



Rinnovabili 3.0

in viaggio verso la competitività

Roma, 16 Aprile 2013
Facoltà di Architettura “sede di Valle Giulia”
via Gramsci, 53

**BIOMASSE AGROFORESTALI :
competitività e grid-parity**



Marino Berton

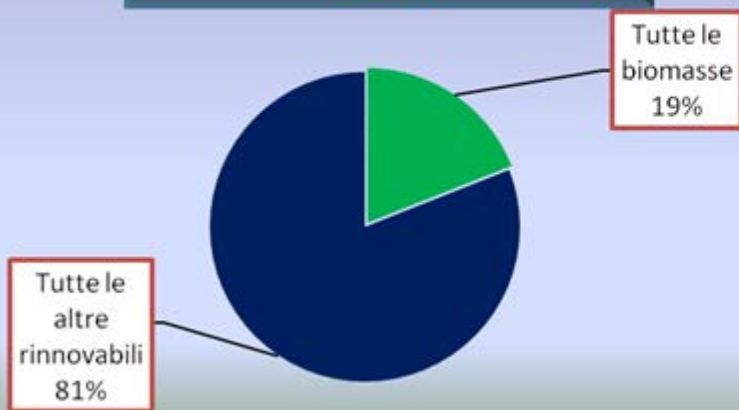
Competizione biomasse forestali vs fonti fossili

Rispetto a quali parametri ?

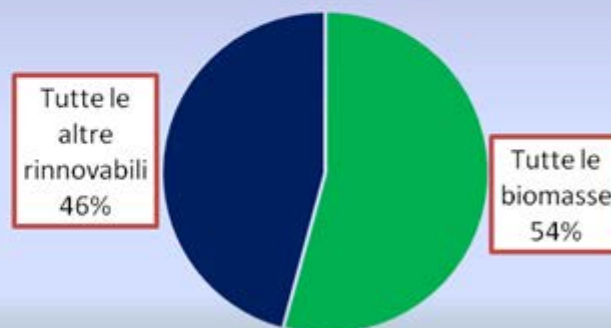
- Economici
- Emissioni di CO₂ equivalente
- Emissioni di PM
- Rendimenti



Energia Elettrica da FER al 2020



Riscaldamento e Raffreddamento da FER al 2020



Le biomasse legnose (legna, cippato, pellet) rappresentano il 60% dei 9815 ktep previsti nel consumo da biomasse al 2020 dal PAN sul contributo totale delle FER.



Mtep

140

120

100

80

60

40

20

0

Consumi
energetici
complessivi

Ripartizione dei
consumi

FER termiche

Biomasse legnose

132,7
Mtep

60%
Metano

40%
Domestic

8,35 Mtep
1,4% termica

6,4 Mtep
76,5% FER t.
11% en. t.

Pompe di calore
18%

Geotermico
3%

Solare
2%

Biogas
0,5%

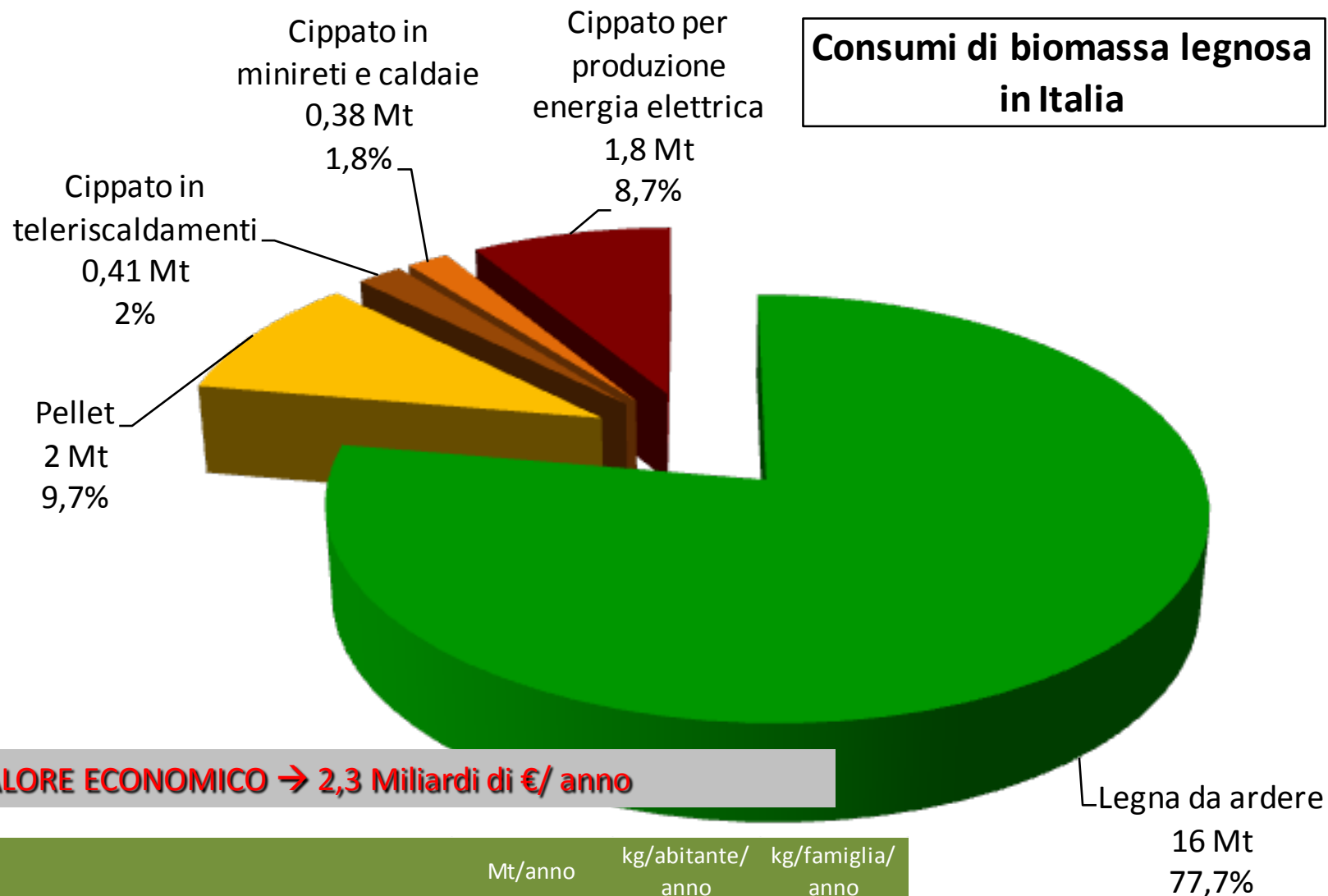
Biomassa
liquida
0,2%

**Energia termica
da FER**

Biomasse
legnose
76,5%

AIEL, 2012

Consumi di biomassa legnosa in Italia



CONTROVALORE ECONOMICO → 2,3 Miliardi di €/ anno

	Mt/anno	kg/abitante/ anno	kg/famiglia/ anno
Legna da ardere	16	263	636
Pellet	2	33	79
Cippato in teleriscaldamenti	0,41	7	16
Cippato in minireti e caldaie	0,38	6	15
Cippato per produzione energia elettrica	1,8	30	71
Totale	20,6	338	818

Fonte: AIEL, 2012

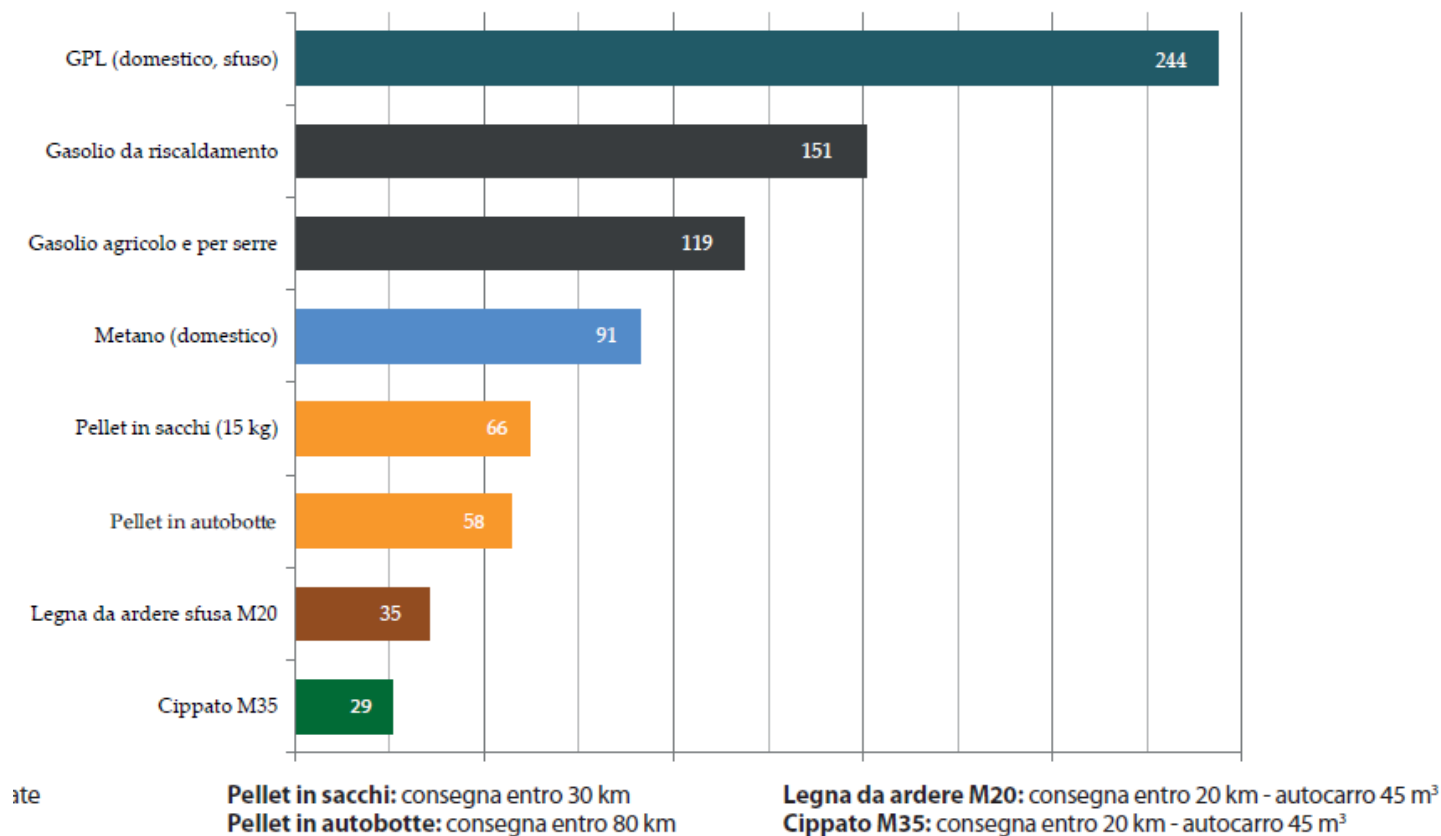
Sviluppo previsto delle FER in Italia: produzione di calore per riscaldamento e raffrescamento

Fonte rinnovabile	Situazione al 31 dicembre 2005	Situazione al 31 dicembre 2010	Previsioni per il 2020
	Energia prodotta (Ktep)	Energia prodotta (Ktep)	Energia prodotta (Ktep)
Geotermia	213	139	300
Solare	27	134	1.586
Biomasse solide	1.629	3.721	5.254
Biogas	26	26	266
Bioliquidi	-	281	150
Pompe di calore	21	1.195	2.900
TOTALE	1.916	5.496	10.456

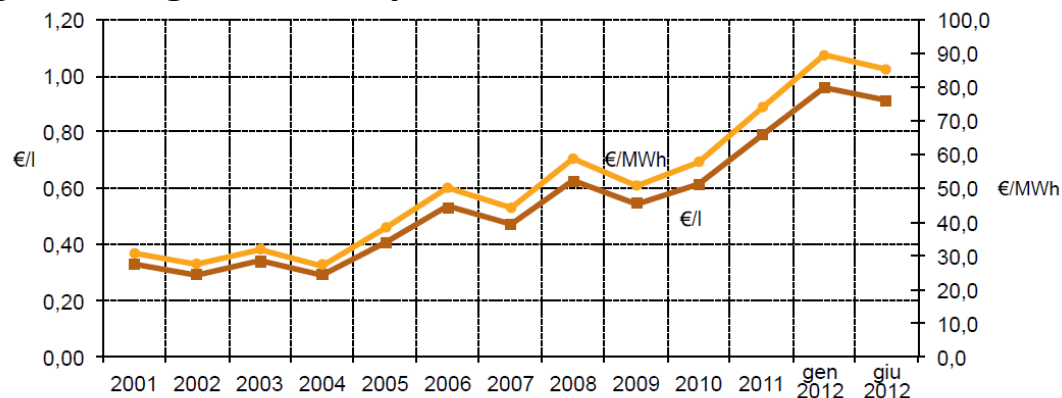
Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico - Piano di Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili, 30 giugno 2010 / Progress report 2011

COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA €/MWh (GENNAIO 2013)

Iva e tasse incluse, al consumatore finale



Il prezzo del gasolio agricolo è triplicato in dieci anni (Elab AIEL su dati CIAA)



Biomasse legnose: prezzo molto più stabile! (www.agriforeenergy.info)

ANDAMENTO DEL COSTO DELL'ENERGIA PRIMARIA (2008 - 2012)

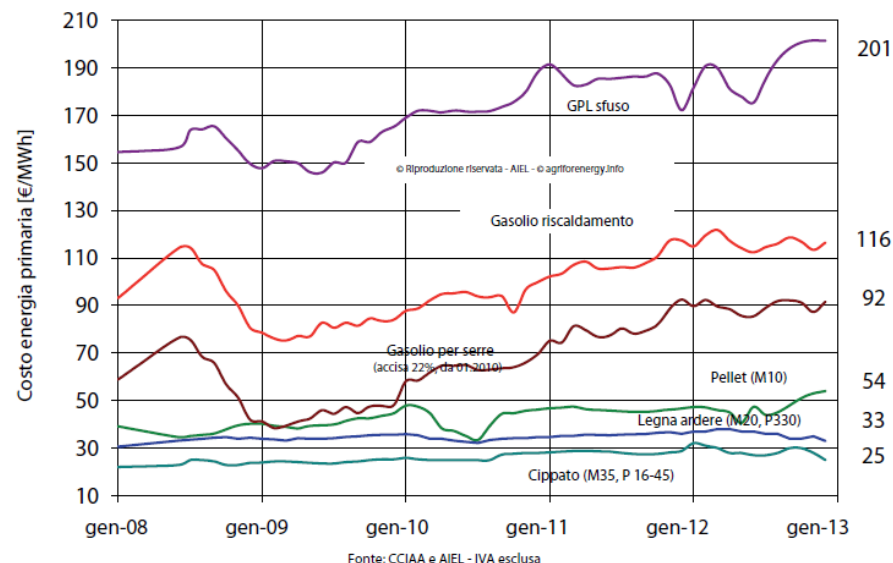


Tabella 5.3.1 Le voci di costo e i valori per i diversi sistemi

IMPIANTI E COSTI OPERATIVI	U.M.	LEGNA A.	LEGNA C.	CIPPATO	PELLET	METANO	GASOLIO	GPL (AGGIOLATO)	GPL
Saggio d'interesse	%	5	5	5	5	5	5	5	5
Durata investimento (anni)	a	20	20	20	20	20	20	20	20
Potenza della caldaia	kW	100	100	100	100	100	100	100	100
Ore annuo funzionamento	h	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
Prod. energia primaria	MWh/a	130	130	130	130	130	130	130	130
Rend. stagionale impianto	%	75%	75%	79%	84%	90%	85%	90%	90%
Energia utile*	MWh/a	97,5	97,5	102,7	109,2	117	110,5	117	117
Costi investimento (IVA incl.)	€	45.000	45.000	65.000	40.000	13.000	18.000	13.000	13.000
Costi del capitale – reintegra (R)	€/a	1.293	1.293	1.867	1.149	373	517	650	373
Fabbisogno annuo combustibile	u.m.	32,7	32,7	38,2	28,3	13.542	13.000	19.062	19.062
Costo/prezzo combustibile**	€/u.m.	80	163,9	105	260	0,84	1,49	1,08	1,50
Spesa annua combustibile (a)	€/a	2.613	5.354	3.996	7.342	11.375	19.344	20.587	28.501
Energia elettrica (b)	€/a	50	50	200	100	30	30	30	30
Costi operativi (O=a+b)	€/a	2.663	5.404	4.196	7.442	11.405	19.374	20.617	28.531
Spese emissioni e pulizia camino (c)	€/a	130	130	130	130	60	60	60	60
Manutenzione ord. e straord. (d)	€/a	300	300	400	200	95	95	95	95
Costi d'esercizio (E=c+d)	€/a	430	430	530	330	155	155	155	155
COSTI ANNUI (R+O+E)	€/a	4.386	7.126	6.593	8.921	11.933	20.046	21.422	29.059
COSTI ENERGIA UTILE	€/MWh	44,98	73,09	64,20	81,70	102,00	181,41	183,09	248,37

* Poteri calorifici impiegati: legna M20 3,98 MWh/t, cippato M30 P45 3,4 MWh/t, pellet 4,6 MWh/t, metano 9,6 kWh/m³, gasolio 10 kWh/l, GPL 6,82 kWh/l.

** Prezzi (IVA inclusa, per i combustibili legnosi è al 10%).

Abbreviazioni - Legna A.: legna da ardere autoprodotta, pezzatura voluta; Legna C.: legna da ardere comperata sul mercato locale (P500); Cippato: M30 P45.

competitività con le fonti fossili su consumi energetici ed emissioni CO₂

Tabella 5.5.1 Consumi energetici ed emissioni di CO₂

Sistemi di riscaldamento	CER %	CO ₂ kg/MWh	CO ₂ eq. kg/MWh
Legna da ardere (10 kW)	3,69	9,76	19,27
Cippato forestale (50 kW)	7,81	21,12	26,04
Cippato forestale (1 MW)	8,61	21,13	23,95
Cippato da SRC di pioppo (50 kW)	10,44	27,39	40,16
Pellet (10 kW)	10,20	26,70	29,38
Pellet (50 kW)	11,08	28,95	31,91
Gasolio (10 kW)	17,33	315,82	318,91
Gasolio (1 MW)	19,04	321,88	325,43
GPL (10 kW)	15,03	272,51	276,49
Metano (10 kW)	14,63	226,81	251,15
Metano (1 MW)	17,72	233,96	257,72

E NON TUTTI I COSTI AMBIENTALI E SOCIALI SONO CONSIDERATI ...



PREZZI DELLA LEGNA DA ARDERE

Pezzatura: 33 cm
Contenuto idrico: 20%
IVA esclusa

Prezzi franco partenza

€/MWh €/msa €/t

Legna dura (cerro)	35	67	138
Legna dura (faggio)	33	59	132
Legna tenera (pino, castagno)	27	35	106



NOTA

I valori riportati sono la media dei prezzi (gennaio 2013) rilevati presso circa 30 imprese di produzione di cippato.

Fonte: AIEL

PREZZI DEL CIPPATO

Periodo	Materia prima	Contenuto idrico (%) e classe (2)	Prezzi franco partenza		Prezzi franco arrivo (1)	
			€/MWh	€/t (3)	€/MWh	€/t (3)
gennaio 2013	Stanghe, tronchi sramati di conifere e latifoglie, refili	25 (A1)	29	106	31	113
	Cimali, tronchi di conifere con rami e ramaglia, manutenzione verde	35 (A2)	24	74	26	80
	Sottoprodotti industria del legno (segherie)	50 (B)	21	46	23	51
		35 (A2)	24	74	26	80
		45 (B)	22	50	24	55

(1) entro 20 km - autocarro 45 m³ - (2) Secondo lo standard europeo per il cippato EN 14961 - (3) IVA 10% esclusa

PREZZI DEL PELLET

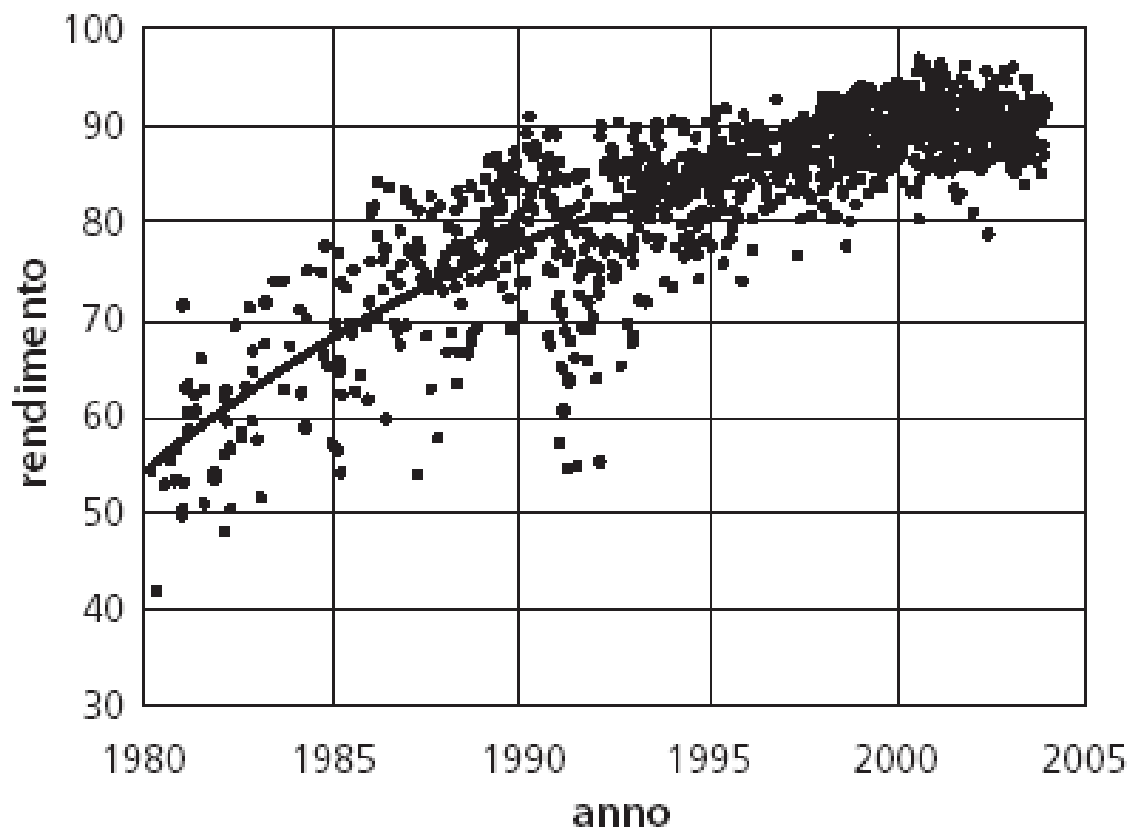
(IVA e trasporto esclusi)

	€/t	€/MWh	Range (€/MWh)
Sacchi (15 kg) - Ingrosso	238	50	44-55
Sacchi (15 kg)	272	57	54-58
Autobotte	248	52	46-60

COSTO DEL TRASPORTO

Pellet in sacchi: 20 €/t per consegne entro 30 km

Pellet in autobotte: 5 €/t per consegne entro 80 km



**Evoluzione del rendimento
in caldaie manuali e automatiche
di piccola taglia. Risultati delle prove
di certificazione del BLT di Wieselburg
(blt.josephinum.at)**

Emissioni PM 250- 500 mg/Nm³



Emissioni PM 20-40 mg/Nm³





Il progresso tecnologico...fa passi da gigante

Aria primaria

Post combustione con aria secondaria

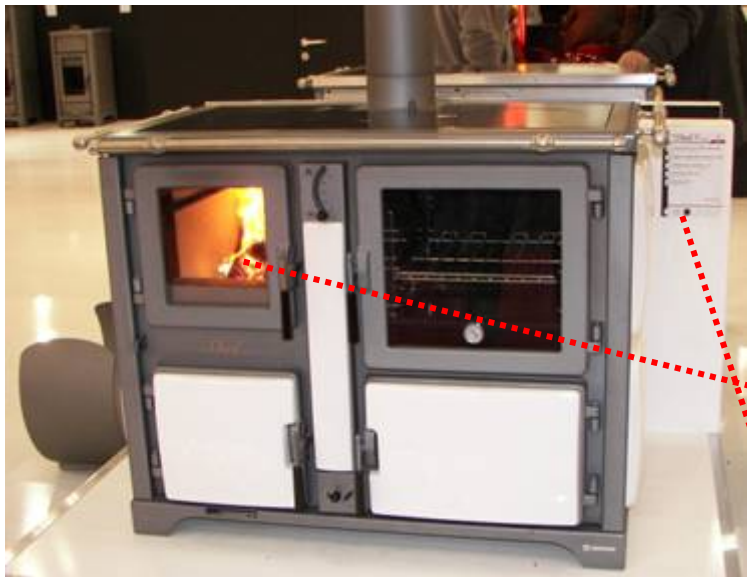
Accensione automatica

Materiale refrattario in CC

Giro di fumi con funzione "abbattitore" polveri

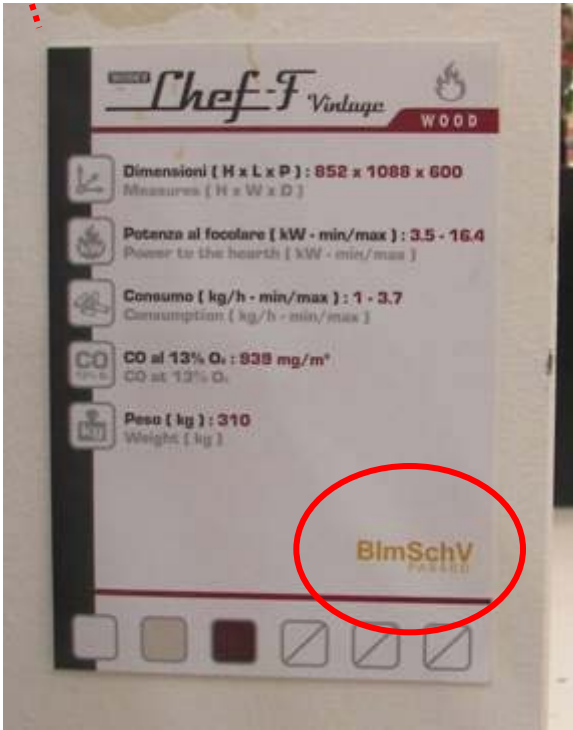
$PT < 20 \text{ mg/Nm}^3$ type testing

Il progresso tecnologico...fa passi da gigante



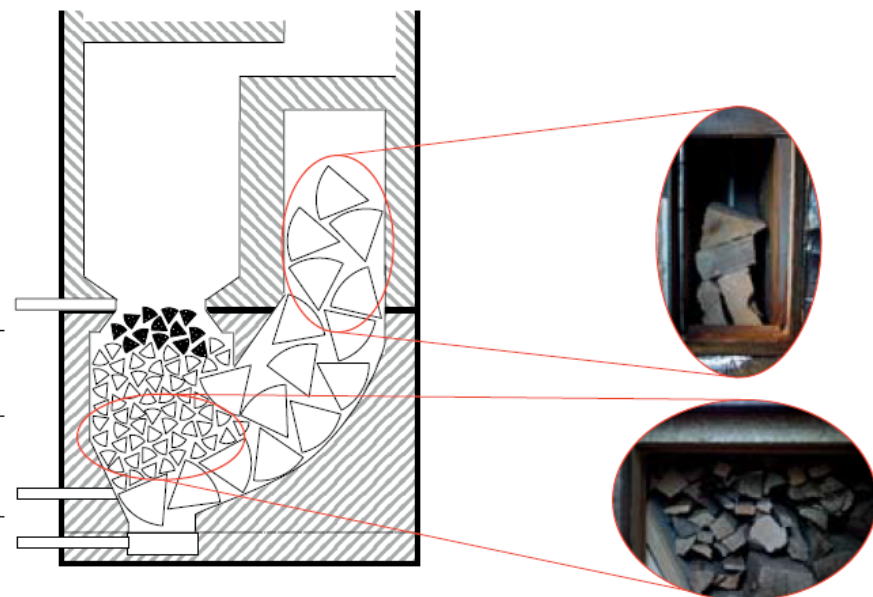
1.BImSchV Anja Behnke, Umweltbundesamt DE

Step 1: Put into operation after entry into force of the Ordinance		Step 2: Put into operation after 31. December 2014		Efficiency [%]
CO [g/m³]	Dust [g/m³]	CO [g/m³]	Dust [g/m³]	
0.4 (pellet stoves) to 3.5 (cookers)	0.03 (pellet stoves) to 0.1 (others)	0.25 (pellet stoves) to 1.5 (cookers)	0.02 (pellet stoves) to 0.04 (others)	





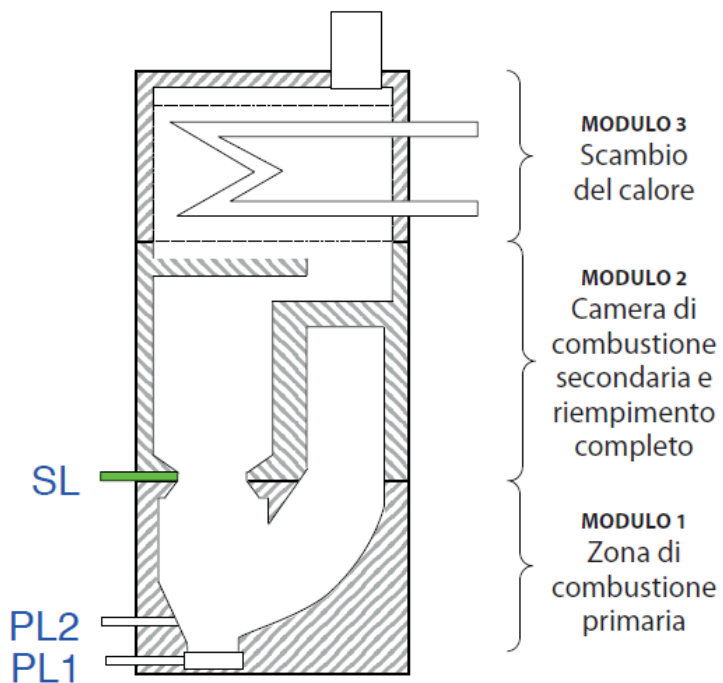
MODALITÀ DI RIEMPIMENTO



ABETE (PEZZI FINI)

FAGGIO (PEZZI FINI)

FAGGIO (PEZZI GROSSI)



Emissioni mg/Nm3 13% O2	Valori medi misurati	Limiti secondo la LRV - Luft Reinhalte-Verordnung
CO	500	<750
COV	18	100
Polveri totali	15	37,5

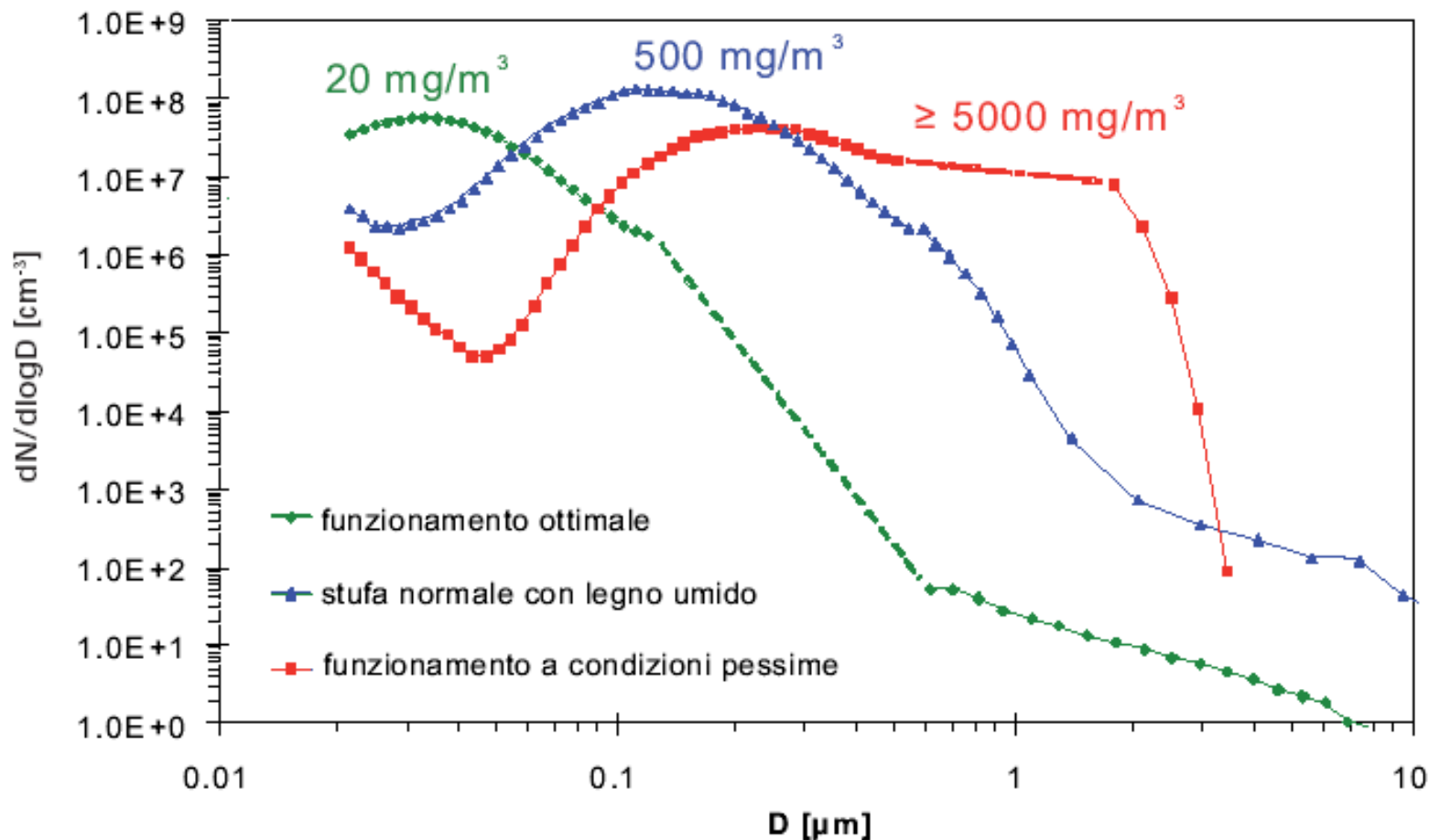
EFFETTO DELLA QUALITÀ DEL COMBUSTIBILE E DELLA GESTIONE

Klippel n., Nussbaumer t. 2006

Stufa certificata (<50mg),
ciocchi troppo grossi → 250 mg

Stufa certificata (<50mg)
legna umida → 500 mg

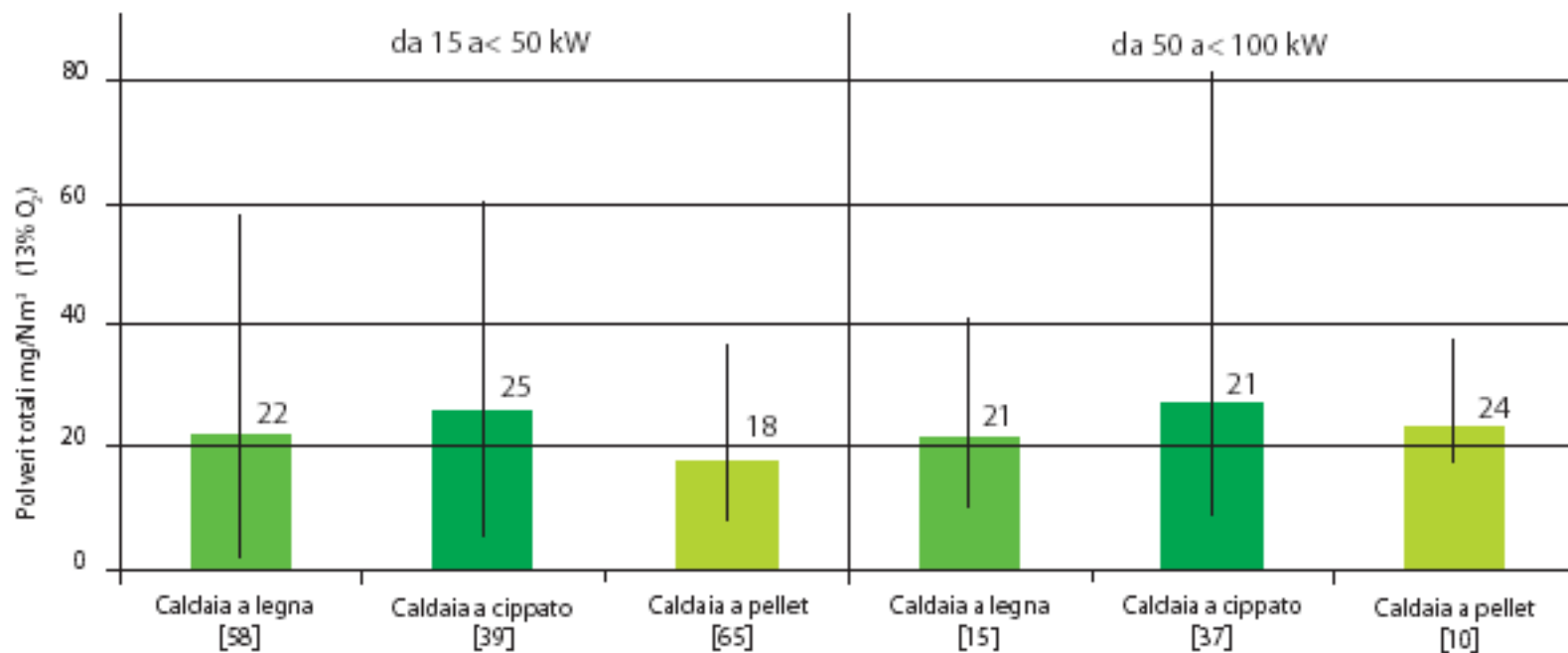
Stufa convenz in cond pessime di
funzionamento. (registri aria chiusi)
→ **fino a 5000 mg**





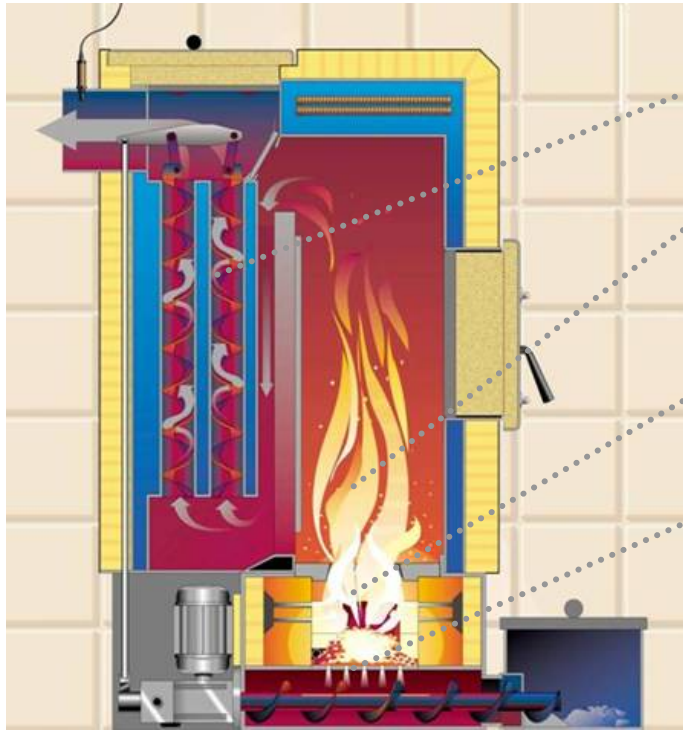
Clean Efficiency presentato alla Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2011 a Graz (Austria). Grazie ad una serie di **misure primarie** innovative e a un separatore di polveri incorporato nello scambiatore raggiunge un rendimento del **96%** e un fattore di PM di **4 mg/Nm³**

Fattore di emissione a confronto per diversi tipi di caldaie [5]



La figura 2.4.2.5 illustra i valori medi d'emissione delle caldaie a legna, cippato e pellet, misurati dal TFZ di Straubing (Baviera) nel decennio 1996-2006 [3].

Fasi della combustione in una MODERNA CALDAIA A CIPPATO/PELLET a tiraggio forzato per aspirazione



Trasferimento calore allo scambiatore

Ossidazione dei gas combustibili (700-1400 °C)

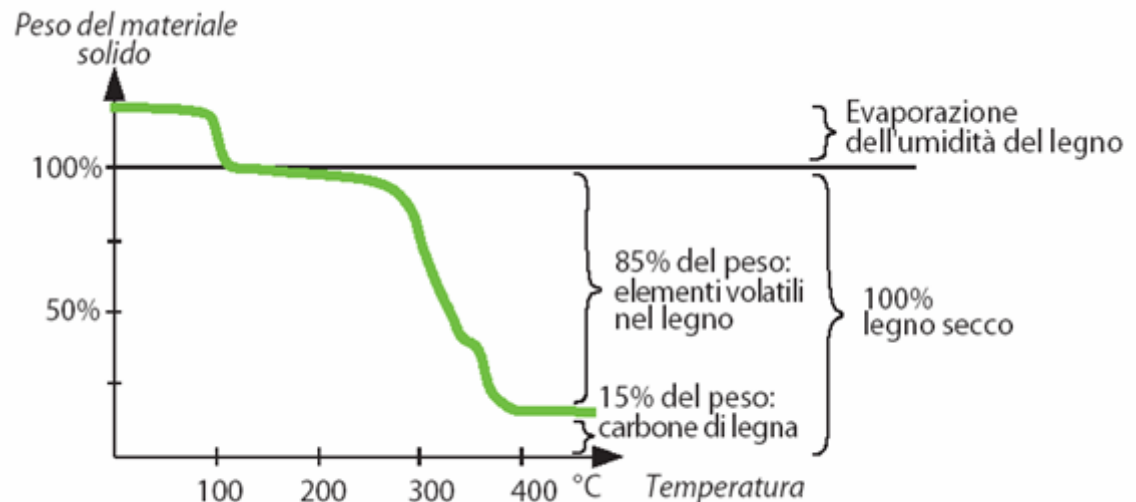
Gassificazione del legno (250-500 °C)

Decomposizione pirolitica (150-500 °C)

Riscaldamento ed essiccazione (100 °C)



**Dispositivo
accensione
automatica**



	mg/Nm ³	mg/MJ	mg/kWh	kW	kWh/a	g PM	kg PM	rapporto stufa tradiz	Consumo legna, cippato (t/a)	kg PM/t legna
stufa tradizionale (65% rend.)	225	150	540	12	24.000	12.960	13,0		9,2	1,40
caldaia BAT (multiciclone)	40	27	96	500	1.000.000	96.000	96,0	7,4	327	0,29
caldaia BAT (filtro maniche/ESP)	10	6,7	24,0	500	1.000.000	24.000	24,0	1,85	327	0,07
caldaia BAT (filtro maniche/ESP)	1	0,7	2,4	500	1.000.000	2.400	2,4	0,19	327	0,01

1 caldaia BAT 40 mg (500 kW – 1.000 MWh) = 7 Stufe tradizionali (177 MWh – 18%)
 1 caldaia BAT 10 mg (500 kW – 1000 MWh) = 2 Stufe tradizionali (44 MWh – 4%)
 1 caldaia BAT 1 mg (500 kW – 1000 MWh) = 0,2 Stufe tradizionali (4 kW – 0,4%)

Con FM Aerosol:
 0,4-0,7 mg/Nm³
*Full-scale
 measurements*
*Sjaak van Loo and
 Jaap Koppejan, 2008*



Valore medio
 certificato da ente
 terzo accreditato
 < 0,5 mg/Nm³



LEGNO ENERGIA IN CIFRE in Italia

- 13.600 sono il numero di imprese complessivamente impegnate (tra imprese forestali, produttori di apparecchi termici e caldaie a biomasse, distributori, produttori di pellet, produttori di macchine forestali per il settore legno energia, manutentori, installatori);
- 34.600 sono gli addetti del settore ;
- Il fatturato annuo è di oltre 5 miliardi di Euro ;
- Poco più di 20 milioni di tonnellate sono i combustibili legnosi consumati all'anno ;
- 2,5 miliardi di euro è il valore economico dei combustibili legnosi ;
- 4,5 milioni di famiglie consumano legna da ardere e per oltre il 50% di queste la legna è la prima fonte di riscaldamento ;
- 5,9 milioni sono gli apparecchi già installati a scala domestica nel nostro paese ;
- Oltre 1000 sono i chilometri di reti di teleriscaldamento alimentate a biomassa ;
- Oltre 1,8 milioni di tonnellate di pellets consumato nel 2011 per un valore di oltre 460 milioni di euro
- 1,5 milioni sono gli apparecchi domestici funzionanti a pellet finora installati (assoluto primato europeo);
- 24 milioni sono le tonnellate di CO2 equivalente risparmiate rispetto ai combustibili fossili sostituiti ;
- 10 milioni di ettari è la superficie italiana di boschi e terre boscate secondo l'inventario nazionale delle foreste e del carbonio, territori per quali è necessario assicurare una gestione sostenibile per contrastare i fenomeni di degrado e animare lo sviluppo rurale delle aree interne.

Il settore delle biomasse agro-forestali destinate alla produzione di energia termica è largamente competitivo con le fonti fossili sia nel raffronto dei costi dell'energia primaria, sia nelle emissioni di CO_2 equivalente.

Le tecnologie di conversione energetica nella combustione delle biomasse hanno registrato una significativa evoluzione sia nell'aumento dei rendimenti sia nella riduzione delle polveri sottili.

Gli strumenti di incentivo come il «conto termico» sono stati concepiti per promuovere la riconversione del vecchio parco di apparecchi a biomasse obsoleti, favorire la diffusione di apparecchi e impianti più efficienti e performanti nella riduzione delle emissioni, diffonderne la manutenzione come fattore di mantenimento dei requisiti.

Il prossimo impegno va rivolto a far crescere l'adozione di standard qualitativi delle biomasse legnose e di sistemi di valorizzazione della produzione di biomasse combustibili a scala territoriale.





Manuale
"Moderne caldaie e
impianti. Tecnologie,
aspetti progettuali e
normativa"



Manuale
"Legna, cippato e
pellet. Produzione,
requisiti qualitativi e
compravendita"



Guida PagineAIEL
"Legna - cippato - pellet.
Produttori e distributori
professionali"



Booklet
"Risparmio energetico
e biomasse forestali
per il riscaldamento
delle serre"





Grazie per la vostra
attenzione

AIEL ADERISCE A

