Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

ARPA

4° Riunione esperti inventari locali delle emissioni in atmosfera

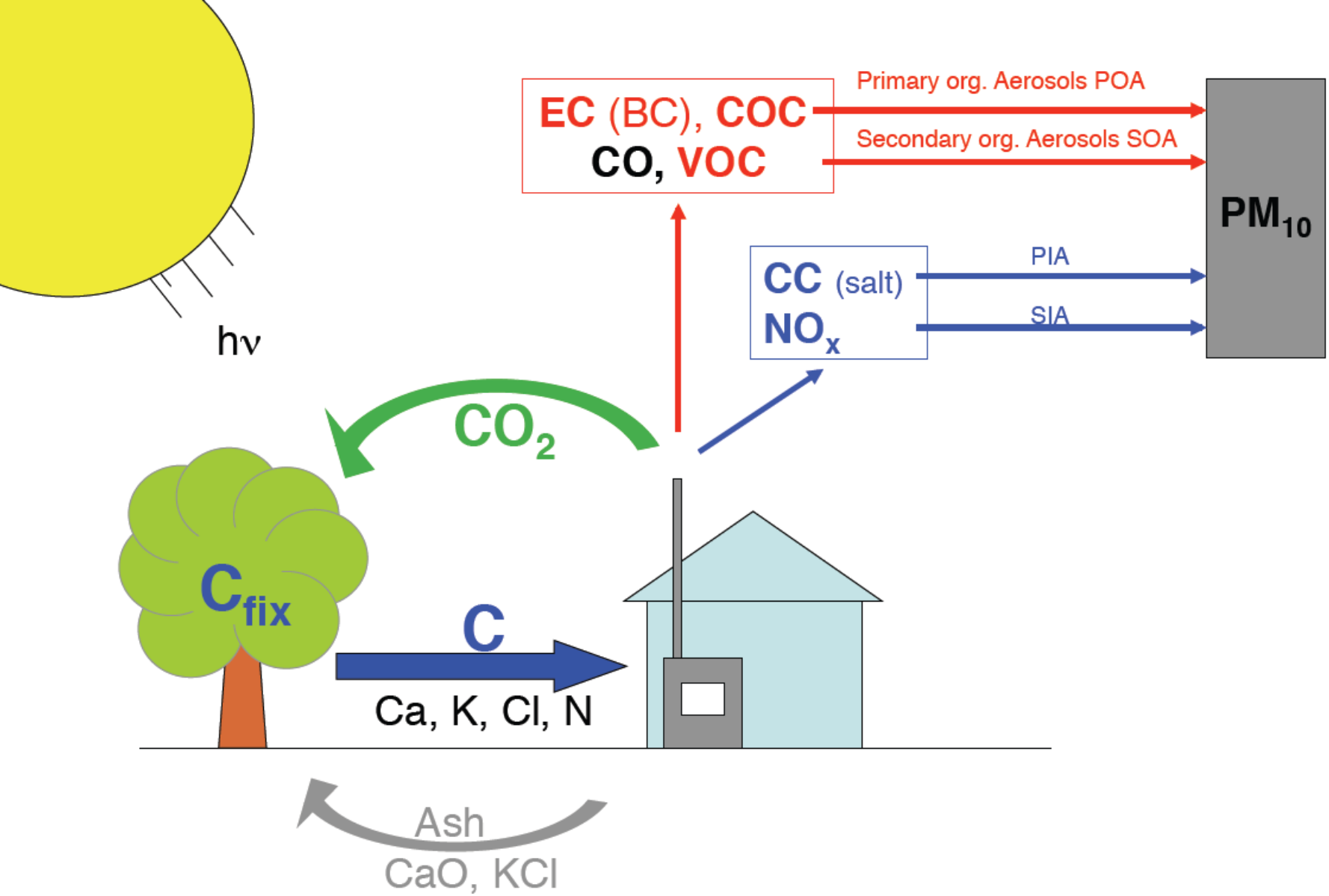
Fattori di emissione dai piccoli impianti a legna

Stefano Caserini

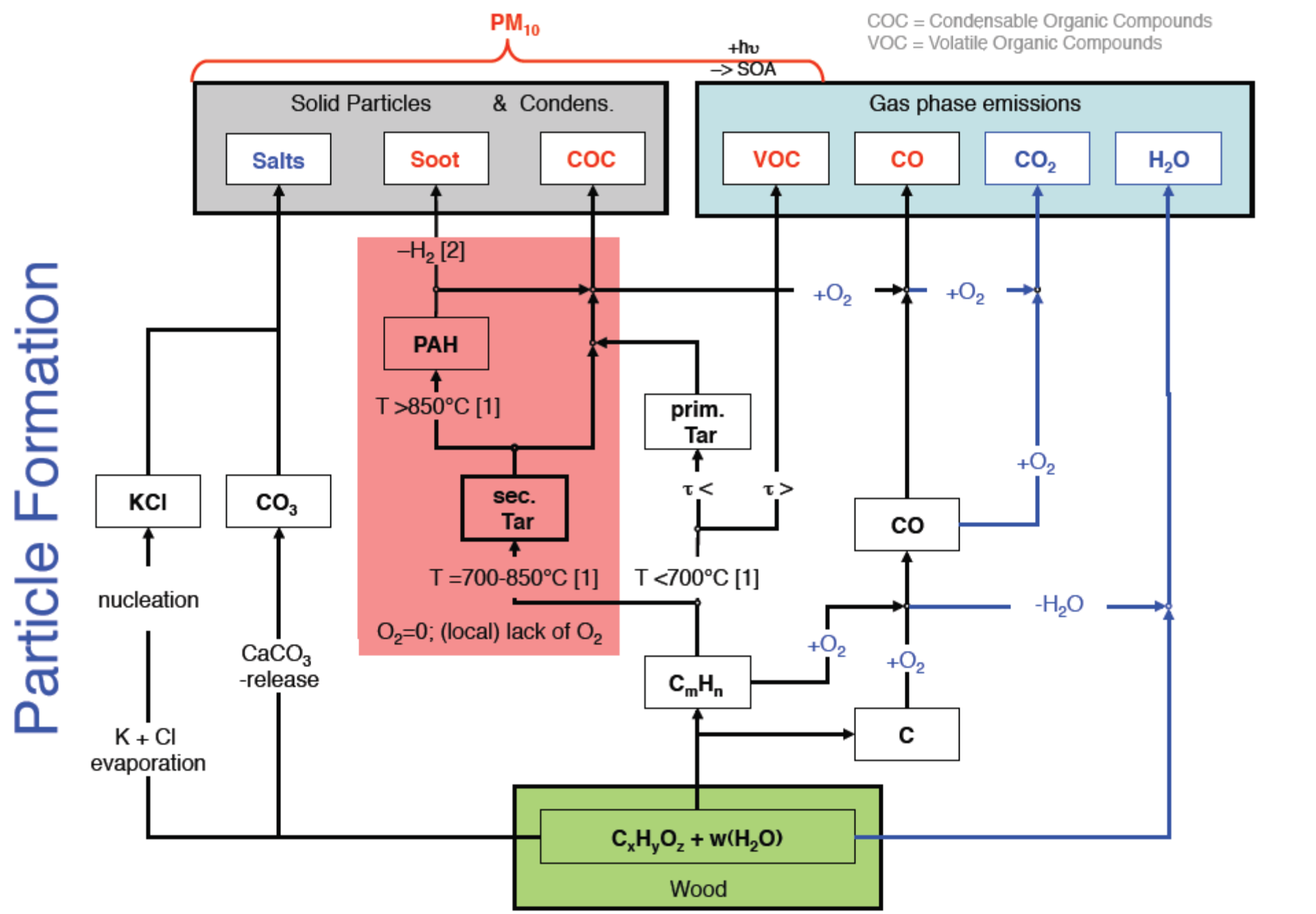
ARPA Lombardia

Le figure e i dati della presentazione sono tratti dai seguenti documenti:

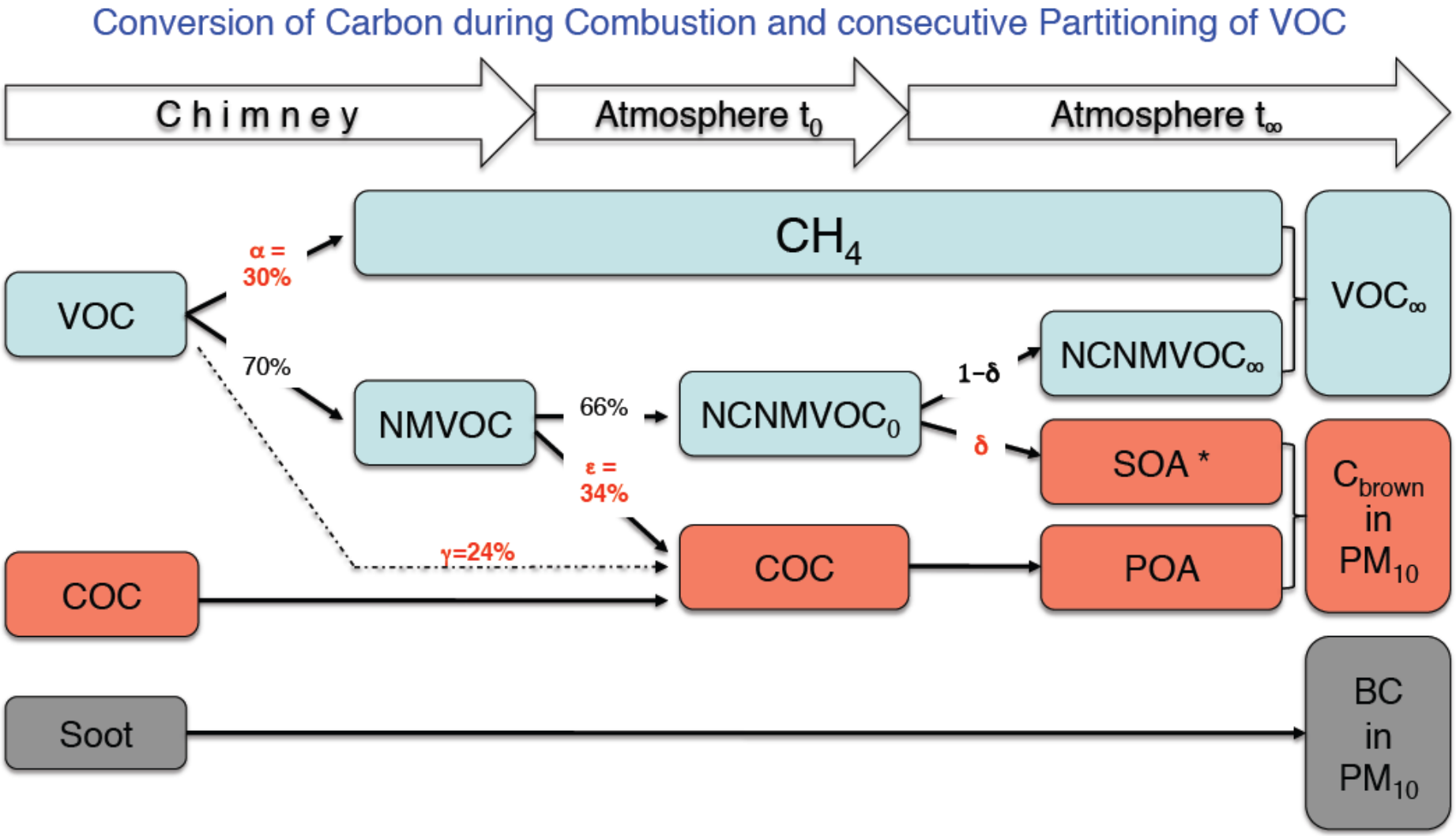
- Nussbaumer T. (2010) *Overview on Technologies for Biomass Combustion and Emission Levels on Particulate Matter (PM).* Report for The Federal Office for the Environment FOEN and the Expert Group on Techno-Economic Issues EGTEI Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution CLRTAP. 2 May 2010 (Draft Version)
- Nussbaumer T. (2010) *Overview on Technologies for Biomass Combustion and Emission Levels on Particulate Matter (PM).* Presentazione all'Expert Group on Techno-Economic Issues, EGTEI, Meeting Zurich 3.2.10, Verenum, Zurich - Lucerne University of Applied Sciences, Horw.
- *Options for limit values for emissions of dust from small combustion installations < 50 MWth*. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Subgroup on Small Combustion Installations under EGTEI Final Draft 10.05.2010
- Emission inventory Guidebook (2009) 1.A.4 Small combustion
- Pastorello C. et al. (2011) *Relevance of residential wood combustion data to local emission inventory*. Submitted to Atmospheric Environment



Thomas Nussbaumer (2010) Overview on Technologies for Biomass Combustion and Emission Levels on Particulate Matter (PM). Presentazione all'Expert Group on Techno-Economic Issues, EGTEI, Meeting Zurich 3.2.10, Verenum, Zurich - Lucerne University of Applied Sciences, Horw.



T. Nussbaumer (2010) cit.

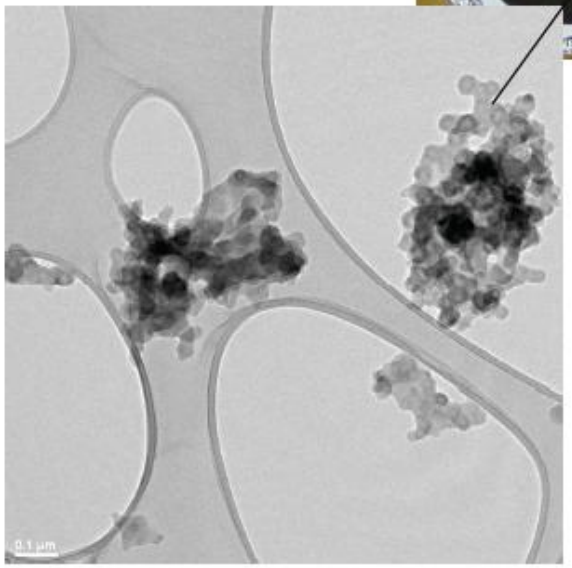


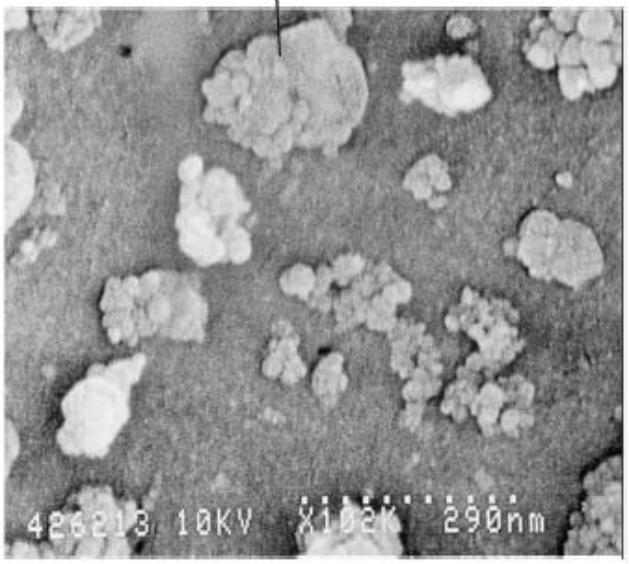
T. Nussbaumer (2010) cit.

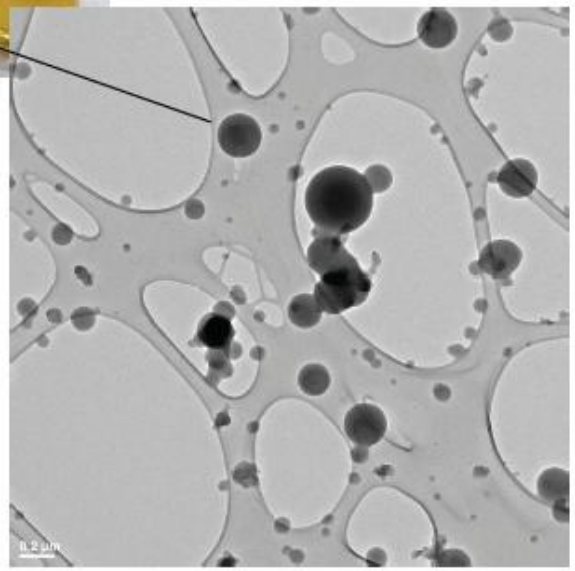
Particle Types

Composti organici condensabili

Soot **Salt** **COC** ('Tar')







Piccoli grappoli di sfere

T. Nussbaumer (2010) cit.

Particle Properties

	Flaming Combustion			Pyrolysis
	lack of O_2 in the flame	– Mix –	T and O_2 good	T low at start or high O_2 O_2 lack gas. or fl. ext.
View				
PM	**Soot**	Salts + Soot	**Salts**	**COC**
Composition	EC / BC chemical / optical C/H > 6...8	↔	CC + Minerals carbonate C + inorg. M	OC = TC–EC–CC C/H < 2
Colour	black	grey	white	brown I none
Health effect		↔	–	
Climate effect	absorbs light and heats atmosphere*	↔	scatters light and cools surface	weakly absorbs and scatters

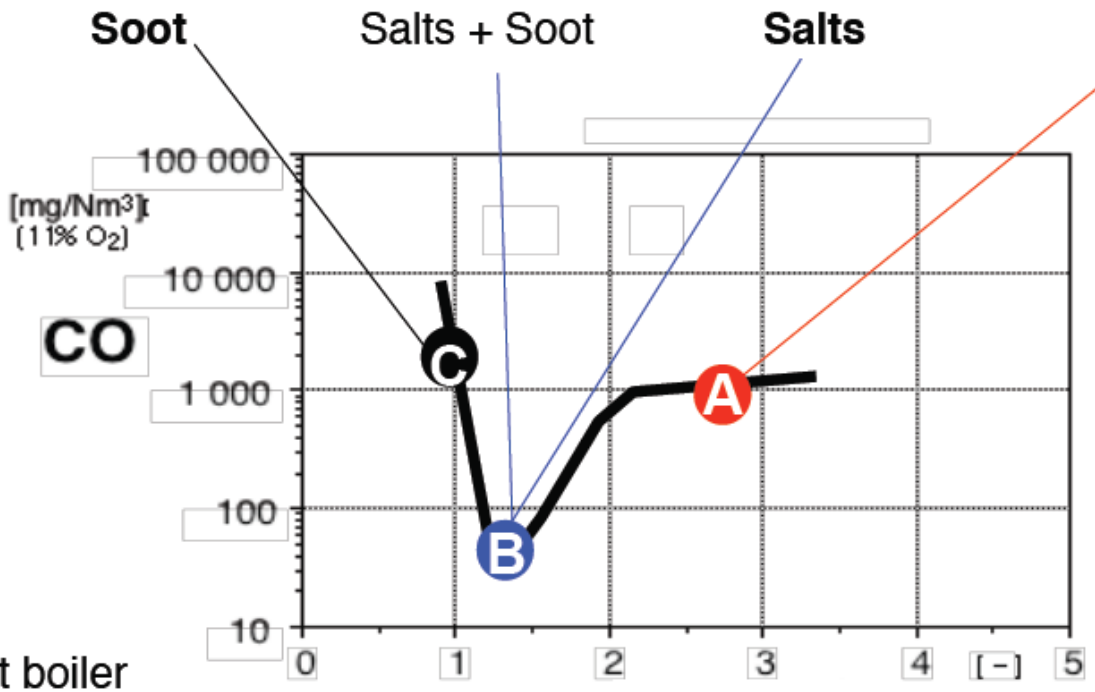
Verenum

* [T. Bond, Testimony, US House of Repr. 10.18.07]: BC = 2000 x CO_2 for 20 y
[ICCT, June 2009]: BC responsible of 0.34 Wm^{-2} of total 1.6 Wm^{-2}

T. Nussbaumer (2010) cit.

Particle Properties

Flaming Combustion			Pyrolysis
lack of O_2 in the flame	– Mix –	T and O_2 good	T low at start or high O_2 O_2 lack gas. or fl. ext.
			



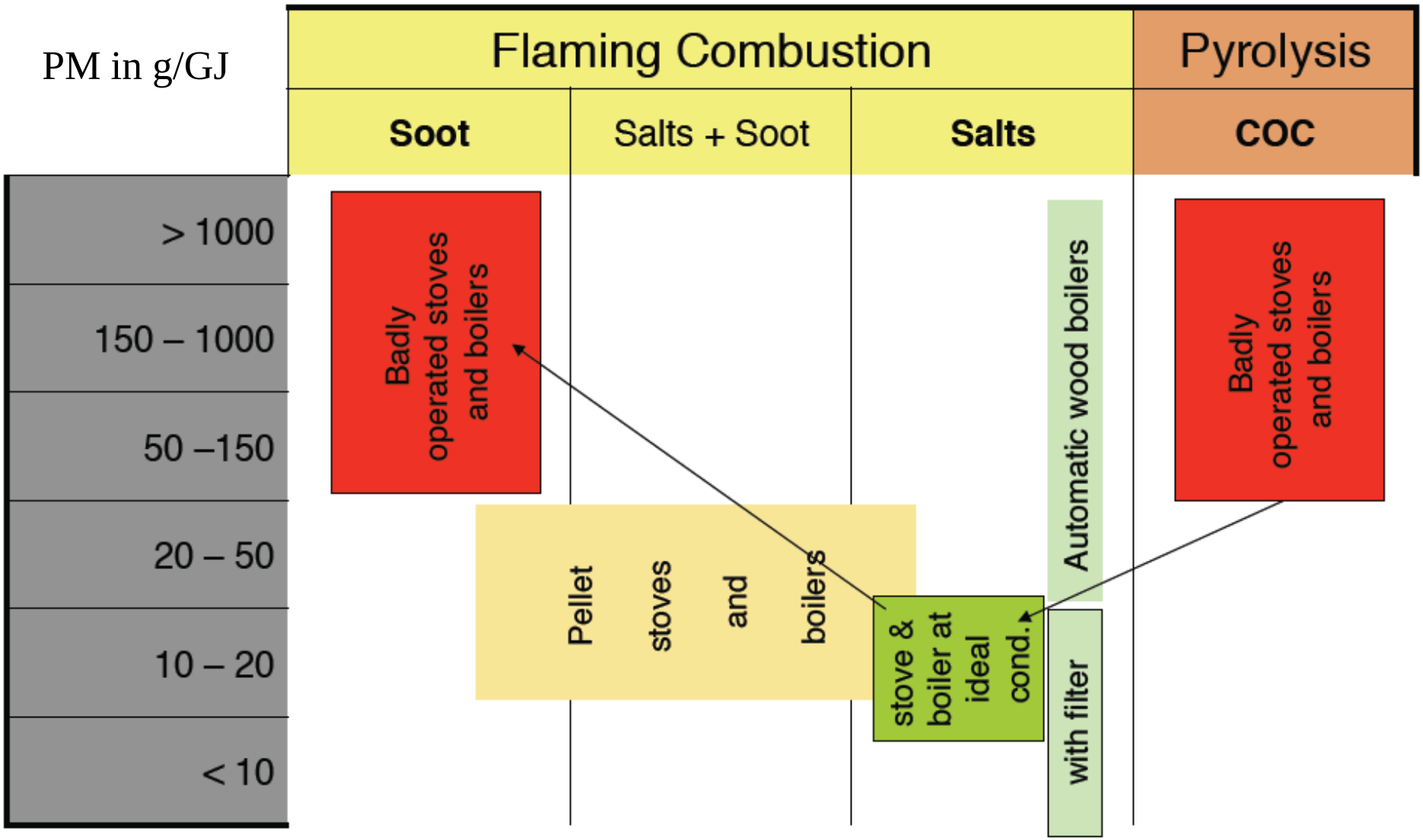
Example of pellet boiler

[A. Lauber & T. Nussbaumer, ETH Conf. 2009;
T. Nussbaumer, *Energy & Fuels 2003, 17*]

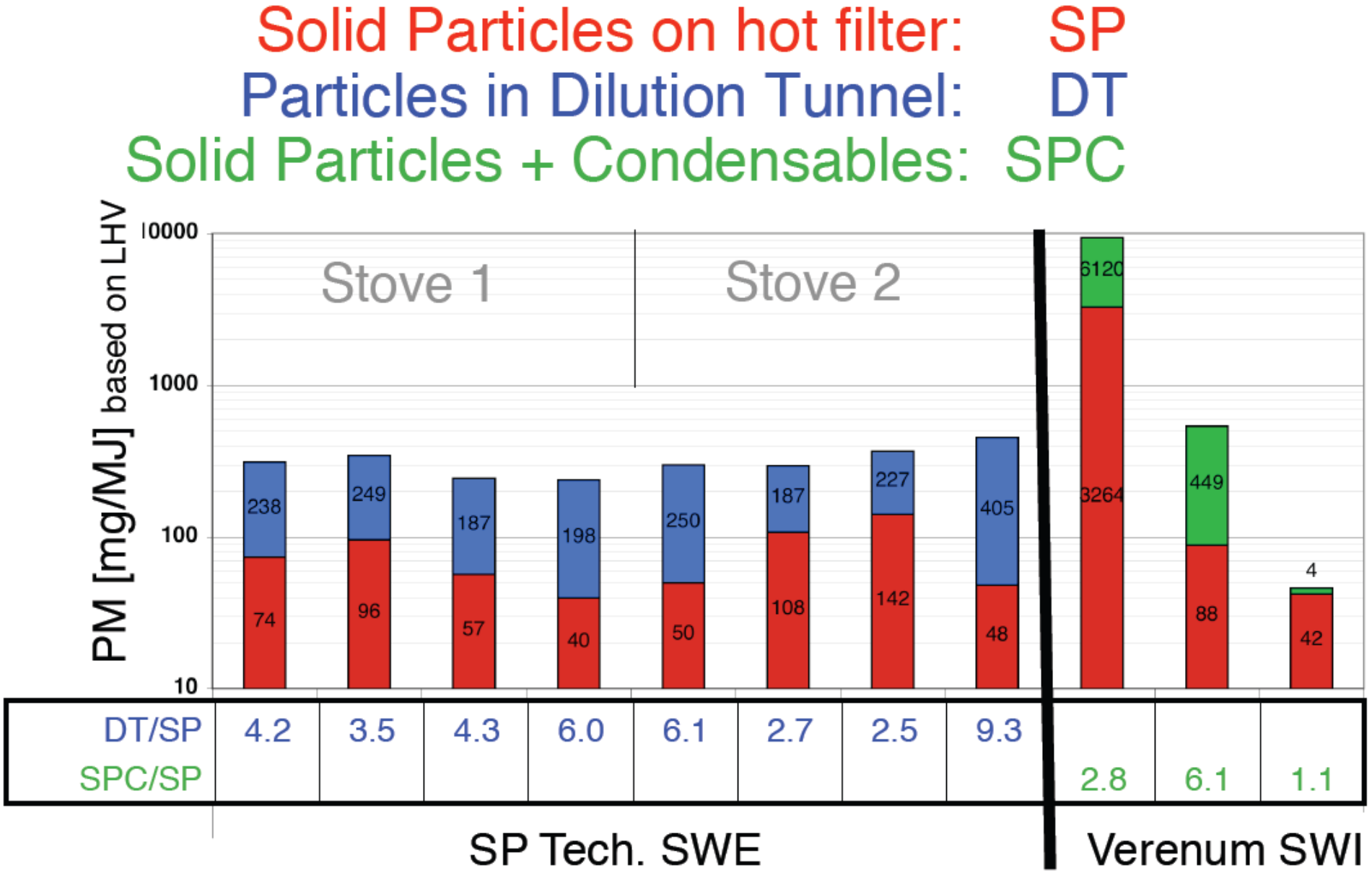
Verenum

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

Particle Properties



T. Nussbaumer (2010) cit.



T. Nussbaumer (2010) cit.

Table 3-6 Tier 1 emission factors for NFR source category 1.A.4.b, using biomass

Tier 1 default emission factors					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.4.b.i	Residential plants			
Fuel	Biomass				
Not applicable	Aldrin, Chlordane, Chlordecone, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Heptabromo-biphenyl, Mirex, Toxaphene, HCH, DDT, PCP, SCCP				
Not estimated	Total 4 PAHs				
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Reference
			Lower	Upper	
NOx	74.5	g/GJ	30	150	EMEP/CORINAIR B216
CO	5300	g/GJ	4000	6500	EMEP/CORINAIR B216
NMVOC	925	g/GJ	400	1500	EMEP/CORINAIR B216
SOx	20	g/GJ	10	30	EMEP/CORINAIR B216
NH3	3.8	g/GJ	3.04	14	EMEP/CORINAIR B216
TSP	730	g/GJ	500	1260	EMEP/CORINAIR B216
PM10	695	g/GJ	475	1200	EMEP/CORINAIR B216
PM2.5	695	g/GJ	475	1190	EMEP/CORINAIR B216
Pb	40	mg/GJ	10	60	EMEP/CORINAIR B216
Cd	1.4	mg/GJ	0.1	2.5	EMEP/CORINAIR B216
Hg	0.5	mg/GJ	0.2	0.6	EMEP/CORINAIR B216
As	1	mg/GJ	0.3	2.5	EMEP/CORINAIR B216
Cr	2.9	mg/GJ	1	10	EMEP/CORINAIR B216
Cu	8.6	mg/GJ	0.5	11.2	EMEP/CORINAIR B216
Ni	4.4	mg/GJ	1	250	EMEP/CORINAIR B216
Se	0.5	mg/GJ	0.25	0.75	EMEP/CORINAIR B216
Zn	130	mg/GJ	60	250	EMEP/CORINAIR B216
PCB	0.06	mg/GJ	0.012	0.3	Kakareka et. al (2004)
PCDD/F	700	ng I-TEQ/GJ	500	1000	EMEP/CORINAIR B216
Benzo(a)pyrene	210	mg/GJ	130	300	EMEP/CORINAIR B216

Fattori di emissione dalla combustione della legna

	Consumo di legna (2007-2008)		F.E. PM10	Emissioni PM10 (2007-2008)
	kt/y	TJ/y	g/GJ	t/y
Camino aperto	309	3.958	500	1.979
Stuf tradizionale	382	4.770	250	1.193
Camino chiuso e inserto	687	8.582	250	2.145
Stufa ad alta efficienza	47	587	150	88
Impianto automatico a pelletes	122	1.517	70	106
Totale legna	*1.547*	*19.414*		*5.511*

Fattori di emissione dalla combustione della legna

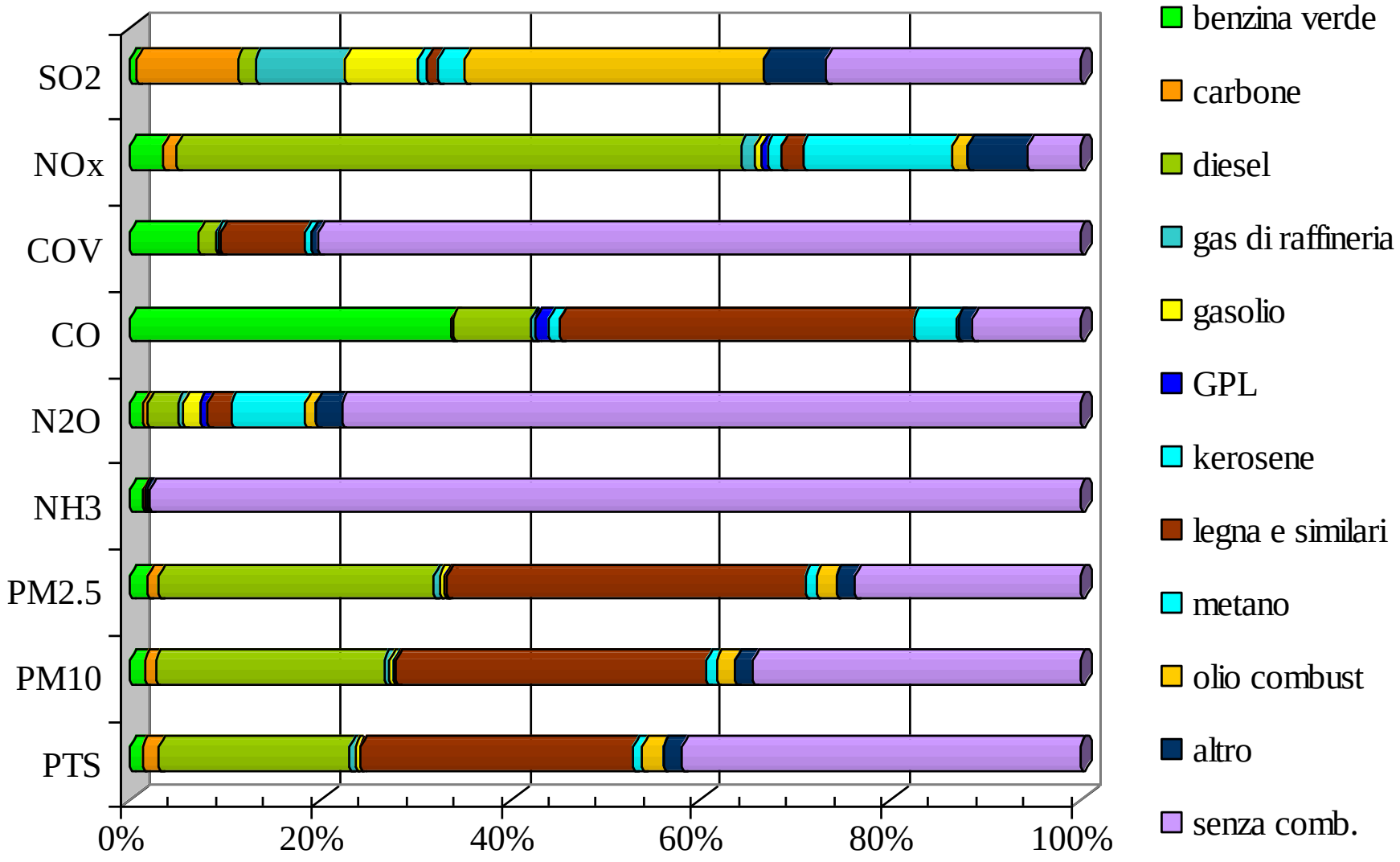
considerando tutto il particolato condensabile (misure "a freddo")
e in qualche caso condizioni effettive di conduzione degli impianti

	Consumo di legna (2007-2008)		**F.E. PM10**	**FE PM10 (AEIG 2009)**	**Emissioni PM10 (2007-2008)**	**Emissioni PM10 (con nuovi FE AEIG 2009)**
	kt/y	**TJ/y**	**g/GJ**	**g/GJ**	**t/y**	**t/y**
Camino aperto	309	3.958	500	860	1.979	3.404
Stufa tradizionale	382	4.770	250	810	1.193	3.864
Camino chiuso e inserto	687	8.582	250	450	2.145	3.862
Stufa ad alta efficienza	47	587	150	240	88	141
Impianto automatico a pelletes	122	1.517	70	76	106	115
Totale legna	*1.547*	*19.414*			*5.511*	*11.386*

L'adozione di questi fattori di emissione comporta una stima di PM10 primario in Lombardia di circa 11.000 t/anno, contro le 5.500 stimate nell'inventario 2005. La legna verrebbe a rappresentare il 75 % delle emissioni di PM10 dalle altre sorgenti (legna esclusa) nel 2008.

Emissioni in Lombardia nel 2008

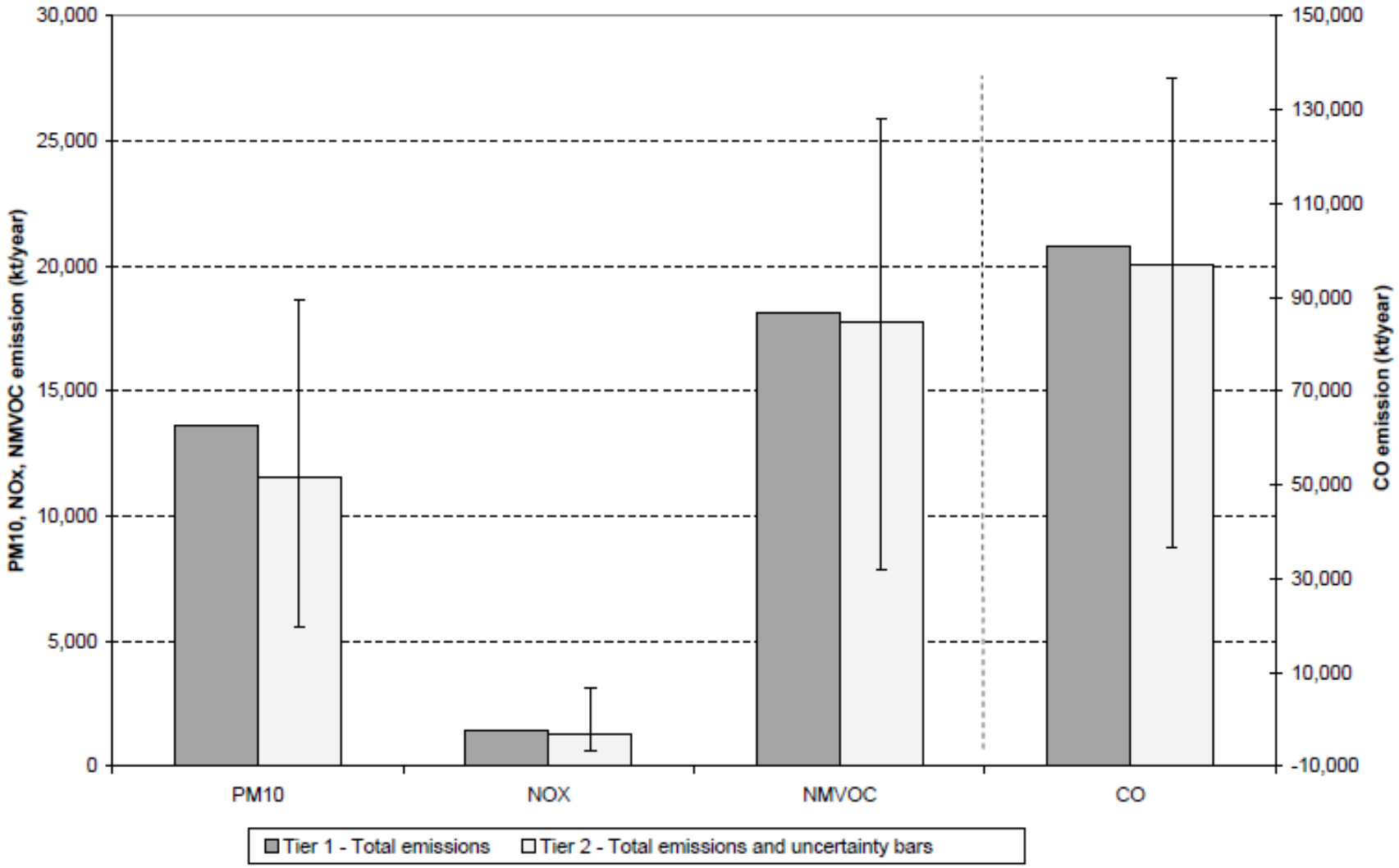
www.inemar.eu



		Wood Use	PM10	NO_X	NMVOC	CO
		kt year^{-1}	g GJ^{-1}			
Tier 1	Average	**1570**	**695**	**74.5**	**925**	**5,3001**
Tier 2 – average	Open fireplace	309	860	50	1,300	6,000
	Traditional stove	382	810	50	1,200	6,000
	Closed fireplace	687	450	70	750	5,100
	Innovative stove	47	240	90	250	3,000
	Pellets stove	122	76	90	20	500
	Wood oven	8	810	50	1,200	6,000
	Barbecue	16	860	50	1,300	6,000
Tier 2 - minimum	Open fireplace	259	516	30	780	4,000
	Traditional stove	327	486	30	720	4,000
	Closed fireplace	594	230	40	300	1,780
	Innovative stove	35	66	50	20	300
	Pellets stove	94	66	50	10	300
	Wood oven	5	486	30	720	4,000
	Barbecue	11	516	30	780	4,000
Tier 2 - maximum	Open fireplace	358	1,200	70	1,500	6,500
	Traditional stove	436	1,130	150	1,500	6,500
	Closed fireplace	779	600	150	900	5,600
	Innovative stove	59	250	150	500	5,000
	Pellets stove	149	240	150	500	5,000
	Wood oven	11	1,130	150	1,500	6,500
	Barbecue	22	1,200	70	1,500	6,500

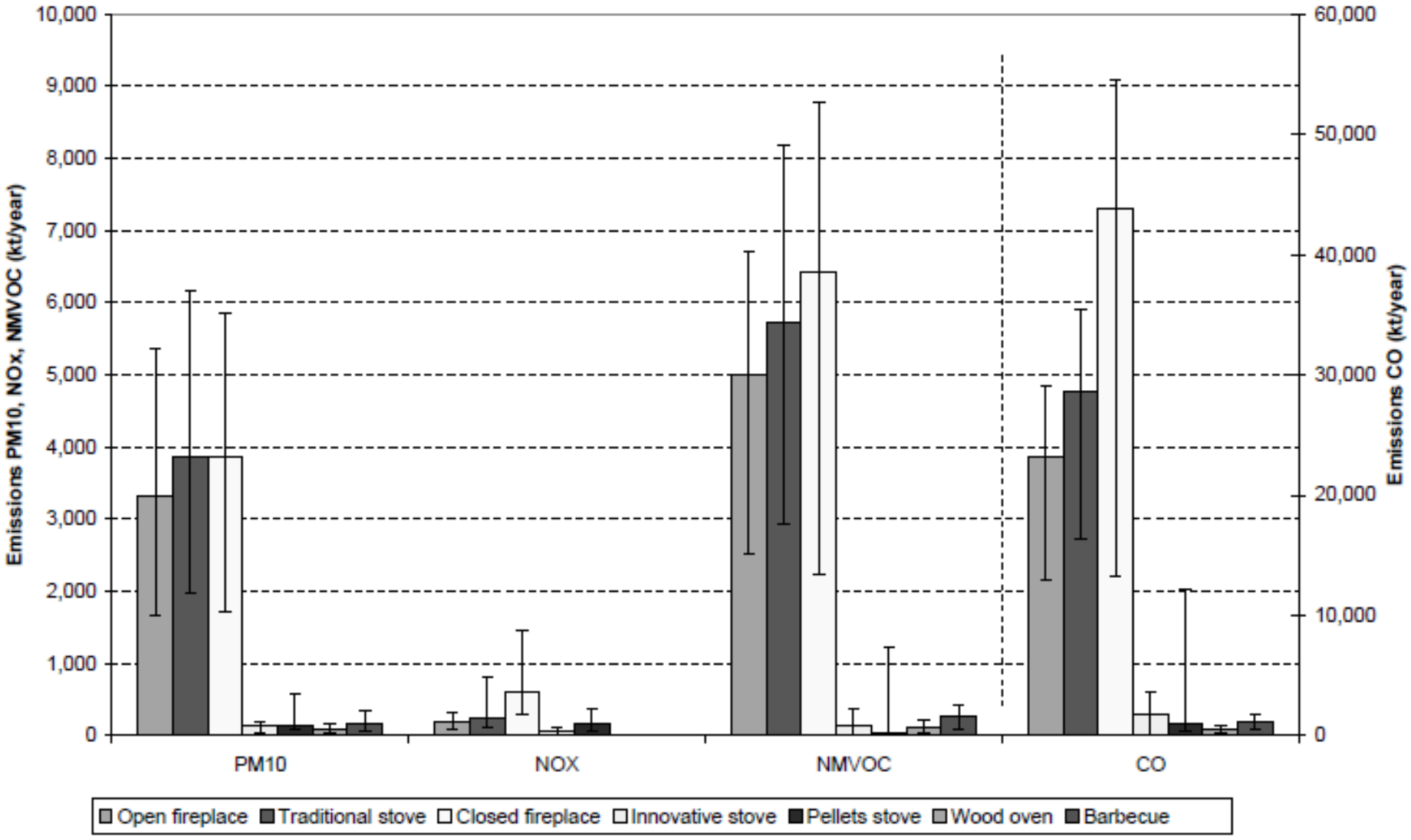
Fonte:
Pastorello et al., 2011

Emissioni dalla combustione domestica della legna in Lombardia



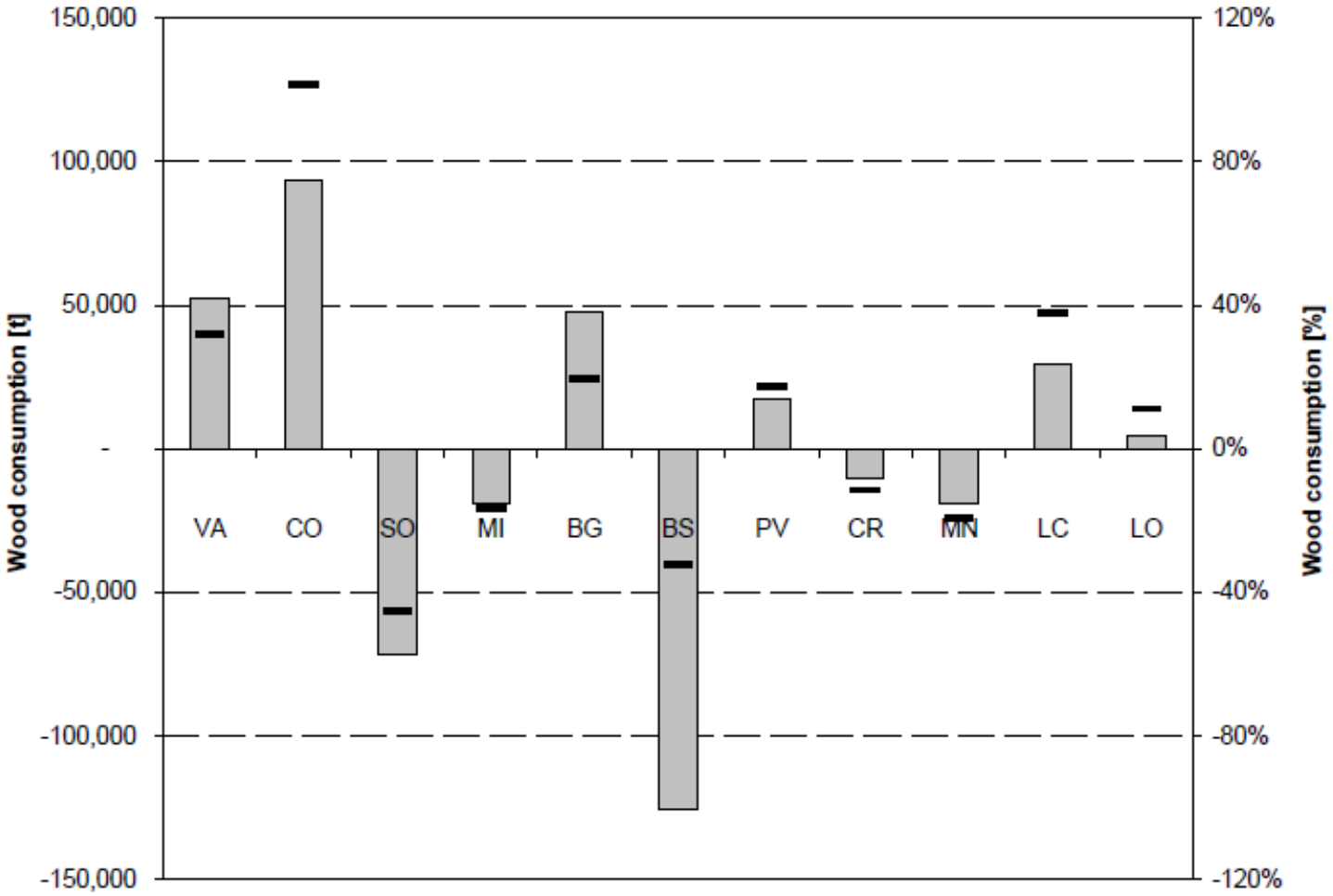
Fonte: Pastorello et al., 2011

Emissioni dalla combustione domestica della legna in Lombardia



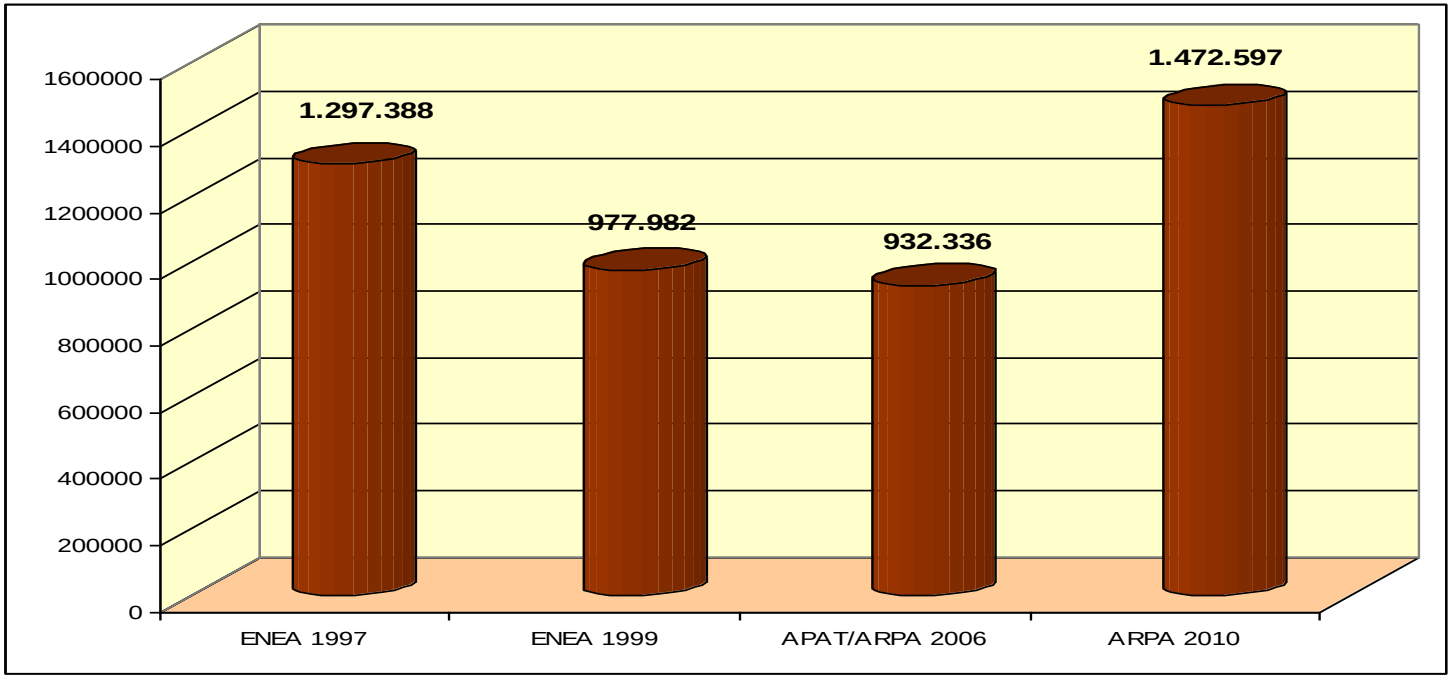
Fonte: Pastorello et al., 2011

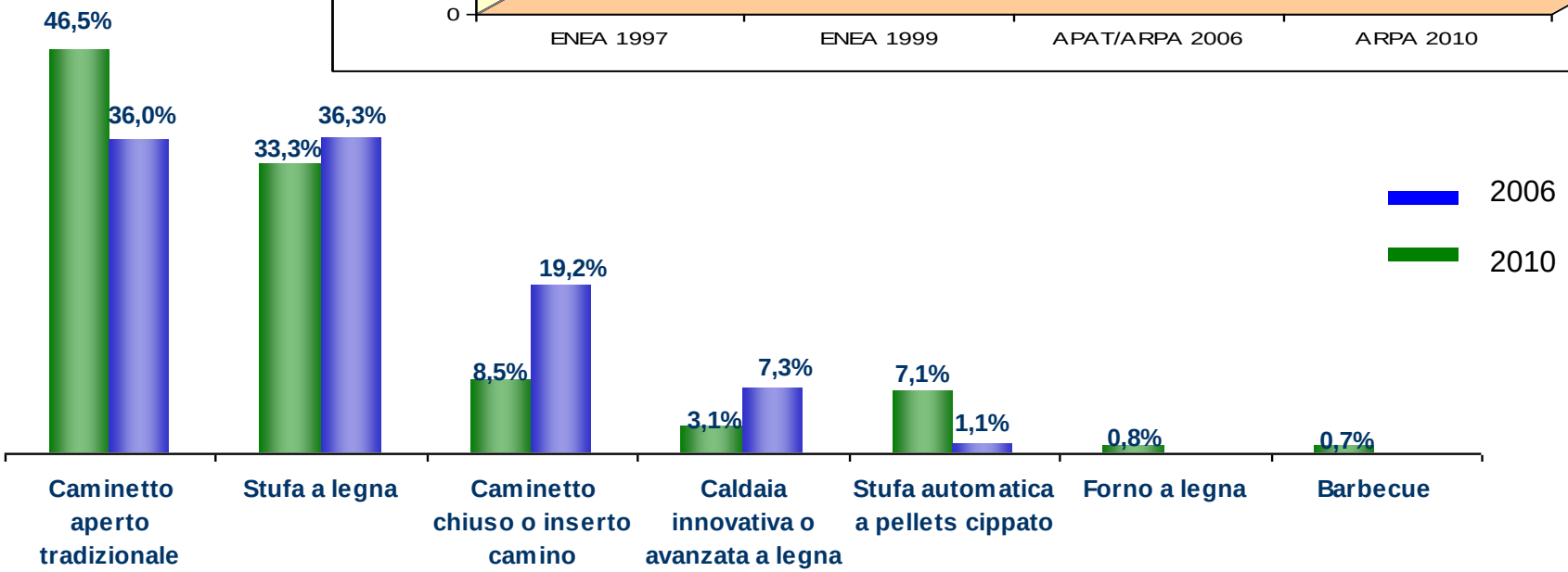
Differenza nei consumi di legna a livello provinciale nella stima 2005/2006 (rispetto alla stima 2007/2008) e la stima 2007/2008, in valori assoluti (barre) and in percentuale (linee)



Fonte: Pastorello et al., 2011

Indagine consumo di Legna in Emilia Romagna





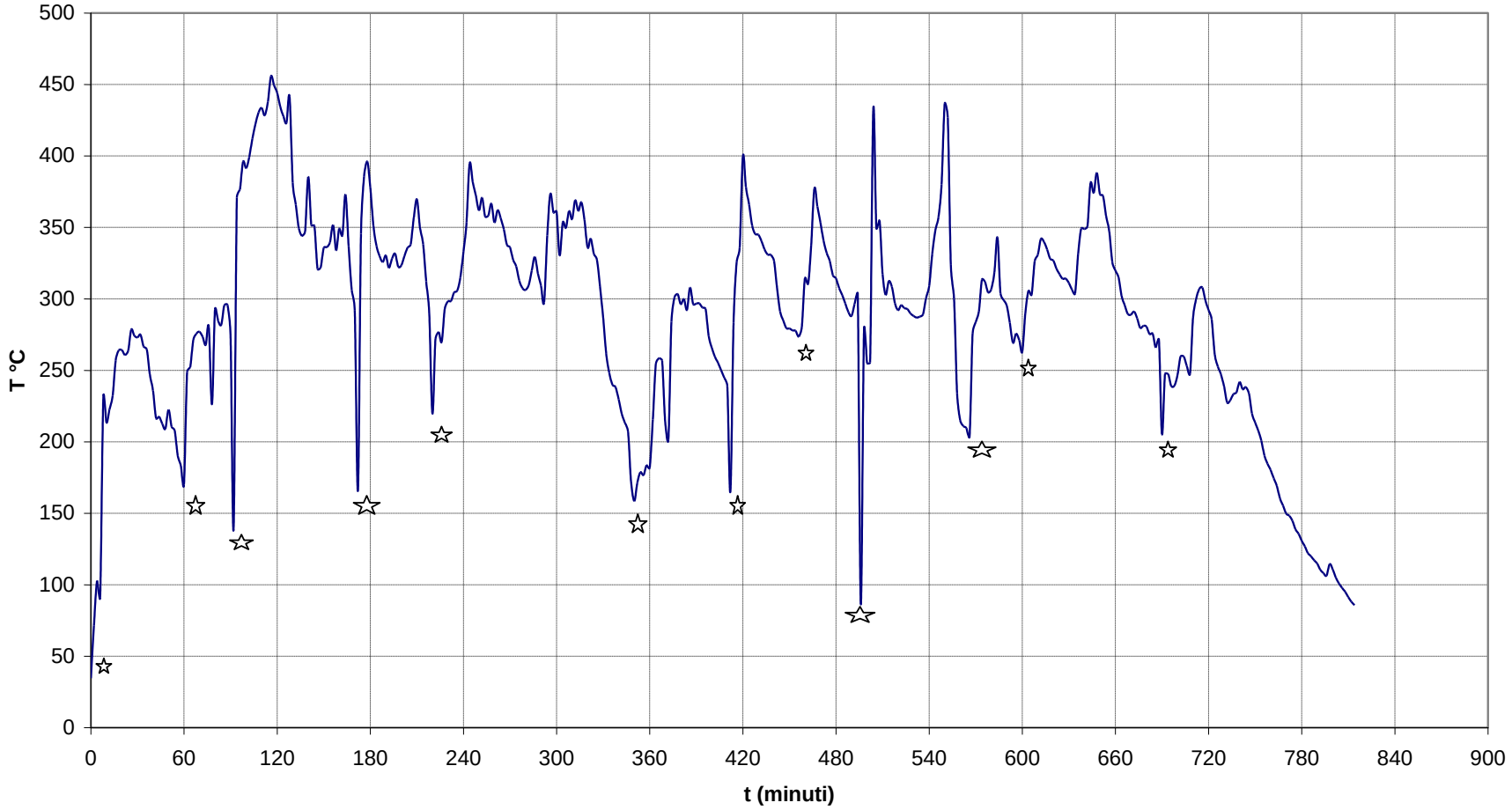
DEFINIZIONE SPERIMENTALE DEI FATTORI DI EMISSIONE MEDI DALLA COMBUSTIONE DOMESTICA DI LEGNA IN ITALIA

- MATTM
- ENEA Bologna
- ARPA Lombardia
- Stazione Sperimentale dei combustibili
- Politecnico di Milano - DIIAR

Circa 60 misure in 6 tipi di apparecchi e 5 tipi di legna, anche in condizioni effettive di funzionamento

Risultati attesi per la fine del 2011

È necessario valutare le modalità di utilizzo effettivo degli apparecchi. Analisi statistica di circa un centinaio di cicli “reali” di combustione in circa 15 apparecchi.



Frequenza media di carico: 60-80 minuti

Fonte: Galante S.(2011) DIIAR, Politecnico di Milano

Visual smoke check

9311 7166 775

CO value in mg/Nm3

Fumo = polveri fini
Ispezioni solo in caso di segnalazioni e lamentele da parte di vicini
Controllo di fumosità e CO

Angelo Papis (Cantone di Zurigo) Wood firing inspection. Presentazione all'EGTEI Working group meeting on SCI, Zürich, 26 März 2010

Il Gruppo di Lavoro sulle Strategie e di Valutazione (Working Group on Strategies and Review - WGS&R), che costituisce il principale organo di negoziazione della Convenzione LRTAP.

Supporta l'Organo Esecutivo nelle questioni di orientamento politico, inclusa la valutazione scientifica e attività tecniche relative alla preparazione e revisione di protocolli.

Il gruppo di lavoro è diviso in alcuni gruppi dedicati a temi particolari (es. Ammoniaca, Particolato) fra cui anche un gruppo di esperti sulle tecnologie (Expert Group on Techno-Economic Issues, EGTEI).

Il WGSR ha dato mandato all'EGTEI di lavorare sui limiti di emissione dei piccoli impianti di combustione (SCI).
L'EGTEI ha costituito un sottogruppo coordinato dalla Svizzera che dopo 3 incontri ha definito delle proposte di limiti, che saranno valutati dal WGSR.

Options for limit values for emissions of dust from small combustion installations < 50 MWth. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Subgroup on Small Combustion Installations under EGTEI, June 2010

Sono state definite delle proposte di limiti per tre categorie di potenza termica:

< [300] [500] kW [50] [70] [100] kW – 1 MW 1 – 50 MW

Non c'è una sola proposta ma tre valori possibili:

ELV1: massima riduzione possibile: da prendere fra il minimo e il massimo dei livelli definibili come BAT

ELV2: anche se esigente dal punto di vista tecnico, tiene conto dei costi: è il limite superiore delle BAT

ELV3: attuali buone pratiche nei paesi che sono parti della convenzione

EGTEI deciderà i valori da proporre per approvazione nella Convenzione LRTAP

Options for limit values for emissions of dust from small combustion installations < 50 MWth. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Subgroup on Small Combustion Installations under EGTEI, June 2010

Combustion installations with a thermal input < [300] [500] kW

	Suggested ELV for dust (mg/m_n^3)		
	ELV 1[10]	ELV 2[11]	ELV 3[12]
open / closed fireplaces	40	75	110
wood stoves	40	75	110
log wood boilers (with heat storage tank)	20	40	110
pellet stoves and boilers	20	40	110
Automatic combustion plant	20	60	110

Table 7: Suggested options for limit values for dust emissions released from new small wood combustion installations with a thermal input < [300] [500] kW to be used with product standards

O_2 reference content: 13% [13]

100 mg/m^3 ~ 70 g/GJ

Alcune conclusioni emerse 1/2

- No BAT reference documents (BREF) have been published so far for SCI
- Wide ranges of emission factors are reported for residential wood combustion.
- Emission factors from modern manual wood combustion devices exhibit ranges from less than 20 g/GJ under ideal conditions**, typically 80 to several 100 or even more than 1'000 mg/MJ under poor conditions.**
- For fireplaces and wood stoves, wide ranges are found due to different operation conditions.
- Emission factors of medium and large scale applications mainly depend on secondary particle removal equipment.

Alcune conclusioni emerse 2/2

- **Consequently, high priority should be given to avoiding inappropriate operation of manual wood combustion appliances.**
- **Excessive PM emissions are found during smoldering conditions at reduced load and throttled air supply.**
- **This type of operation needs to be strictly avoided but nevertheless seems to be relevant in practical operation in many countries.**
- For wood boilers, excessive PM emissions are reported for boilers operated **without heat storage tank**.
- This is in line with the observation found for stoves, **since boiler operation for house heating without heat storage tanks often leads to part load combustion.**


FINE