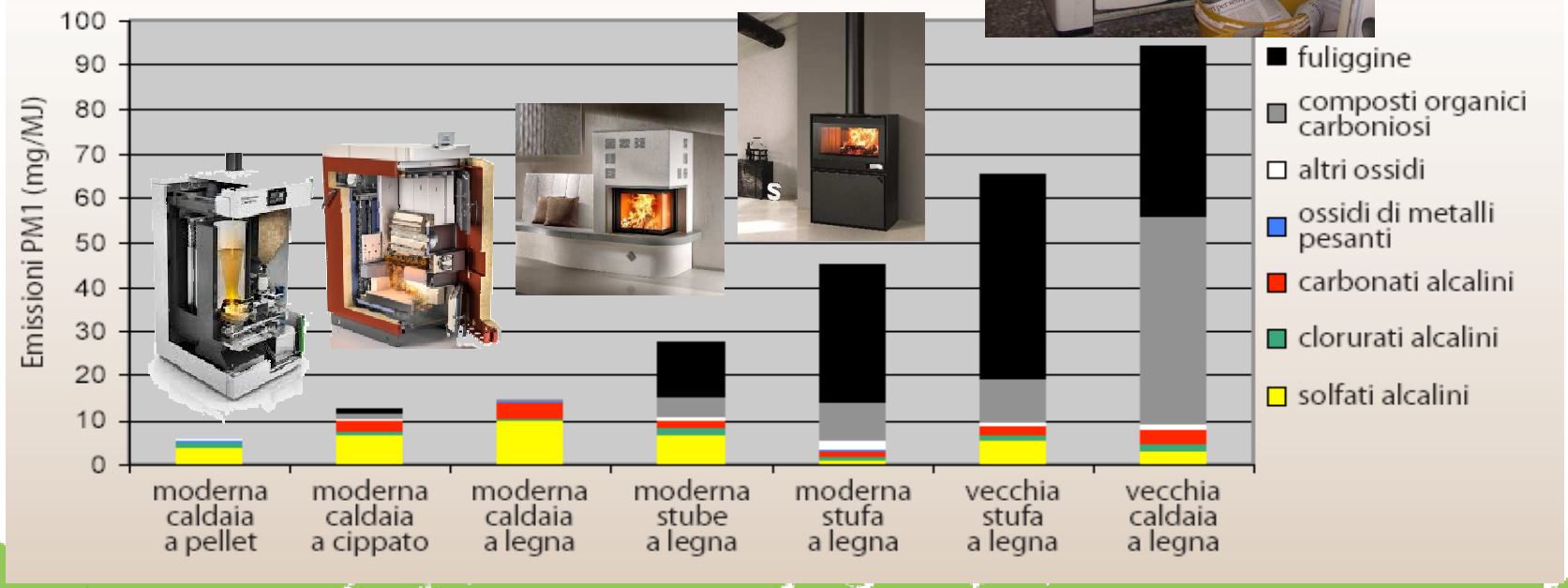
Emissioni degli impianti termici a biomasse con potenza superiore a 500 kW

Risultati di una campagna di 77 prove in condizioni di funzionamento reali su impianti alimentati sia a pellet sia a cippato, equipaggiati o con soli sistemi filtro a gravità (ciclone/multiciclone) oppure con filtri elettrostatici o a maniche

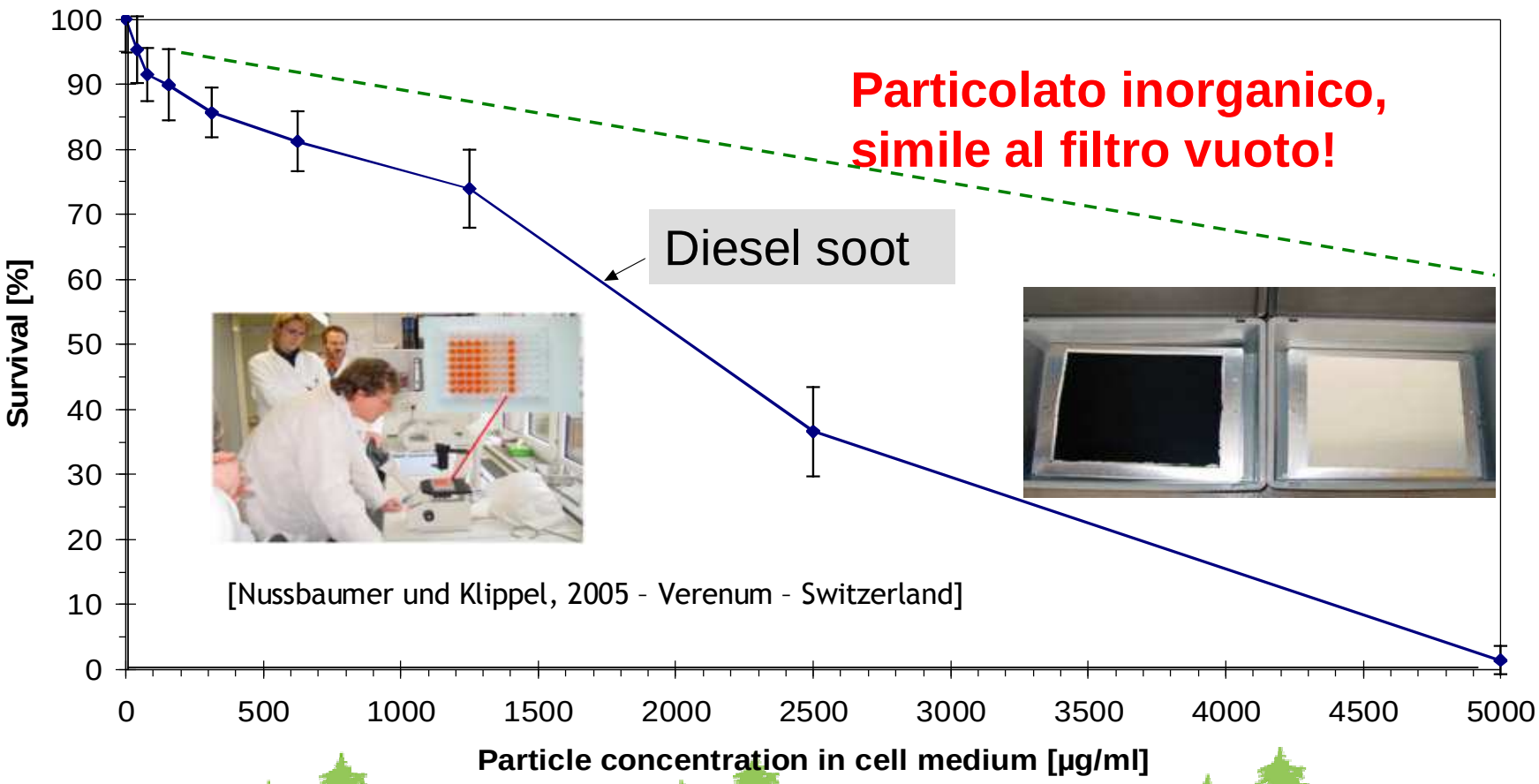
Legenda: **PA1_1**: pellet A1, FG. **PA1_2**: pellet A1, FG+EF/FM. **CA1_1**: cippato A1, FG. **CA1_2**: cippato A1, FG+EF/FM. **CA2_2**: cippato A2, FG+EF/FM. **CB1_2**: cippato B1, FG+EF/FM. In parentesi quadra il numero di osservazioni. I valori (mg/Nm³) sono riferiti al 10% di O_2.

Composizione chimica del PM_1 prodotto da vecchi e moderni apparecchi (Brunner et al. 2011)

2 g particle mass

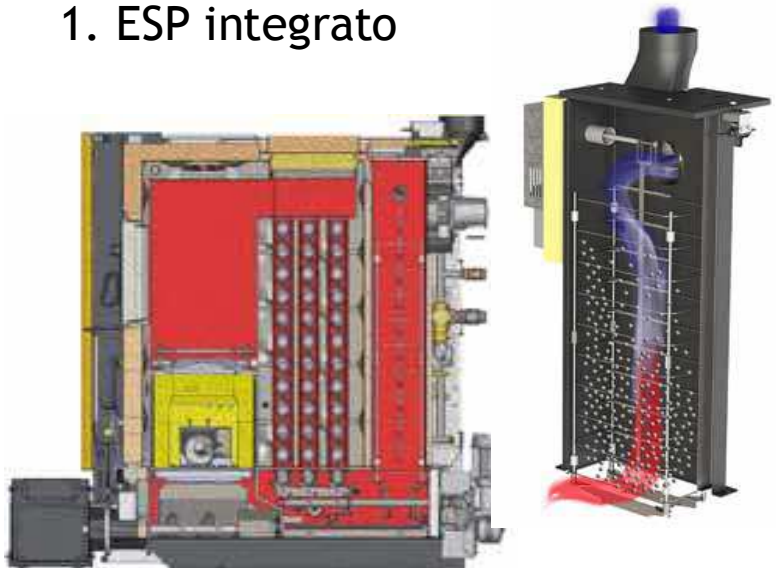


Test tossicologici (sopravvivenza cellulare)



Moderne caldaie automatiche: progressi tecnologici in corso (A. Weissinger, 2016)

1. ESP integrato



Obiettivo: caldaie NZEB

Ridurre (quasi) a zero le emissioni di PM inorg.

2. Estremizzazione della separazione dei processi di combustione

Proposte di AIEL a Governo e Regioni: primi risultati

RegioneLombardia
LA GIUNTA

DELIBERAZIONE N° X / 5656 Seduta del 03/10/201

Presidente ROBERTO MARONI
Assessori regionali FABRIZIO SALA Vice Presidente
VALENTINA APREA
VIVIANA BECCALOSSI
SIMONA BORDONALI
FRANCESCA BRIANZA
CRISTINA CAPPELLINI
LUCA DEL GOBBO
GIOVANNI FAVA
GIULIO GALLERA
MASSIMO GARAVAGLI
MAURO PAROLINI
ANTONIO ROSSI
ALESSANDRO SORTE
CLAUDIA TERZI

Con l'assistenza del Segretario Fabrizio De Vecchi

Su proposta dell'Assessore Claudia Terzi

Oggetto

Si esprime parere di regol

Il Dirigente

Il Direttore Generale

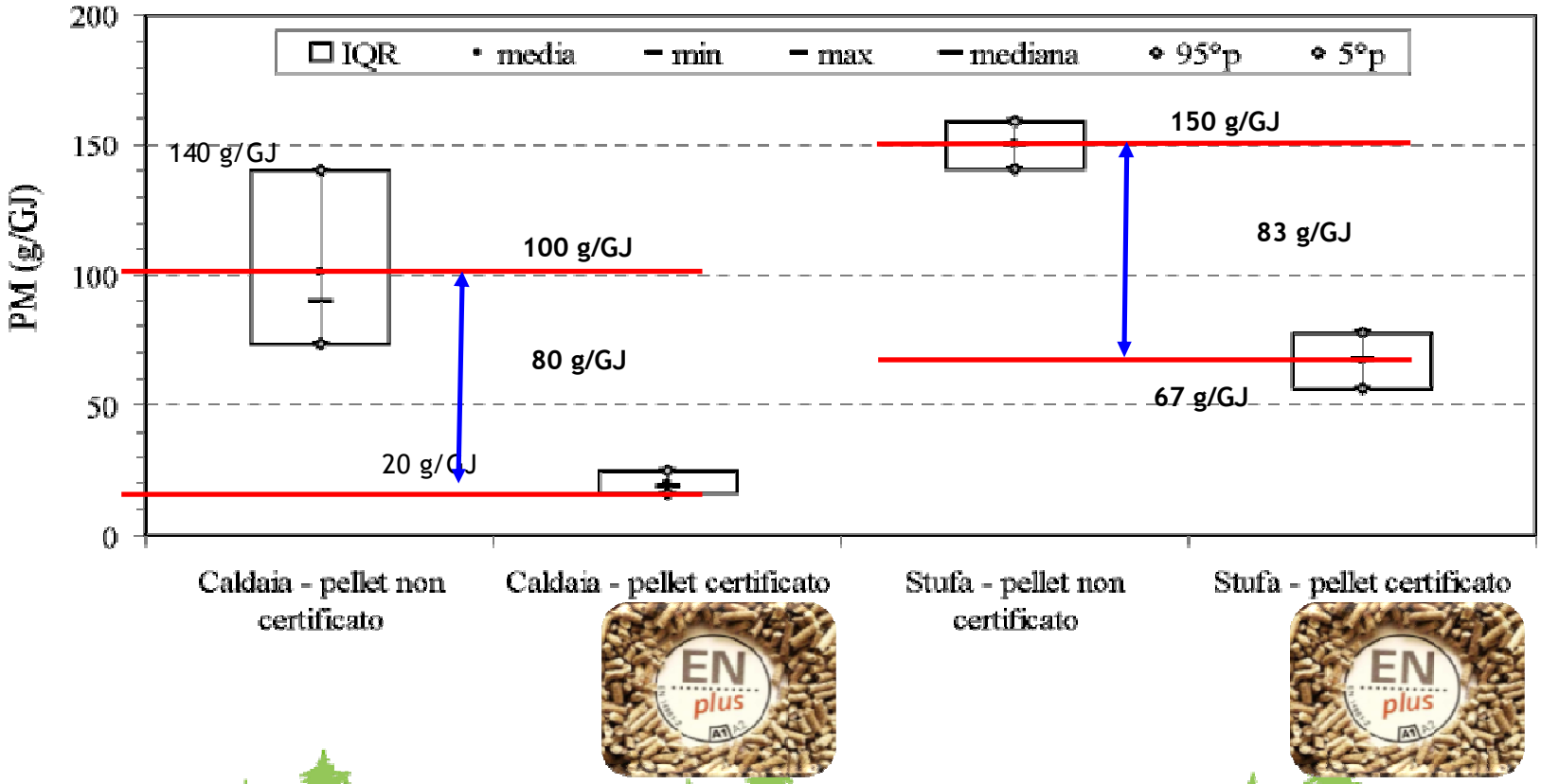
Classe 4 stelle					
Tipo di generatore	**PP** (mg/Nm³)	**COT** (mg/Nm³)	**NOx** (mg/Nm³)	**CO** (mg/Nm³)	**ŋ** (%)
Caminetti aperti	30	70	160	1250	77
Camini chiusi, inserti a legna	30	70	160	1250	77
Stufe a legna	30	70	160	1250	77
Cucine a legna	30	70	160	1250	77
Stufe ad accumulo	30	70	160	1000	77
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
PP = Particolato primario, COT = carbonio organico totale, NOx = Ossidi di azoto, CO = Monossido di carbonio, ŋ = Rendimento					

SOMMARIO

1. Breve presentazione di AIEL
2. Evoluzione del consumo di legno e delle emissioni di PM10
3. Misure di riduzione e prestazioni tecnico-ambientali dei moderni generatori vs tecnologie tradizionali
4. **Valore strategico del CT 2.0 per velocizzare il turnover tecnologico e la riduzione del PM10**
5. Tre esempi applicativi del CT 2.0: privati e PA

Confronto tra emissioni di PM : pellet cert. e non cert.

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



QUALI BIOMASSE ?

- **PELLET CERTIFICATO !** da organismo accreditato che ne attesti la conformità alla norma **ISO 17225-2 (qualità test report)**

Qui novità 2016

- **LEGNA DA ARDERE**

  Fattura!

- **CIPPATO** (conforme ISO 17225-4, qualità test report)

  Attestato di conformità

Biomasse legnose: cosa sono? LEGNO vergine, naturale

LEGNA DA ARDERE

biomass plus
ISO 17225-5
LEGNA DA ARDERE
A1+ A1 A2 B1

CIPPATO

biomass plus
ISO 17225-4
CIPPATO
A1+ A1 A2 B1

PELLET

EN plus

www.energiadallegno.it

Nuovi requisiti prestazionali dei generatori: CT 2.0

	PP (mg/Nm^3 rif. 13% di O_2)	CO (g/Nm^3 rif. 13% di O_2)	Rendimento
Stufe a legna UNI EN 13240	40	1,5	>85%
Termocamini legna UNI EN 13229			
Stufe e termocamini a pellet UNI EN 14785	30	0,36	
Caldaie legna/cippato/biomasse UNI EN 303-5:2012 (Pn≤500 kW)	30	0,36	87%+log(Pn) Classe 5
Caldaie pellet UNI EN 303-5:2012 (Pn≤500 kW)	20	0,25	
Caldaie legna/cippato/biomasse UNI EN 303-5:2012 (Pn>500 kW)	30	0,36	≥89%
Caldaie pellet UNI EN 303-5:2012 (Pn>500 kW)	20	0,25	

www.energiadallegno.it

3 Target

- FAMIGLIA
- IMPRESE
- PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Maschere di calcolo CT 2.0

Catalogo Vetrina soci AIEL sempre aggiornato con oltre **2.500 prodotti idonei al CT 2.0**

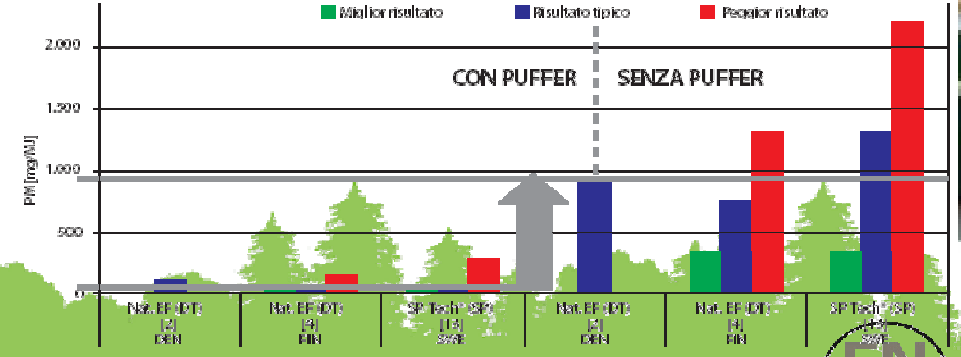
Puffer: indispensabile nelle caldaie manuali

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

Figura 2.12 Influenza dell'accumulatore (puffer) sul fattore di emissione di una caldaia a legna



Requisiti per l'accesso al conto termico

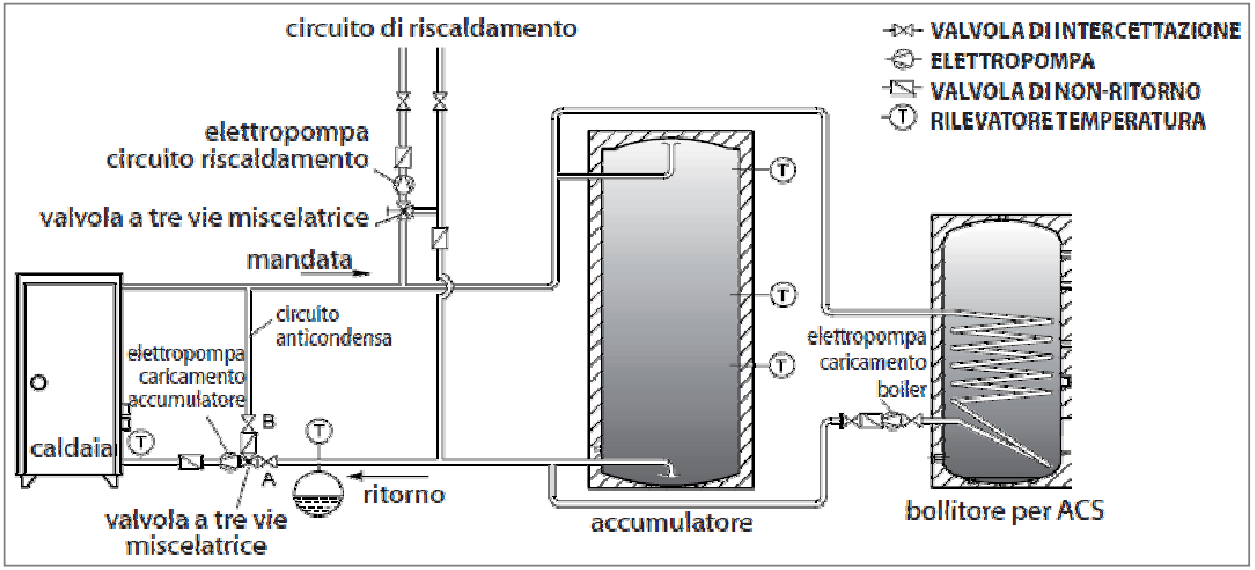
1. **Caldaia manuali** (legna): **accumulo inerziale obbligatorio** e dimensionato secondo la UNI EN 303-05:2012

2. **Caldaie automatiche cippato/biomasse: accumulo inerziale obbligatorio** con **V > 20 dm³/kW; per le caldaie a pellet e automatiche >500 kW non c'è una formula** (costruttore/progettista)

3. **Termoregolazione: valvole termostatiche** a bassa inerzia termica su tutti i corpi scaldanti, tranne nel caso di distribuzione radiante e in presenza di **centralina di termoregolazione** agente sulla portata

4. **Manutenzione biennale obbligatoria** su **generatore e impianto fumario**

Dimensionamento puffer per caldaie manuali EN 303-5:2012



$$V_{Sp} = 15 \times T_B \times Q_N \times (1 - 0{,}3 \times Q_h/Q_{min})$$

V_{Sp} [l]	capacità del puffer
T_B [h]	periodo di combustione
Q_N [kW]	potenza termica nominale
Q_{min} [kW]	potenza termica minima
Q_H [kW]	carico di riscaldamento dell'edificio

Esempio - Casa monofamiliare

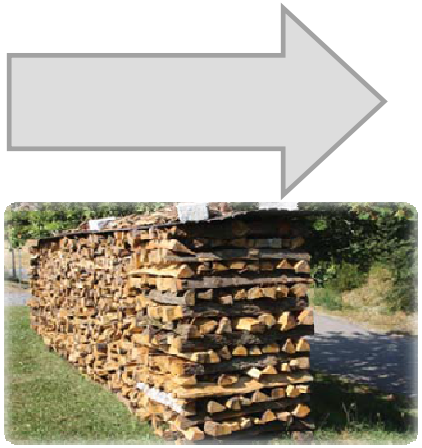
T_B	6 h (legno duro)
Q_N	20 kW
Q_{min}	10 kW (50% potenza nominale)
Q_h	8 kW ca. 180 m² (Edificio nuovo)

15 x 6 x 20 x (1 - 0,3 x 8/10) = 1.368
L'impianto richiede un *puffer* di ca. 1500 litri

SOMMARIO

1. Breve presentazione di AIEL
2. Evoluzione del consumo di legno e delle emissioni di PM10
3. Misure di riduzione e prestazioni tecnico-ambientali dei moderni generatori vs tecnologie tradizionali
4. Valore strategico del CT 2.0 per velocizzare il turnover tecnologico e la riduzione del PM10
5. **Tre esempi applicativi del CT 2.0: privati e PA**

Esempio 1: riqualificazione impianto domestico a LEGNA



Pn: 12 kW **Rendimento: 68%** **PP: 300 mg/Nm³ rif. 13% O_2** **CO: 5 g/Nm³ rif. 13% O_2**	**Rendimento: +26%** **PP: - 10 volte!** **CO: - 10 volte!**	**Pn: 12 kW (UNI EN 13240)** **Rendimento: 86%** **PP: 29 mg/Nm³ rif. 13% O_2 – Ce=1,2** **CO: 0,54 g/Nm³ rif. 13% O_2**

Formula di calcolo per stufe e termocamini

$I_{a\ tot} = 3{,}35 \times \ln(Pn) \times hr \times C_i \times C_e$

Esempio: Stufa a legna UNI EN 13240

Pn=12 kW

Emissioni di PP < 30 mg (Ce=1,2)

$I_{a\ tot} = 3{,}35 \times \ln(12) \times 1800 \times 0{,}04 \times 1{,}2 =$ **819 €** x **2** = **1.438 € (1 rata!)**

Investimento: 4.000 € **(36%) + Risparmio ca. 350 € di legna (7 anni)**

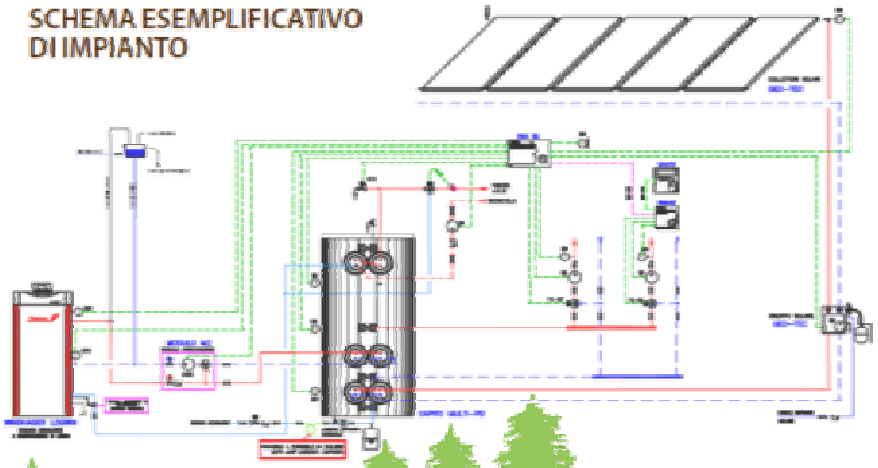
ESEMPIO 2: Agriturismo - Edificio rurale impianto ibrido legna-solare termico

Edificio rurale in pietra

Sostituzione GPL con

Sistema integrato

Impianto solare + caldaia a legna



ESEMPIO 2: Agriturismo - Edificio rurale impianto ibrido legna-solare termico

Caldaia Legna 30 kW
Puffer 2.000 litri
Solare termico 12 m²
33 MWh/a di Ep (20% dal solare)
7 t legna secca P500 M20 → € 1.000 (150 €/t)
Spesa GPL: **4.058 €/a** (4.838 litri | 0,83 €/l)
Investimento totale: **28.000 €**

Pannelli piani per produzione ACS:

The Solar Keymark
CEN Keymark Scheme

Sl: **12 m²**

Ci: **0,35**

Qu: [(1.322 W/2,25 m²) x 1.000] = **588 kWh/m²**

Incentivo CT 2.0 = 0,35 x 588 x 12 = 2.469 x 2 = **4.939 € (1 anno!)**

Energia prodotta: 12 x 588 **≈ 7.000 kWh/a** (≈ 1,8 t legna!)

Equivalente costo GPL: 7.000 x 0,123 €/kWh = **861 €/a**

Investimento = **10.000**

Investimento netto = 10.000 – 4.939 = **5.061 €**

Ammortamento semplice (GPL): 5.061/**861** = **6 anni**

Esempio: caldaia a legna

Pn = **30 kW**

Zona F

Emissioni → **Ce=1,5**

$I_{a\ tot}$ = **3.645 €** x **2 anni** = **7.290 €** (**40%**)

18.000 – 7.290 = 10.710/3.000 → 3,5 anni

Esempio 3: Minirete pubblica 4 edifici (Municipio, scuola, palestra, asilo)

Gasolio: 50.000 litri = **500 MWhp**

Spesa gasolio: **60.000 €/a**

Caldaia cippato 350 kW

Ce = 1,5

2 puffer 4.000 litri ≈ 23 l/kW

Esempio: caldaia a cippato (filtro)

Pn = **350 kW**

→ zona F

Emissioni di PP < 15 mg (Ce=1,5)

$I_{a\ tot}$ = **18.900 €** x **5 anni** = **94.500 €**

Calcolo di convenienza (semplificato)

Investimento ~ € **350.000** (incl. filtro)

Cippato (A1): 140 t x 140 €/t = 19.600 € → 40.400 € risp.

Investimento € 350.000 – **94.500** (**27%**) = 255.500 €

Ammortamento semplice: ca. 6 anni

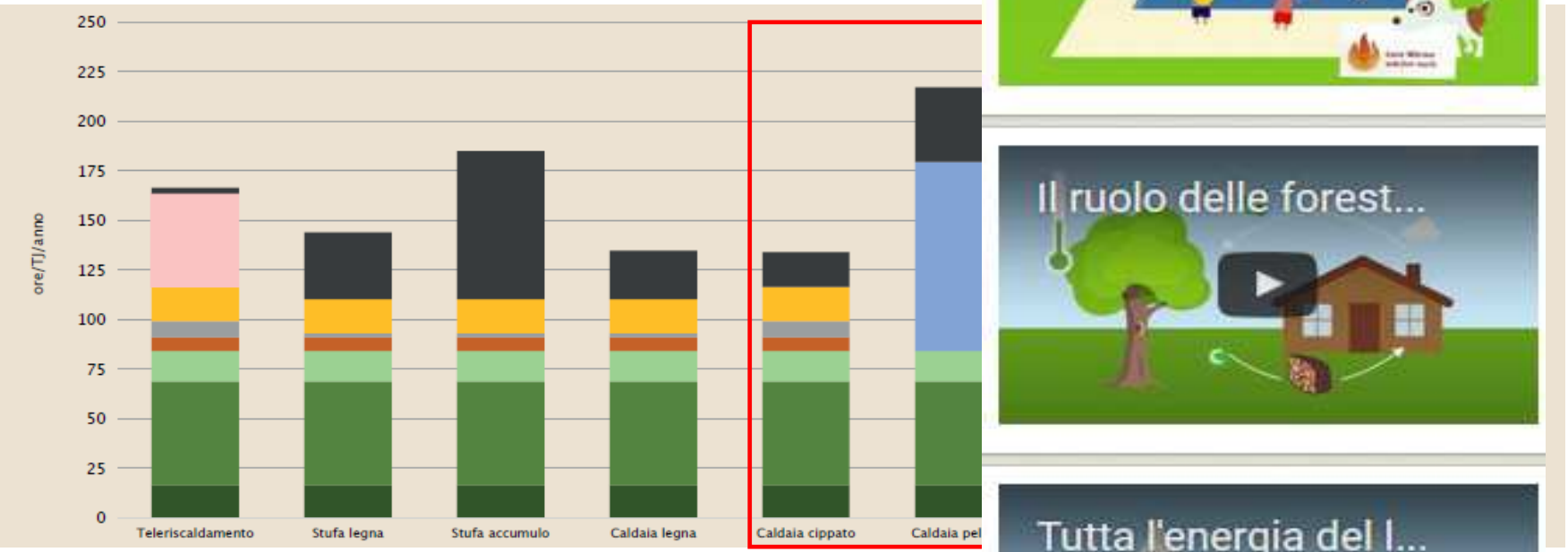
→ **Usare i risparmi per la riqualificazione energetica degli edifici!**

Cambiamenti climatici: lo sapevate che…

- Il **2015 è stato l'anno in assoluto più caldo per la terra** da quando si è iniziato a misurarne la temperatura!
- La **concentrazione di CO_2** nell'atmosfera ha superato **402 ppm**!
- Al **Polo Nord c'è il disgelo quando solitamente ci sono -30, - 40 °C**
- Entro **i prossimi 40 anni la metà dei 5000 ghiacciai delle Alpi saranno sciolti**
- **Centinaia di milioni di persone in India e Cina** sono in pericolo a causa del sempre più rapido **scioglimento dei ghiacciai dell'Hymmalaya …**
- **Il Clima che cambia costringe milioni di persone a spostarsi e diventare spesso profughi**
- **La principale causa di questi disastri sono le Fonti Fossili di Energia: Gasolio, GPL, Metano**
- **La Danimarca punta al 100% FER e ha vietato l'installazione di nuove caldaie a gasolio!**

La filiera legno-energia crea occupazione

Effetto sull'occupazione regionale, in numero di ore di lavoro bioenergetiche rispetto alle fonti fossili gasolio e gas. (Fonte: el Energy Agency).



1 TJ = 278 MWh = 60 t di pellet, 70 t di legna da ardere , 7

Grazie per l'attenzione e arrivederci a:

Valter Francescato

AIEL – Associazione Italiana Energie Agroforestali

francescato.aiel@cia.it

www.aiel.cia.it

www.energiadallegno.it

ITALIA LEGNO ENERGIA dal Bosco al Camino

24 - 26 Marzo 2017, AREZZO

www.italialegnoenergia.it