

# **Aspetti Ambientali**

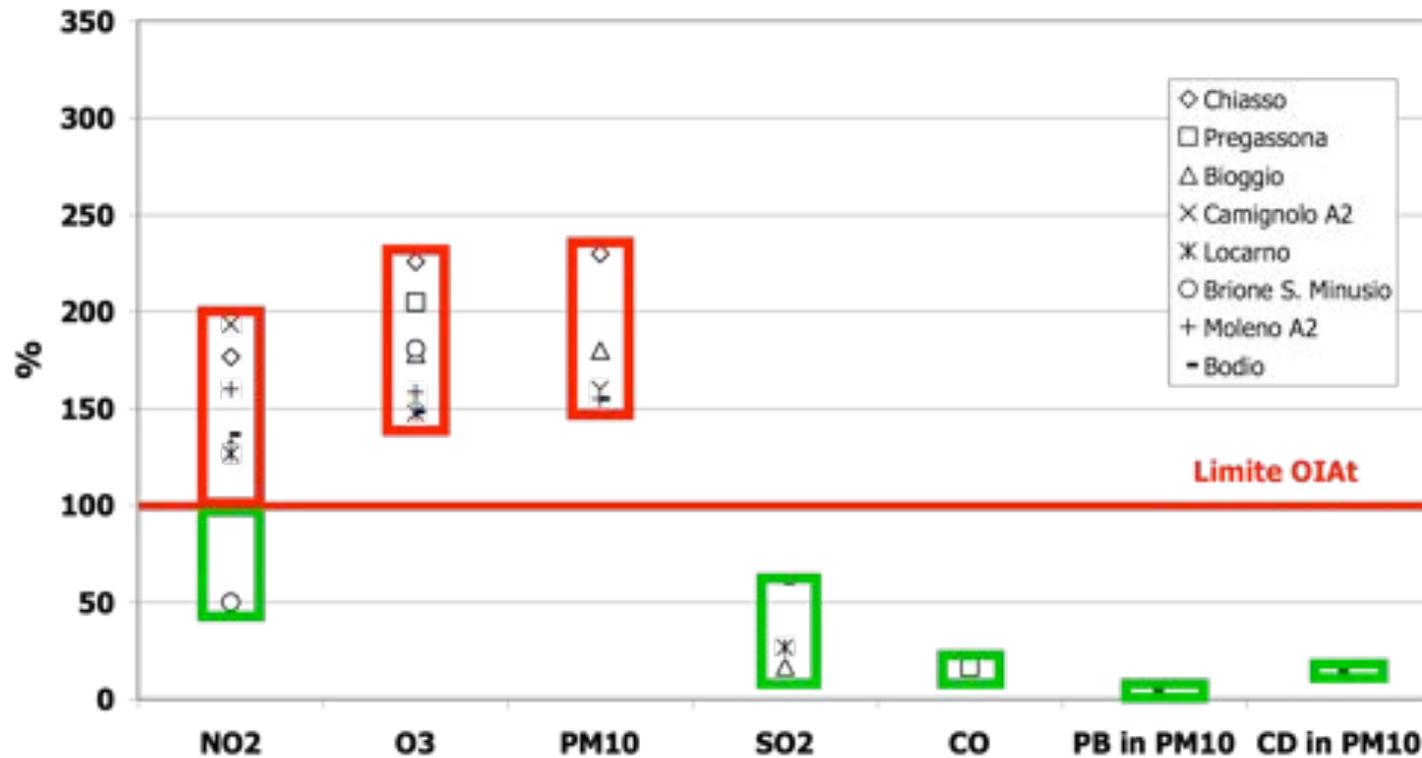
## **Combustione del legno e inquinamento atmosferico**

- **Inquinamento atmosferico**
- **Limiti d'emissione**
- **Tecniche di depurazione dei fumi**
- **Prospettive future**

Luca Colombo, ufficio protezione aria, Dipartimento del Territorio, Bellinzona

# Lo stato dell'aria in Ticino - 2005

Carico inquinante in Ticino nel 2005 rispetto ai limiti d'immissione

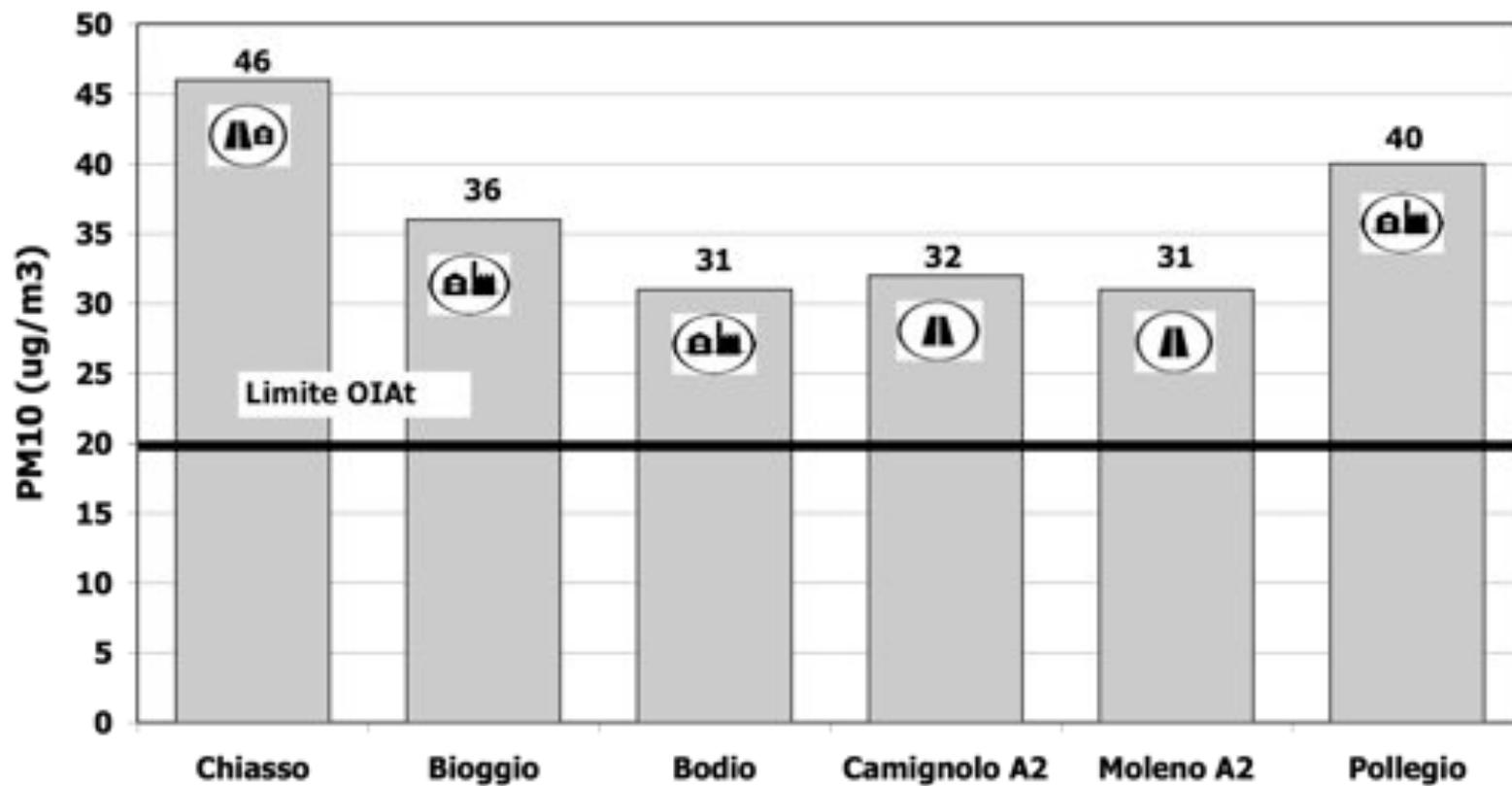


Limiti OIAt ancora superati per NO<sub>2</sub>, Ozono, PM<sub>10</sub>

SUPSI

# Polveri sottili - PM10 andamento annuale

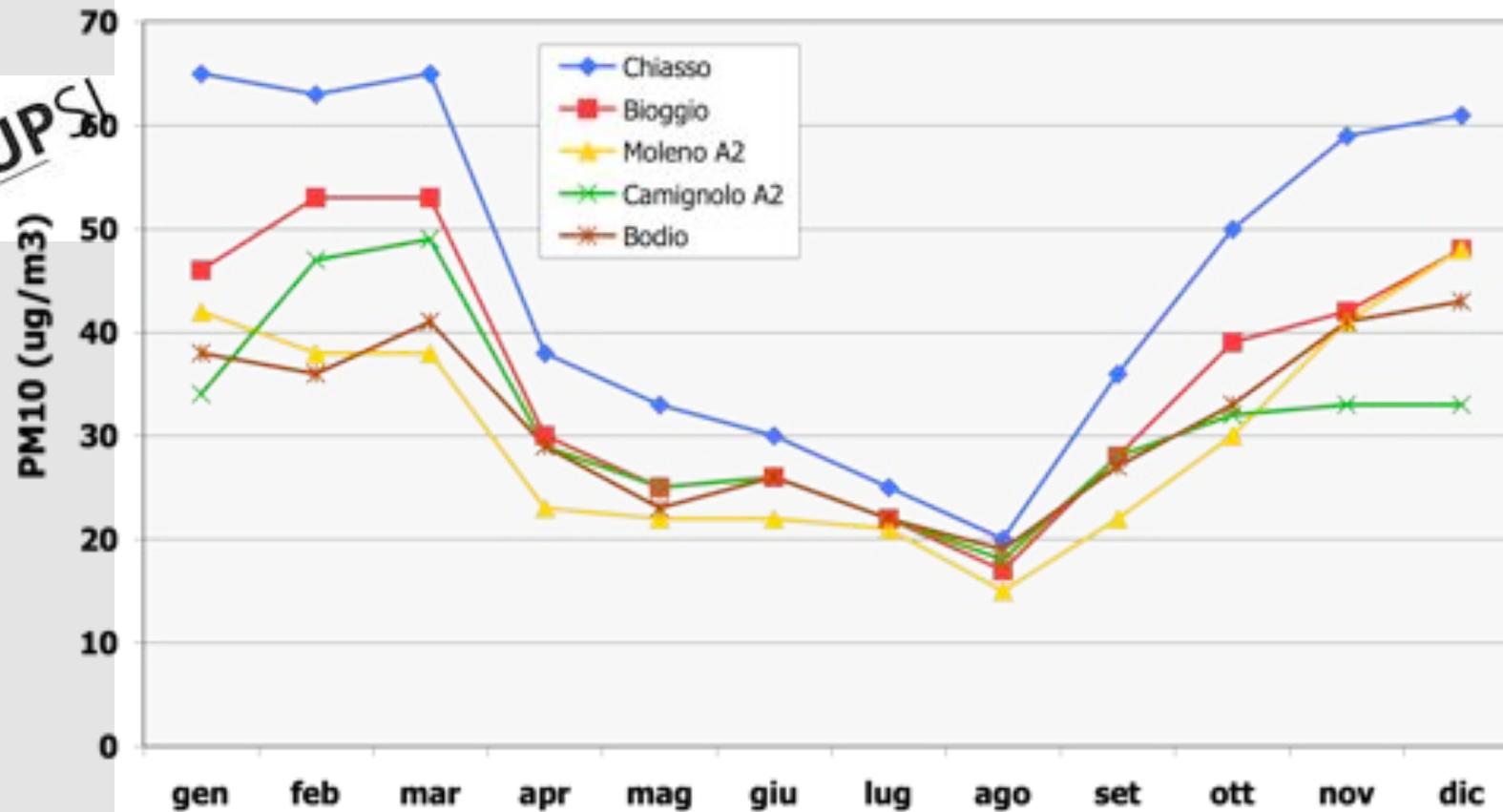
Medie annue di polveri sottili in sospensione (PM10) in Ticino  
nel 2005



SUPSI

# Polveri sottili - PM10, andamento stagionale

Andamento delle medie mensili di polveri sottili in sospensione (PM10) in Ticino nel 2005



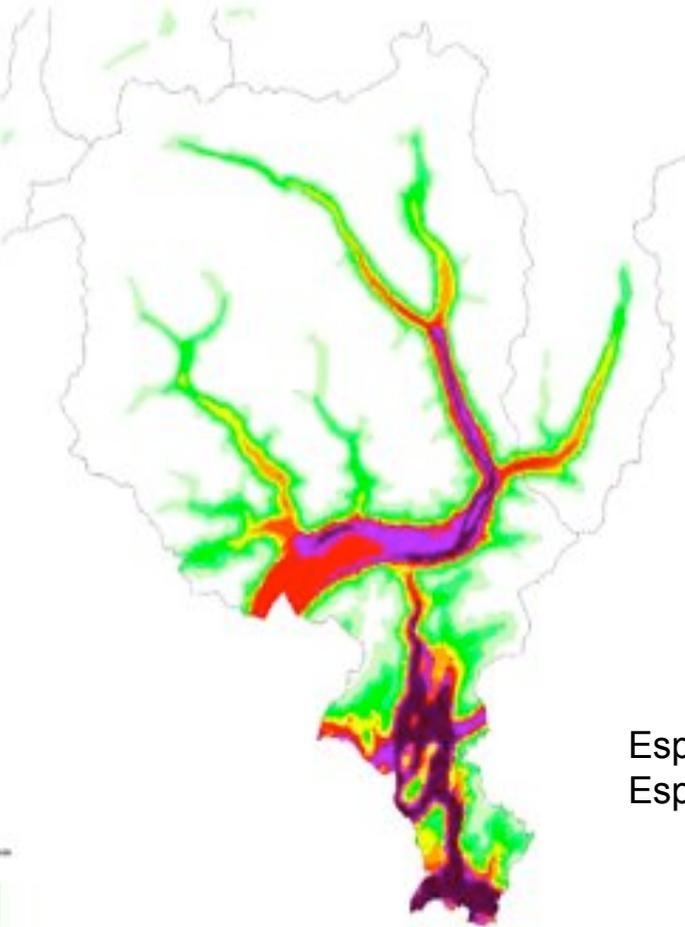
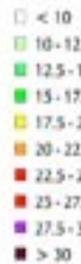
SUPSI

# Situazione generale Immissioni PM10, 2000

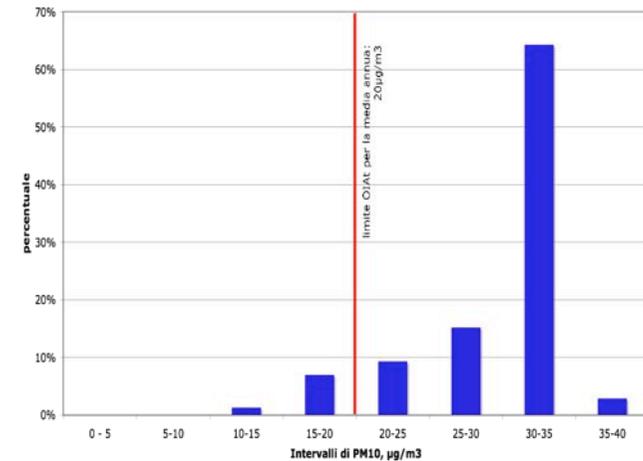
## PM10 concentration in 2000, Ticino area

Annual mean concentration  
Grid cell size 200 m x 200 m

Concentration  
in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Esposizione della popolazione ticinese alle PM10, stato 2000



Esposizione media ponderata in CH:  $\approx 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Esposizione media ponderata in TI:  $\approx 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

SUPSI



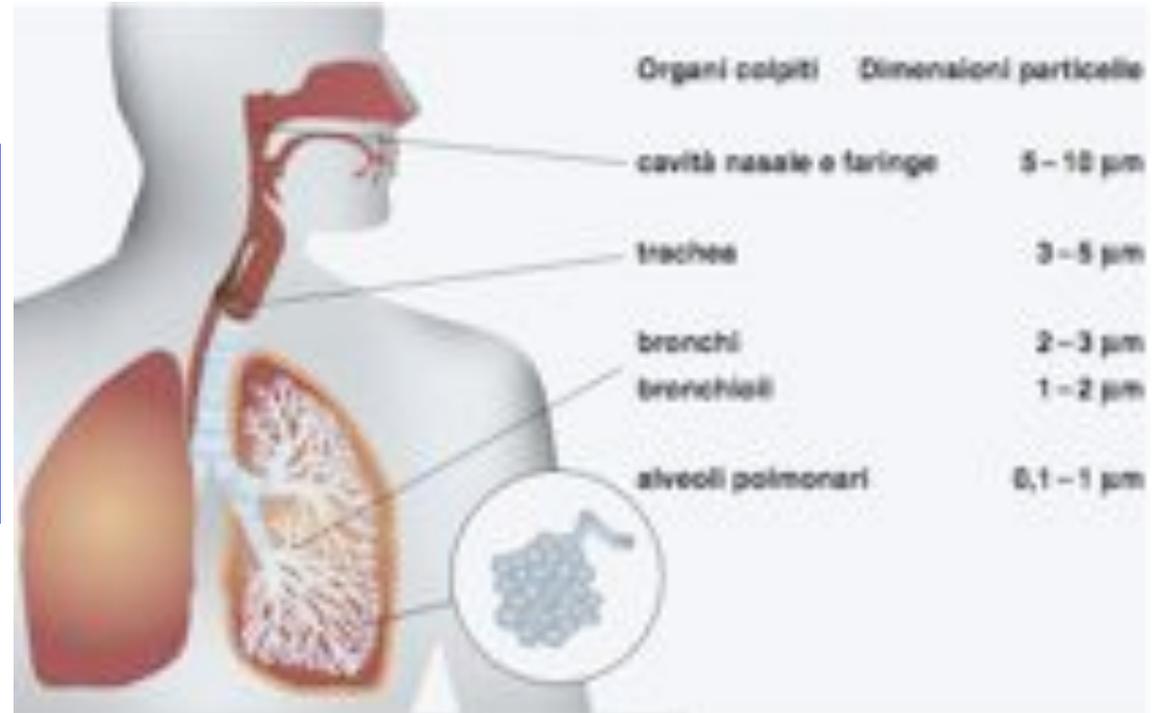
Nome: 23.03.2001

Scale: 0 5 10 km

000001\_ges01\_2001

# Polveri fini, PM10 rilevanza per la salute

SUPSI



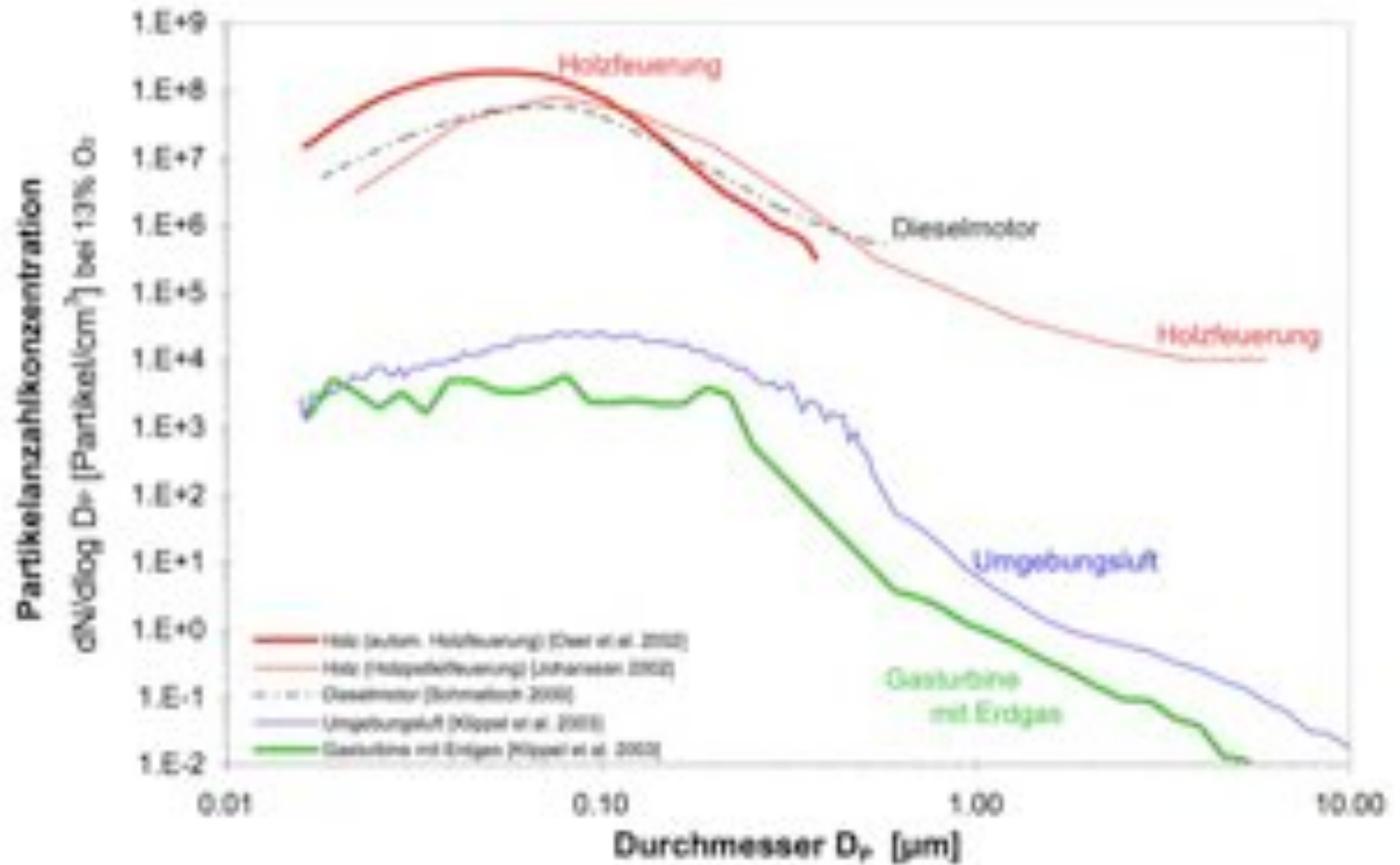
# **Polveri fini, PM10 rilevanza per la salute**

**SUPSI**

- Concentrazione di particelle,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Numero delle particelle
- Dimensione delle particelle
- Composizione chimica delle particelle

# Numero e grandezza delle particelle

SUPSI



Fonte: T. Nussbaumer, Verenum AG, 2006

# Composizione chimica delle particelle provenienti dalla combustione della legna

SUPSI

Composizione chimica:  
in prevalenza sali

K, Ca, Na, Cl, S..... ----->  
KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>

Tossicità relativa



# Fonti di emissione di PM10

SUPSI

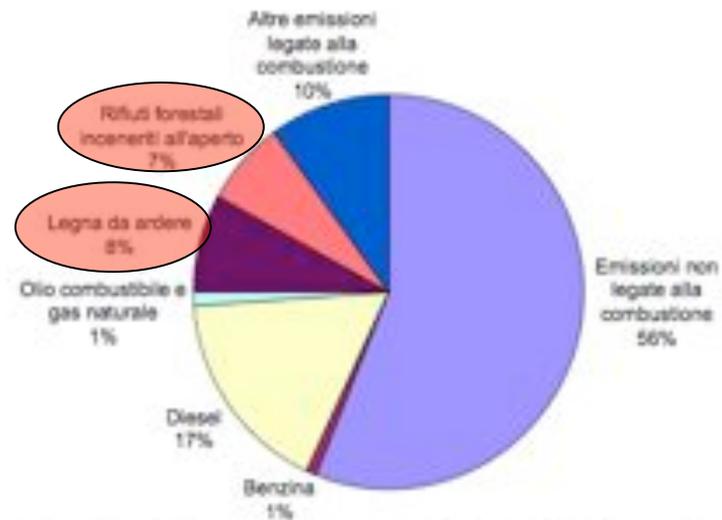


Fig. 1 Fonti di emissioni di polveri fini nel 2000 (quantità complessiva circa 21'000 tonnellate di PM10)

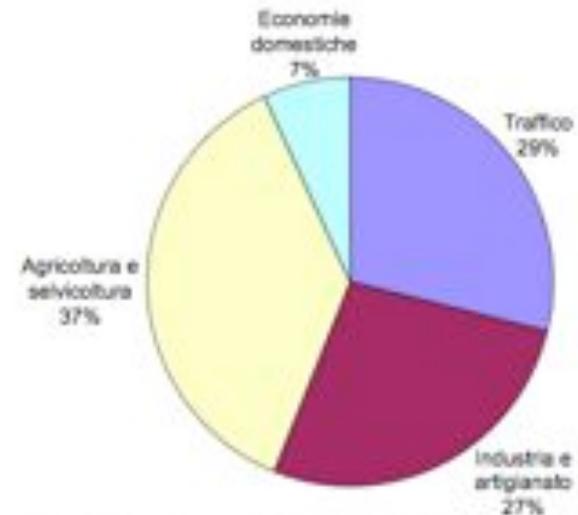


Fig. 2 Provenienza delle polveri fini nel 2000 (quantità complessiva circa 21'000 tonnellate di PM10)

Fonte:UFAM 2006

# Fattori di emissione, UFAM, 10.2005

SUPSI

	Feuerungstyp	Heizwert H <sub>u</sub> kJ/kg	V <sub>Lu</sub> m <sup>3</sup> /kg	Emissionsfaktoren bezogen auf Inputenergie							
				SO <sub>2</sub> mg/MJ	NO <sub>x</sub> mg/MJ	CO <sub>x</sub> mg/MJ	HC/NOC mg/MJ	CO mg/MJ	Besw. mg/MJ	Pem <sub>0</sub> mg/MJ	CO <sub>2</sub> g/MJ
Erdses	Atmosphärisch > 12 kW	36.3 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.5	27	6	2	55	0.1	0.1	55
	Atmosphärisch vor 1993	36.3 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.5	27	6	2	4	0.1	0.1	55
	Atmosphärisch	36.3 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.5	28	6	2	50	0.1	0.1	55
	Atmosph. kondensierend	36.3 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.5	19	6	2	4	0.1	0.1	55
	Gebäude	36.3 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.5	19	6	2	54	0.1	0.1	55
	Gebäude kondensierend	36.3 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.5	12	6	2	32	0.1	0.1	55
	Gebäude vor 1993	36.3 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.5	28	6	2	6	0.1	0.1	55
	Speicherwassererhitzer	36.3 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	0.5	54	6	2	6	0.1	0.1	55
	Bogen <sup>c</sup>	24 <sup>a</sup>	7 <sup>b</sup>	0.5	11	6	2	6	0.1	0.1	55
Heizöl EL <sup>d</sup>	Kondensierend	42.6	12.4	33	29	1	6	16	0.2	0.2	73.7
	Gebäude	42.6	12.4	33	33	1	6	9	0.2	0.2	73.7
	Gebäude Ökobil	42.6	12.4	16	29	1	6	11	0.2	0.2	73.7
	Gebäude vor 1993	42.6	12.4	33	31	1	6	7	0.2	0.2	73.7
Holz <sup>e</sup>	Cheminee (offen)	15	11.6	20	120	700	230	3000	100	100	(92)
	Kachelofen (Holzofen)	15	11.6	20	120	450	150	5000	100	100	(92)
	Stückholz passiv	15	11.6	20	90	130	45	2000	50	50	(92)
	Stückholz mit Ventilator	15	11.6	20	150	70	25	1700	10	10	(92)
	Pellet mit Ventilator <sup>f</sup>	18	13.6	20	170	20	7	250	30	30	(92)
	Holzschlitzel < 1000 kW	8	7	20	260	8	3	600	50	50	(92)
	Holzschlitzel > 1000 kW	8	5.5	20	130	8	3	80	50	50	(92)
	Restholz > 1000 kW	15	9.3	20	450	70	25	220	60	60	(92)
Kohle <sup>g</sup>	Kohlefladen	28.1	11	350	65	300	130	5000	270	110	94
	Kohle (Hausfeuerung)	28.1	11	350	65	300	130	4000	150	80	94
	Kohle (Industriefeuerung)	28.1	11	500	200	10	10	100	50	45	94
Diverse	Feuerung Heizöl-Schwer	41.2	11.6	370	125	4	4	15	20	20	77
	Dieselmotor (Magermotor)	42.6	14	16	60	12	50	200	15	15	73.6
	Gasmotor (Magermotor)	36.3 <sup>a</sup>	11.6 <sup>b</sup>	0.5	70	25	2	180	2	2	55
	Gas turbine (Heizöl EL)	42.6	36	33	85	0.5	2	33	0.4	0.4	73.7
Gas turbine (Erdses)	36.3 <sup>a</sup>	33 <sup>b</sup>	0.5	60	2	0.1	15	0.2	0.2	55	

<sup>a</sup> MJ/m<sup>3</sup>

<sup>b</sup> m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

<sup>c</sup> Trockenes Abgasvolumen V<sub>Lu</sub> bei Bezugssauerstoffgehalt nach LRV

<sup>d</sup> bei kleinen Kohle- und Holzfeuerungen können in Teillastbetrieb höhere HC- und CO-Emissionen entstehen

<sup>e</sup> biogenes CO<sub>2</sub> (in Klammern)

<sup>f</sup> schwache Datenlage

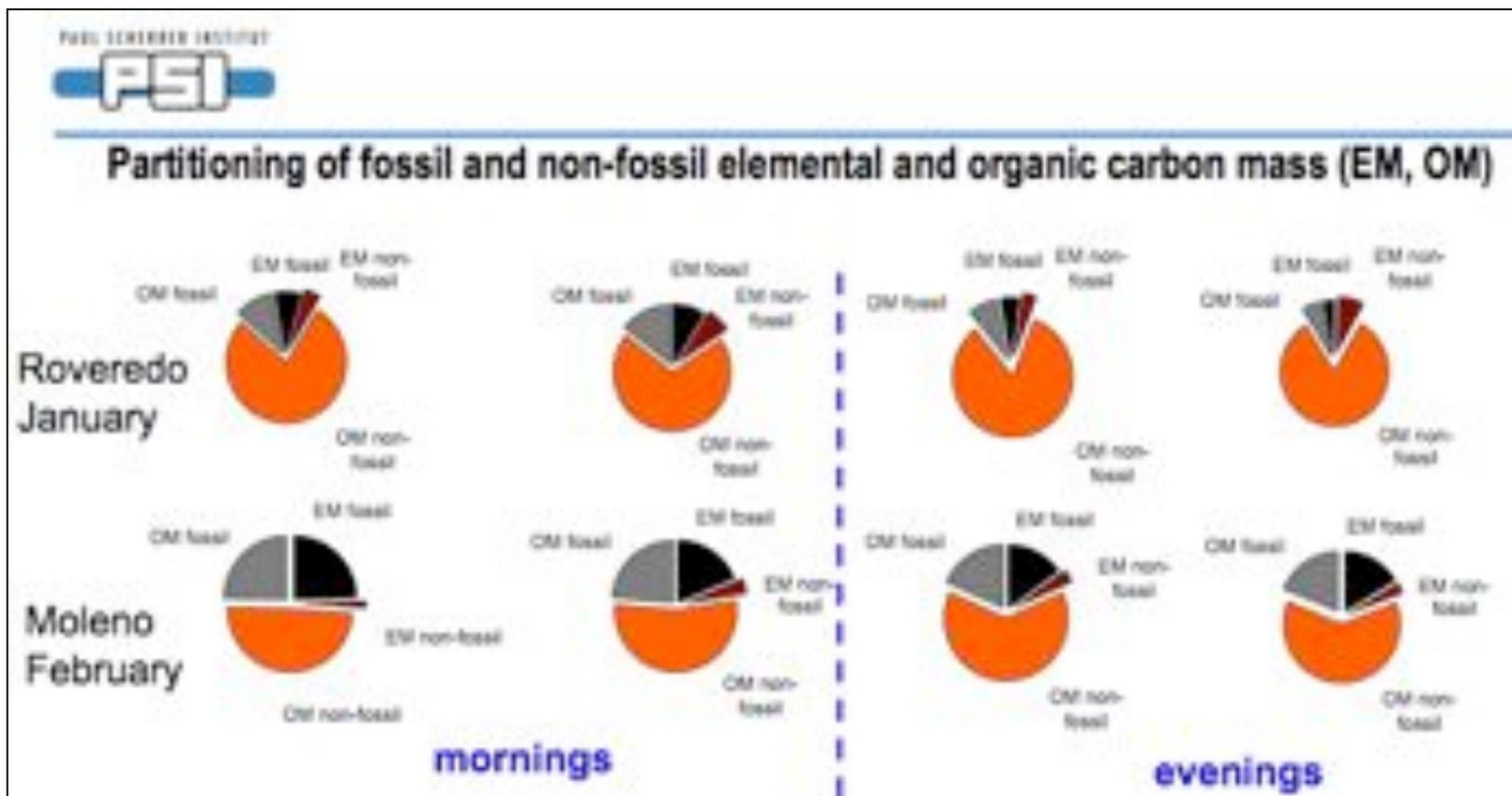
<sup>g</sup> Mit schwefeligen Heizölen (>0.001% Schwefelgehalt) sinkt der SO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor auf unter 2 mg/MJ

**kursiv, fett:** Ermittelt aus den zahlreich vorliegenden Messdaten der behördlichen Feuerungskontrolle (Prüfstandmessungen ergeben bessere Werte)

**normal:** Handbuch "Emissionsfaktoren stationäre Quellen", Ausgabe 1995 (überarbeitete Werte)

# Origine delle PM10 nelle vallate alpine

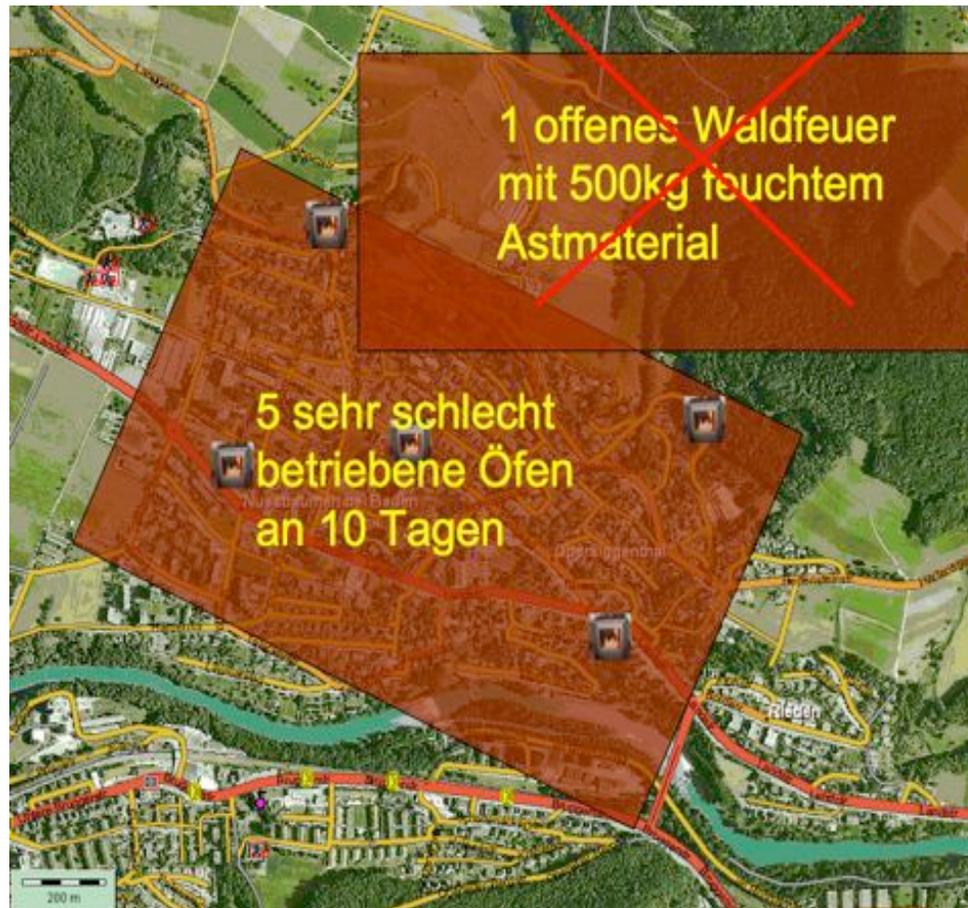
SUPSI



Origine delle immissioni a Roveredo e Moleno , fossil: combustione di risorse fossili (traffico motorizzato; non fossil: combustione di risorse non fossili (combustione di biomassa), PSI, 2006

# Combustione della legna: Impatto sulla qualità dell'aria

SUPSI



1 km<sup>2</sup> > 50µg/m<sup>3</sup> PM10

1.5 km<sup>2</sup> > 50µg/m<sup>3</sup> PM10

Fonte: T. Nussbaumer, Verenum AG 2006

# Limiti d'emissione per impianti a legna: Legislazione ambientale

Legge sulla protezione dell'ambiente, LPAmb, del 7.10.83 (stato 05)

- Art.11 limitazione delle emissioni alla fonte secondo lo stato della tecnica, le condizioni d'esercizio e le possibilità economiche
- Art.12 limitazione tramite valori limite

• Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico, OIAt del 16.12.1985 (stato 04), art. 3-6 Limitazione delle emissioni degli impianti nuovi

- OIAt, allegato 3 cifra 52: limiti d'emissione per impianti a legna

- Raccomandazioni sull'altezza minima dei camini sui tetti del 15.12.89 (stato 01), definizione dell'altezza minima per garantire una corretta evacuazione dei fumi

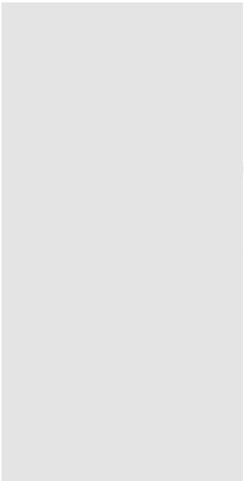
- Regolamento d'applicazione dell'OIAt del 12.7.2005; art.6-7 Esecuzione dei controlli periodici degli impianti a combustione

SUPSI

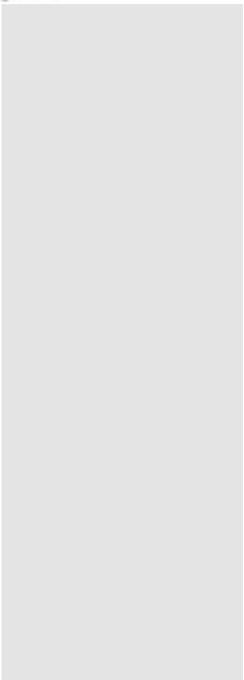
## Limiti d'emissione per impianti a legna: OIAt, allegato 3, cifra 52

SUPSI

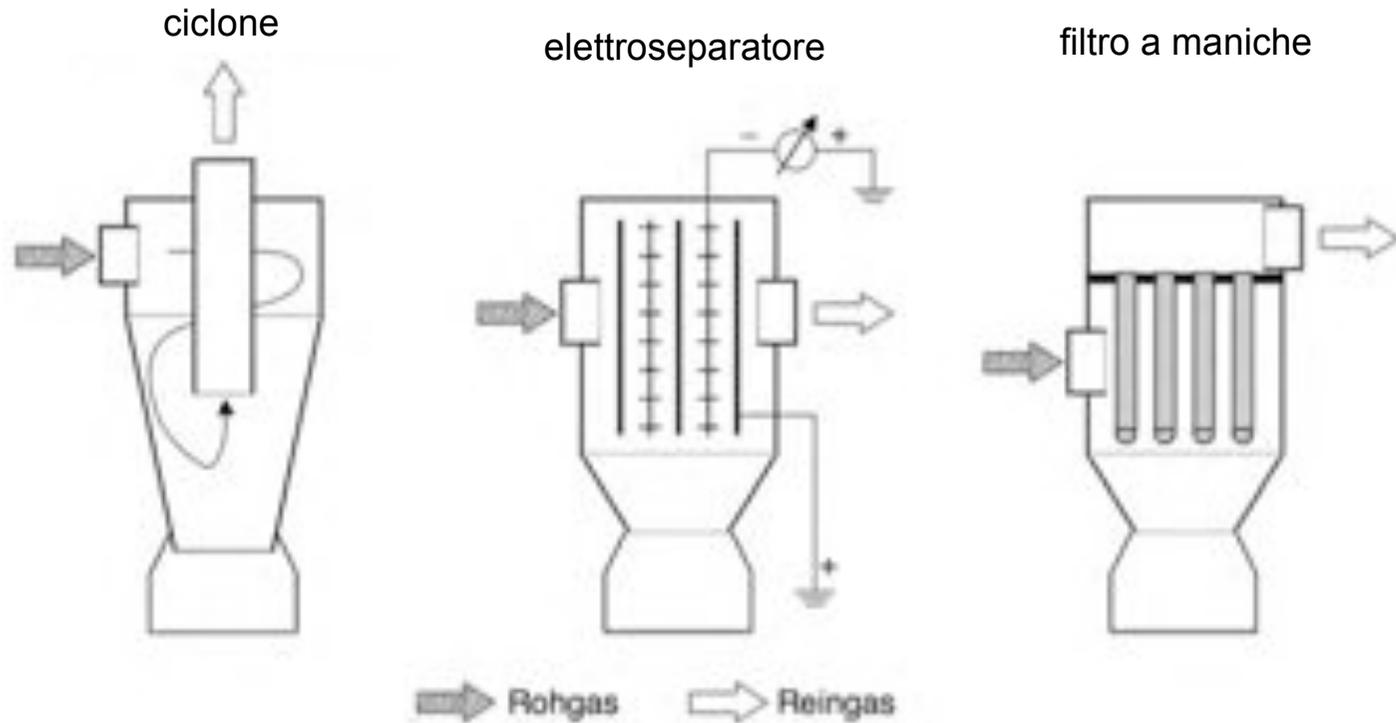
		Potenza termica					
		da 20 a 70 kW	da 70 a 200 kW	da 200 a 500 kW	da 500 a 1 MW	da 1 a 5 MW	oltre 5 MW
Legna da ardere							
- Grandezze di riferimento: i valori limite si riferiscono ad un tenore di ossigeno nei gas di scarico di							
	% vol	13	13	13	13	11	11
- Particelle solide in totale	mg/m <sup>3</sup>	-	150	150	150	150	50
- Monossido di carbonio (CO):							
- per legna da ardere ai sensi dell'allegato 5 cifra 3 cpv. 1 lett. a e b	mg/m <sup>3</sup>	4000 <sup>1)</sup>	2000	1000	500	250	250
- per legna da ardere ai sensi dell'allegato 5 cifra 3 cpv. 1 lett. c	mg/m <sup>3</sup>	1000	1000	800	500	250	250
- Ossidi d'azoto (NO <sub>x</sub> ), indicati come diossido d'azoto (NO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	2)	2)	2)	2)	2)	2)
- Sostanze organiche sotto forma di gas, indicate come carbonio totale (C)	mg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	50	50
- Ammoniaca e suoi composti, indicati come ammoniaca <sup>3)</sup>	mg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	30	30



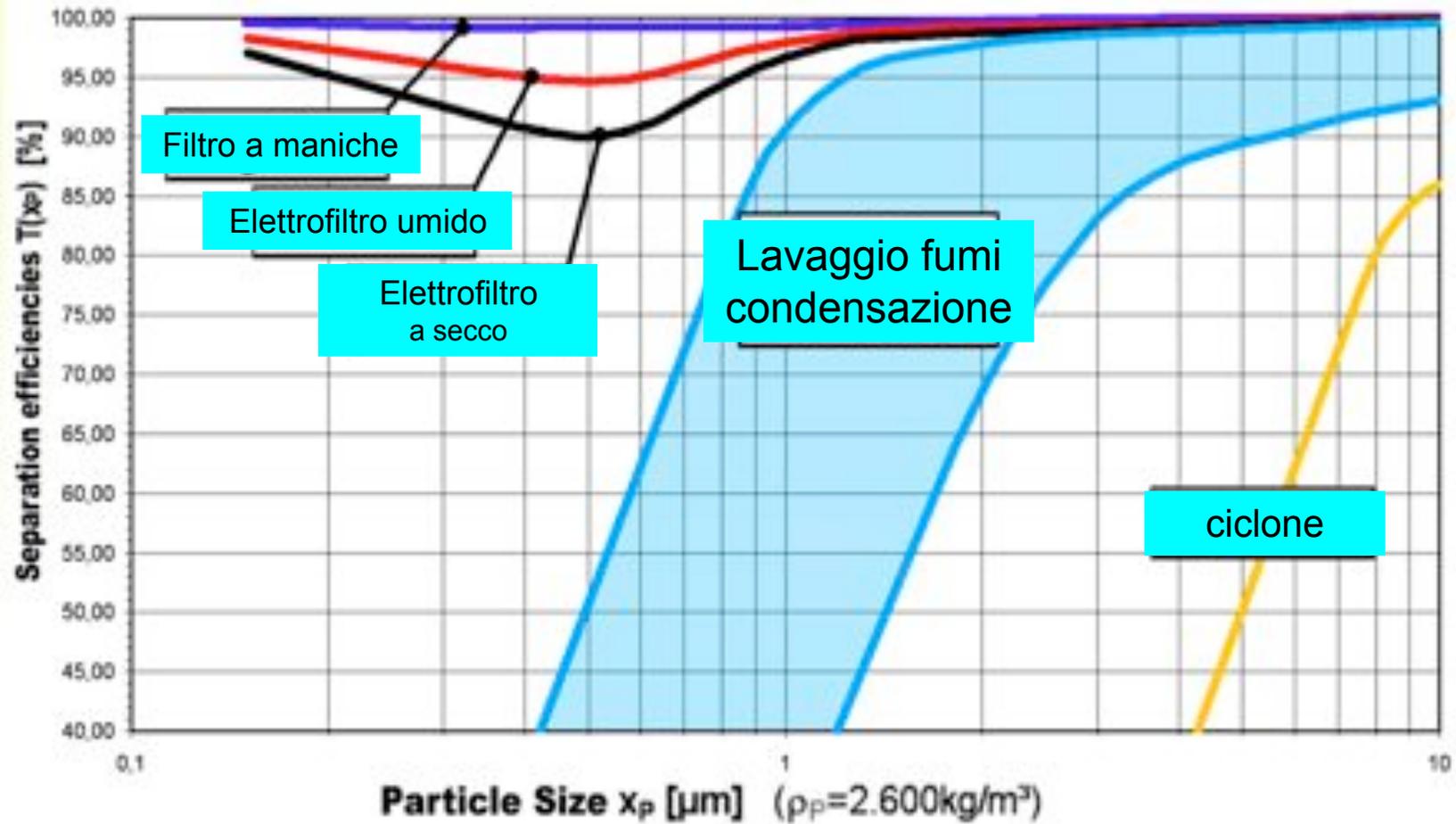
SUPSI



# Trattamento dei fumi: principi

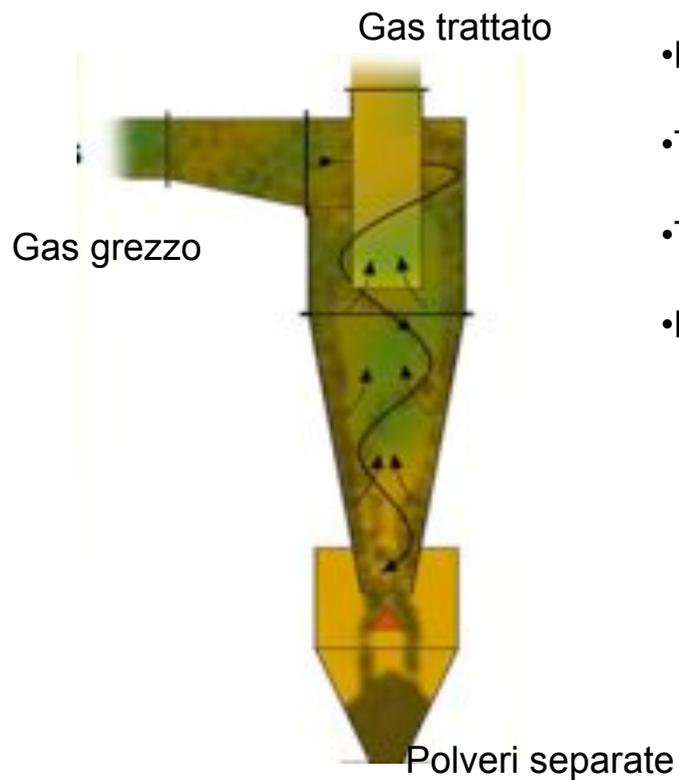


# Trattamento dei fumi: efficienza dei vari trattamenti



Fonte: Bioenergiesysteme GmbH

# Trattamento dei fumi: ciclone

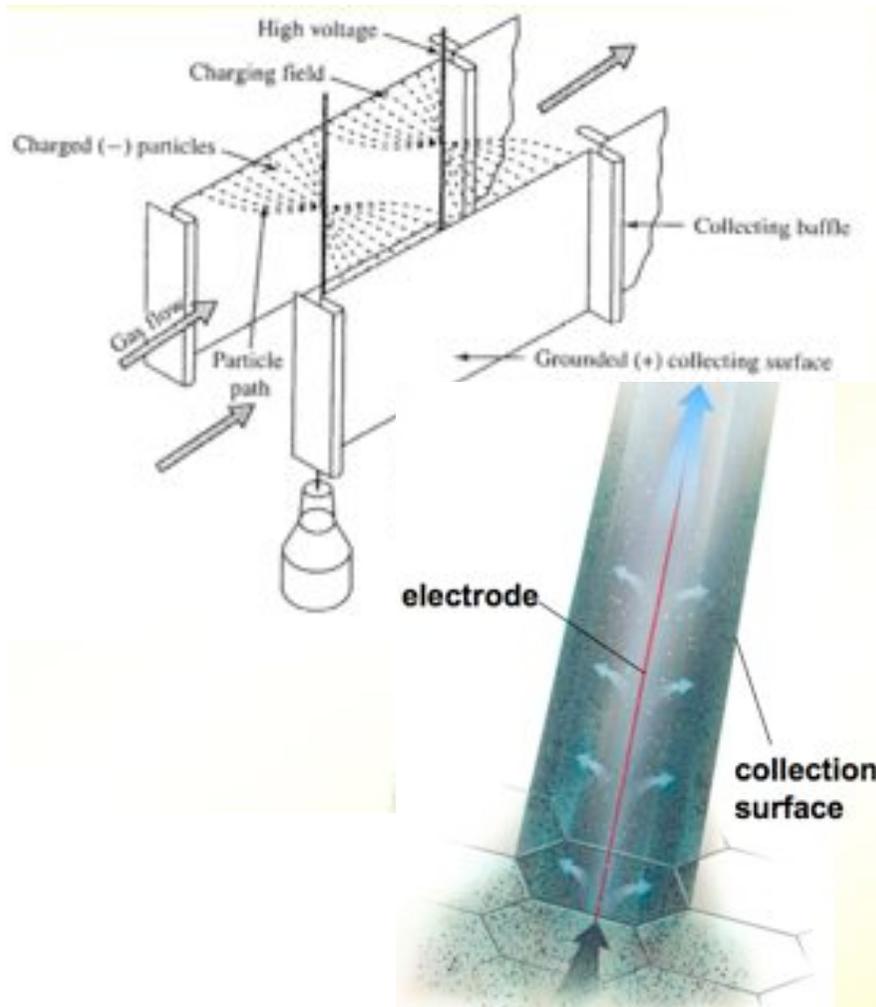


- Principio: Precipitazione tramite forza centrifuga
- Taglio aerodinamico: 5  $\mu\text{m}$
- Temperature d'esercizio: fino a 1300°C (150-250°C)
- Pressione d'esercizio: fino a 100 bar (di solito 1 bar)



# Trattamento dei fumi: elettroseparatore (elettrofiltro)

SUPSI



- Principio: le particelle sono caricate elettrostaticamente e raccolte su elettrodi

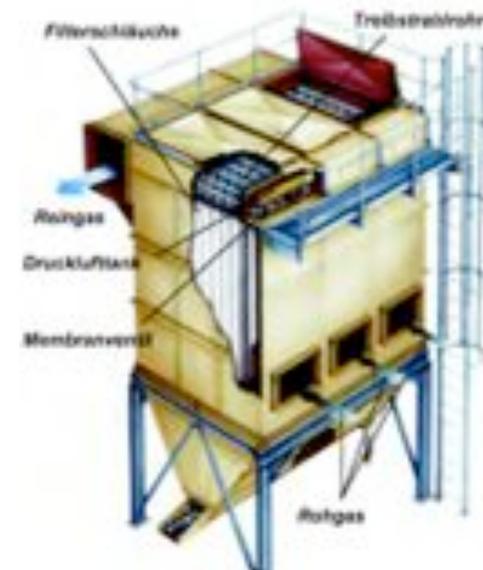
- Temperature d'esercizio: fino a 480°C (<250°C)

- Pressione d'esercizio: fino a 20 bar (di solito 1 bar)



# Trattamento dei fumi: filtro a maniche

- Principio: le particelle sono raccolte sulla superficie di un filtro con formazione di un cake
- Temperature d'esercizio: fino a 850°C (160-220°C)
- Pressione d'esercizio: fino a 50 bar (di solito 1 bar)
- Possibilità di adsorbimento a secco tramite aggiunta di calce di HCl, Sox, Hg, PCDD/F



SUPSI

## Emissioni di un impianto a legna automatico con diversi trattamenti dei fumi

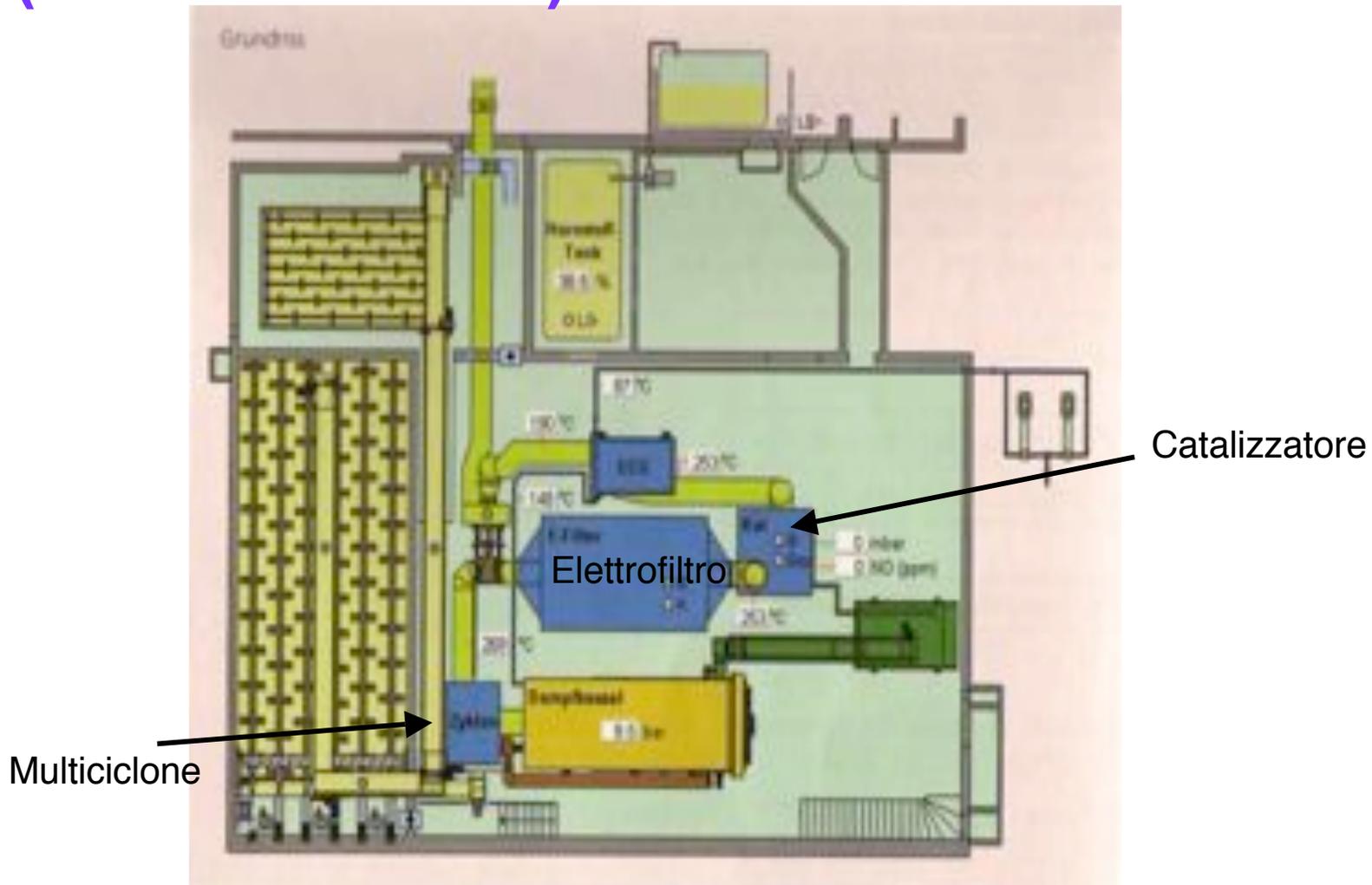
SUPSI

impianto 550 k W		flusso (g/ h)	carico kg/anno	rendimento
	mg/m <sup>3</sup>	2000 m <sup>3</sup> /h	4400 h (6 mesi)	
Gas grezzo	400	800	3520	
limite OIAt: 150 mg/m <sup>3</sup>	150	300	1320	67.5%
stato tecnica con cicloni 40 mg/m <sup>3</sup>	40	80	352	90%
stato tecnica con filtro <4 mg/ m <sup>3</sup>	4	8	35.2	99%

Carico annuo di polveri per un impianto automatico a legna di 550 kW. A titolo di paragone sono riportate le emissioni di PM10 lungo l'A2 nel Sottoceneri a diverse velocità.

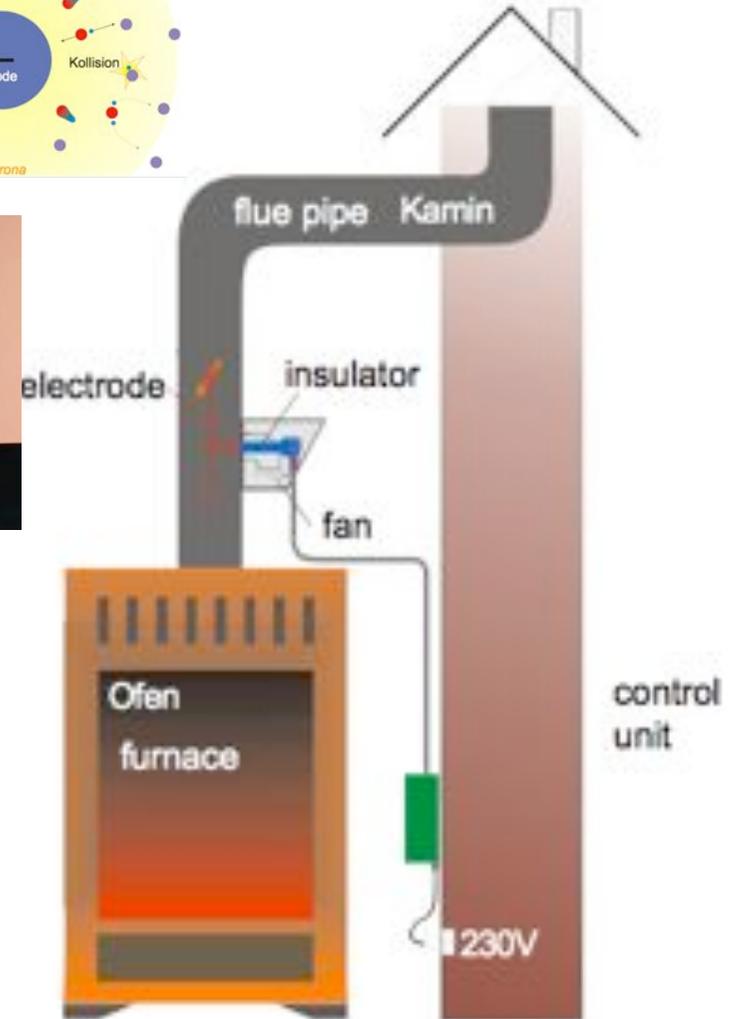
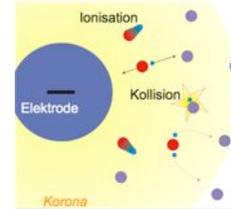
# Impianti automatici di grande potenza (Liestal 4.5 MW)

SUPSI



# Impianti di piccola potenza (<70 kW)

SUPSI



Grado d'efficienza;  $\approx 65\%$

# Gennaio 2006 - Piano d'azione contro le polveri sottili: le misure del DATEC

SUPSI

**Misura 4:** introduzione di un certificato di conformità per gli impianti a combustione a legna

**Misura 5:** inasprimento dei valori limite per le polveri emesse dagli impianti a combustione a legna automatici

**Misura 6:** promozione di centrali termiche a legna

Contrariamente agli impianti a combustione a legna convenzionali, le moderne centrali termiche alimentate con questo combustibile dispongono, come gli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani, di efficacissimi sistemi per la depurazione dei fumi. Per evitare che il previsto raddoppio dell'utilizzazione della legna da energia nei prossimi anni provochi un eccessivo inquinamento dell'aria, sarà necessario mettere in funzione nuove centrali di questo tipo...

## Misura 4: Introduzione di un certificato di conformità

Certificato di omologazione corrispondente a quello di Svizzera Energia

SUPSI

tipo impianto	Norma vigente	CO, mg/m <sup>3</sup>	polveri, mg/m <sup>3</sup>	polveri, mg/m <sup>3</sup>
		1.8.2008	1.1.2008	1.1.2011
caldaie a legna in pezzi	EN 303-5/EN 12809	800	60	50
caldaie a cippato (scaglie di legno)	EN 303-5/EN 12809	400	90	60
caldaie a pellets	EN 303-5/EN 12809	300	60	40
stufe a combustibile solido	EN 13240	1500	100	60
stufe a pellets	EN 13240/ EN 14785	500	50	40
termocucine individuali a legna	EN 12815	3000	110	90
termocucine a legna (collegate riscald)	EN 12815	3000	150	120
caminetti, stufe-camino, pigne	EN 13229	1500	100	60

## Misura5: Inasprimento OIAt, allegato 3, cifra 52

- Consultazione modifica OIAt: in corso
- Introduzione nuovi limiti: 1.7.2007
- Valore limite introdotto a tappe entro il 2015 in funzione della potenza

<b>potenza impianto</b>	<b>entrata in vigore</b>	<b>polveri, mg/m3</b>	<b>CO, mg/m3</b>
> 10 MW	1.7.2007	10	150
> 1 MW	1.7.2007	20	250
> 600 kW	2009	30	500
> 350 kW	2012	30	500
> 70 kW	2015	30	500