



**Agenzia Regionale per la
Protezione dell'Ambiente
del Friuli Venezia Giulia**
Palmanova, v. Cairoli 14

Il contributo all'inquinamento atmosferico derivante dalla combustione del legno ed altre tipologie di biomassa.

9 giugno 2011

*Dipartimento Provinciale di Pordenone
ARPA FVG
Palmanova - Italy*

*Della Donna Elena, Delli Quadri Francesca, Stel Fulvio, Turolfo
Fabiano, Daris Fulvio*



Definizione Biomassa

Con il termine **biomassa** si intende **qualsiasi sostanza di matrice organica, vegetale o animale, da cui sia possibile ottenere energia, attraverso processi di tipo termochimico o biochimico**. A seconda delle caratteristiche chimico-fisiche le biomasse possono essere convertite in combustibili solidi, liquidi o gassosi potendo così sostituirsi ai combustibili fossili.

- Le biomasse utilizzabili per la conversione energetica di origine vegetale possono derivare:
 - - dalle operazioni di gestione e manutenzione del patrimonio forestale, quali il legname e i sottoprodotti costituiti dalla ramaglia residuale, potature, diradamenti dei boschi;
 - - da scarti dell'industria della lavorazione della legna, come trucioli, segatura e cortecce;
 - - dai residui agro-industriali come paglie di cereali, stocchi di mais, sarmenti di vite, residui di potatura di olivi e in generale degli alberi da frutto, vinacce, sanse esauste, gusci di noccioli, lolla di riso.

Alcune colture industriali utilizzate in precedenza a scopi alimentari sono state convertite a colture per usi energetici come:

- - le colture zuccherine quali la barbabietola, il sorgo zuccherino e il topinambur;
- - le colture ligno-cellulosiche quali la canna gentile, il sorgo da fibra e il discanto;
- - le colture oleaginose costituite prevalentemente da colza e girasole.



La combustione

La combustione della legna è un processo complesso in fase eterogenea, con andamento ciclico e passaggi critici per quanto attiene le emissioni in atmosfera (accensione, spegnimento, carico ecc.)

Avviene in più fasi così riassumibili:

- 1) Degasificazione o decomposizione termica: la legna emette sostanze volatili che, se non ci sono le corrette condizioni termo e fluido-dinamiche, possono sfuggire alla combustione ed arrivare inalterate in aria ambiente. In questa fase si possono formare composti quali benzene, IPA, formaldeide e diossine.
- 2) Gassificazione di tutte le sostanze volatili dovuta all'aumento di temperatura, aumento che viene poi stabilizzato dal calore richiesto per l'evaporazione dell'acqua.
- 3) Ossidazione del carbonio presente in fase solida.

Stima biomasse e tipologia apparecchi

Tabella 1 consumi legna da ardere per riscaldamento (Caserini et al., 2008)

	ENEA 1997	ENEA 1999	APAT 2007
	ton/anno	ton/anno	ton/anno
FVG	586.413	498.722	544.990
ITALIA	21.559.622	14.681.585	19.119.481



Figura 1 Distribuzione percentuale apparecchi a legna (da: Caserini et al., 2008)



Tipologia apparecchi

Tabella 2 Produzione apparecchi combustione biomasse (L'industria Italiana degli apparecchi domestici 2009 - Ceced Italia).

Tipologia apparecchio	2005	2006	2007	2008	2009
Caminetti aperti	56624	50000	44421	38852	30000
Termocamini/inserti chiusi a legna	169888	171429	16211	124809	94000
Termocamini/inserti chiusi a pellet	23315	28571	27020	11842	21000
Cucine economiche	121890	200000	127056	66553	61000
Stufe a legna	84450	90000	79108	72085	92000
Stufe a pellet	102037	280000	166317	131637	150000



Fattori di Emissione

Tabella 3 fattori di emissione per impianti domestici di piccole dimensioni 5-15 kW (da: Hugony, 2010)

	Fattori di emissione g/GJ			
	Caminetto aperto	Caminetto chiuso	Stufa a legna	Stufa a pellet
NO _x	46	81	32	81
CO	5200	1617	2790	300
VOC	360	55	40	12.6
PM (mg/Nm ³)	526	172	131	88.5

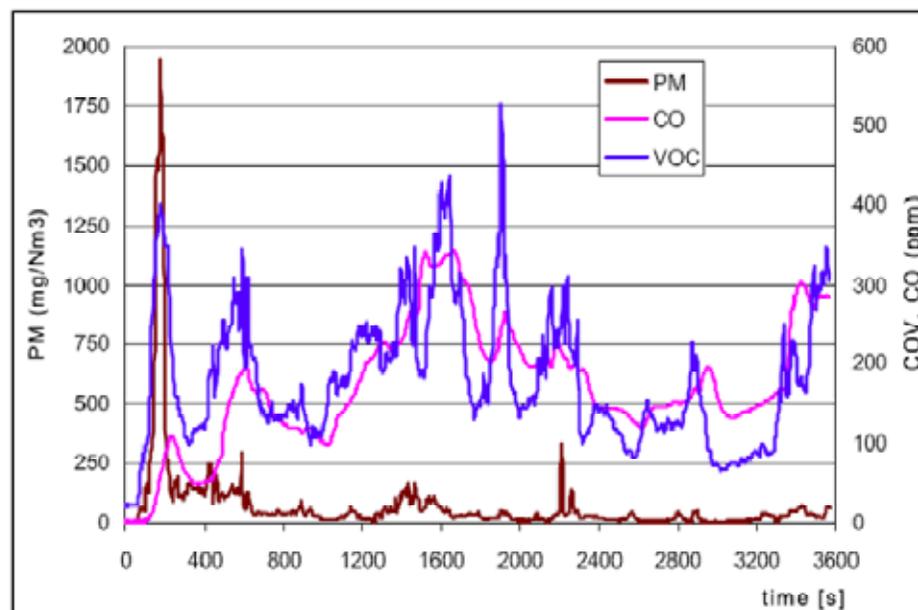


Figura 3 – Emissioni in fasi transitoria da caminetto chiuso (da Hugony, 2010).



Emissione microinquinanti

Tabella 5 Fattori di emissione g/kg di combustibile (da letteratura)

	McDonald et al., 2000	Hedberg et al, 2002
PM_{2,5}	4-9	0.1-2.6
Benzene	0.22-1.19 0.22-0.79 mediana	1.5 media 1.2 mediana
Toluene	0.13-0.32 0.12-0.24 mediana	0.74 media 0.29 mediana
IPA (forma gassosa)	0.043-0.108 0.045-0.121 mediana	
IPA (particolato)	0.036-0.059 0.036-0.064 mediana	
IPA (totale particolato + gas)		0.281 media 0.070 mediana
Benzo(a)pirene	0.00015-0.00034	0.0036 media 0.001 mediana
Fluorantene	0.0018-0.0039 0.0019-0.0044	0.029 media 0.01 mediana
Furani	0.447-1.024 0.434-1.035 mediana	
Formaldeide	0.11-0.245 0.114-0.261 mediana	0.422 0.400 mediana



**Agenzia Regionale per la
Protezione dell'Ambiente
del Friuli Venezia Giulia**
Palmanova, v. Cairoli 14

Emissioni da combustione legna

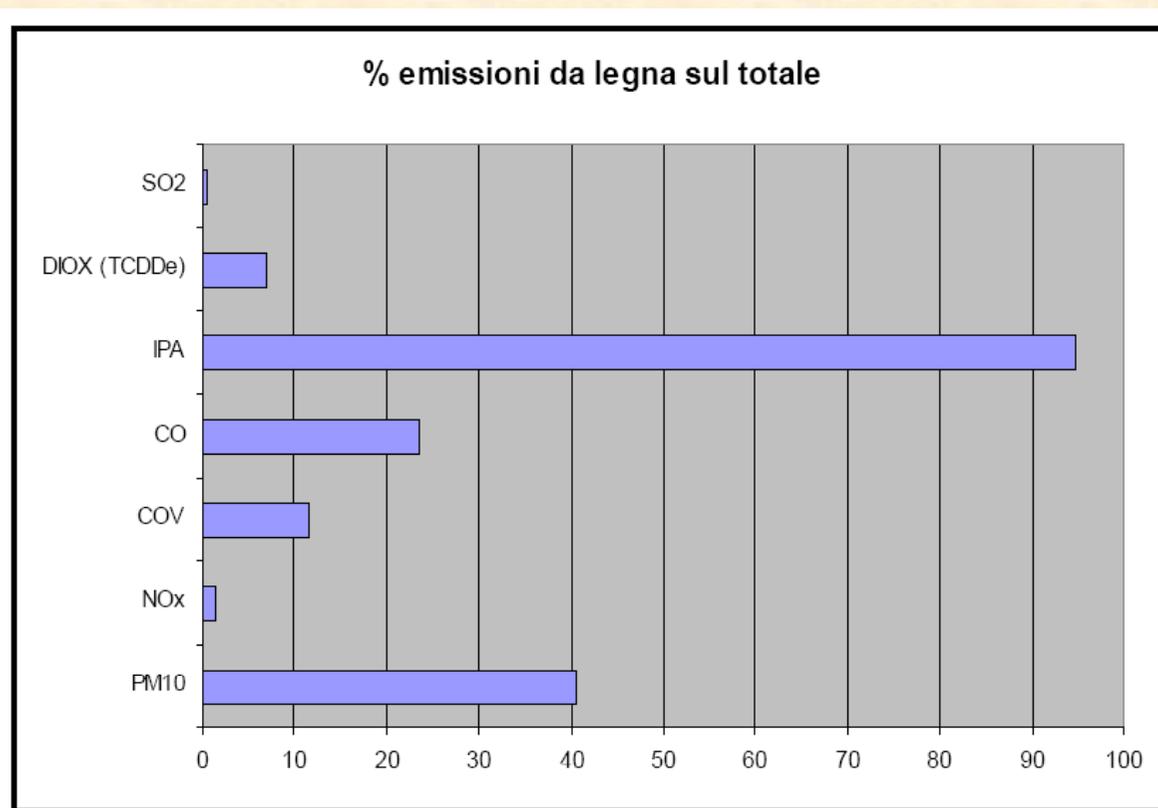


Figura 4 Percentuale emissioni da legna sul totale FVG (INEMAR FVG 2005 vers 112)



Censimento ARPA FVG

- 1) Comune di residenza _____
- 2) Numero di persone che compongono il nucleo familiare
 1 2 3 4 >4
- 3) Età del capofamiglia
 18-30 31-44 45-64 >65
- 4) Quanti componenti hanno un'età inferiore a 18 anni
 nessuno 1 2 3 4
- 5) Tipologia abitazione
 Casa singola Casa in linea / Villetta schiera / Bifamiliare Appartamento
- 6) Superficie totale abitazione: Escluse cantine, garage e soffitte. Espressa in m²
 < 70 70-100 100-150 > 150
- 7) Posizione
 Centro città o paese Periferia / borgo rurale Campagna /abitazione isolata
- 8) Sistemi di riscaldamento dell'abitazione *
- Risposta obbligatoria *
(anche più di una scelta)
- Metano
 GPL
 Gasolio
 Kerosene / Olio combustibile
 Legna / pellet
 Pannelli solari (termico/ fotovoltaico)
 Energia elettrica: resistenza (escluse stufette-bagno e condizionatori)
 Energia elettrica: pompa di calore
- 9) Altro sistema di riscaldamento dell'abitazione: _____

- 13) Numero di impianti a biomassa (legna o pellet) presenti nell'abitazione?
 1 2 3 > 3
- 14) Superficie scaldata a legna o pellet in m²
 < 20 25 - 50 50 - 100 > 100
- 15) Anno di acquisto o di realizzazione degli impianti
 Anno 1° impianto: _____
 Anno 2° impianto: _____
 Anno 3° impianto: _____
- 16) Vi è stato un aumento di utilizzo di questo dispositivo?
 No, sempre costante Sì Se Sì da che anno: _____
- 17) Sistema utilizzato per la combustione della biomassa: *

Risposta obbligatoria *
(anche più di una scelta)

- Camino aperto
 Stufa tradizionale (spolert)
 Boiler a legna
 Caminetto a legna a doppia combustione
 Stube o stufa a Olie o camino ad accumulo
 Impianto/ stufa a pellet
 Caldaia a fiamma rovesciata e/o aspirata e/o soffiata
 Caldaia automatica a pellet o legna
 Camino chiuso o inserto
 Stufa classica a legna



Camino aperto



Stufa tradizionale (spolert)



Boiler a legna



Caminetto a legna a doppia combustione



Stube o stufa a Olie o camino ad accumulo



Impianto/ stufa a pellet



Caldaia a fiamma rovesciata e/o aspirata e/o soffiata



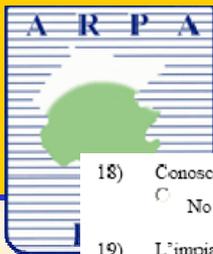
Caldaia automatica a pellet o legna



Camino chiuso o inserto



Stufa classica a legna



**Agenzia Regionale per la
Protezione dell'Ambiente
del Friuli Venezia Giulia**
Palmanova, v. Cairoli 14

Censimento interno ARPA

18) Conosce il rendimento del suo sistema?
 No Sì, se sì quale Espresso in %

19) L'impianto (legna/pellet) è collegato al circuito dell'acqua sanitaria?
 Sì No

20) Tipologia di biomassa utilizzata

Dare una risposta per ogni tipologia (riga).

	Sempre	Spesso	Qualche volta	Mai
Legna da ardere non trattata (tronchetti rami..)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Legno lavorato (es. pezzi di vecchi mobili)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carta e simili (es. imballaggi, tovaglioli..)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Legno cippato (sminuzzato in piccole scaglie 3-5 cm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pellet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Altro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21) Giorni in cui si utilizza più frequentemente la legna/pellet:

- Tutta la settimana
- Lunedì
- Martedì
- Mercoledì
- Giovedì
- Venerdì
- Sabato
- Domenica

22) Intervallo medio delle ore per giorno in cui la stufa/camino è acceso?
 <1 1-2 3-4 5-6 6-8 8-10
 >10

23) Consumo complessivo durante il periodo invernale (ottobre - marzo)
Non inserire più di 1 risposta/e.

quintali (1 quintale = 100 kg)
o
Metri cubi

24) Frequenza annua di approvvigionamento della biomassa (legno o pellet)
 1 2 3 4 5 > 10

25) Luogo di stoccaggio:
 Casa
 Cantina
 All'aperto sotto tettoia
 All'aperto senza tettoia
 Magazzino/baracca o comunque luogo esterno all'abitazione ma al chiuso
 Altro

26) Utilizzate un sistema di riscaldamento a legna in una seconda casa in FVG
 Sì No

27) Soddisfazione del riscaldamento a legna:
 Molto Abbastanza Poco Nulla

28) La legna si utilizza
 Solo per scaldare Solo per cucinare Entrambi gli usi

29) Perché viene usato il riscaldamento a legna:

- Costa meno
- È più ecologica
- Non compro la legna
- Scalda meglio
- Non saprei cos'altro usare
- Tradizione di famiglia
- Perché è bello da vedere
- Migliore per cucinare
- Altro

30) In caso di incentivi statali cambieresti la stufa e/o il caminetto con uno a minor impatto ambientale?

- SÌ anche con contributo inferiore a 500€
- Solo con contributo superiore a 500€
- Solo con contributo superiore a 1000€
- NO in ogni caso

to Qualità
Urbano

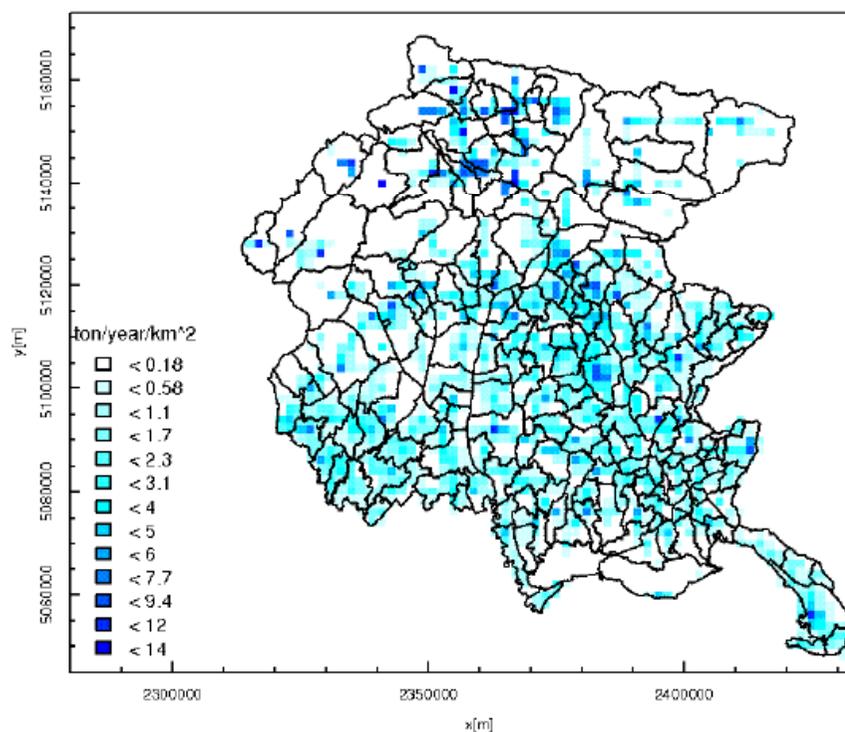


**Agenzia Regionale per la
Protezione dell'Ambiente
del Friuli Venezia Giulia**
Palmanova, v. Cairoli 14

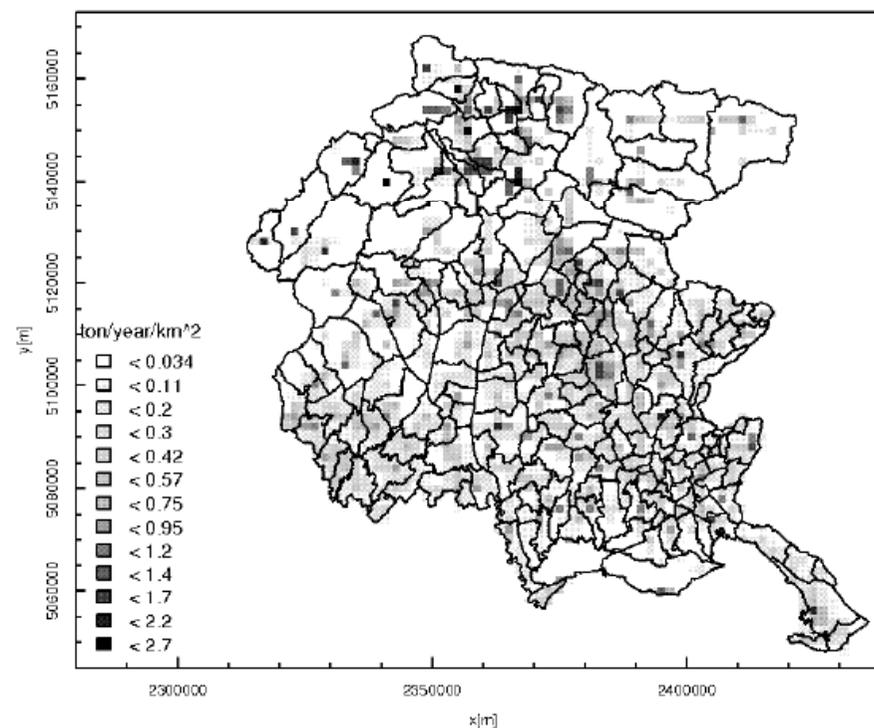
Emissioni in ton/anno/km² (MS2)



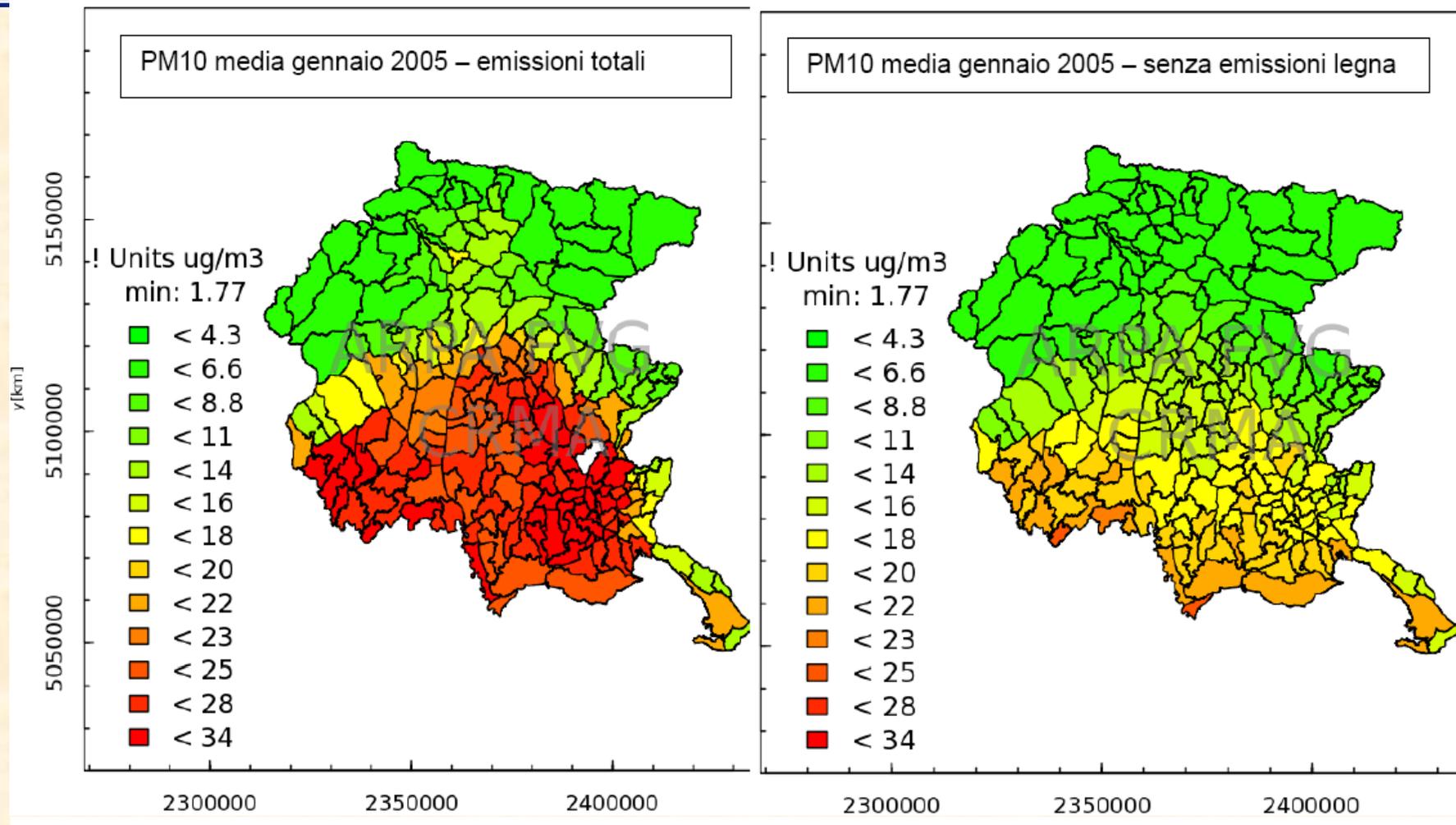
Macrosector 02: COV emissions



Macrosector 02: PM10 emissions

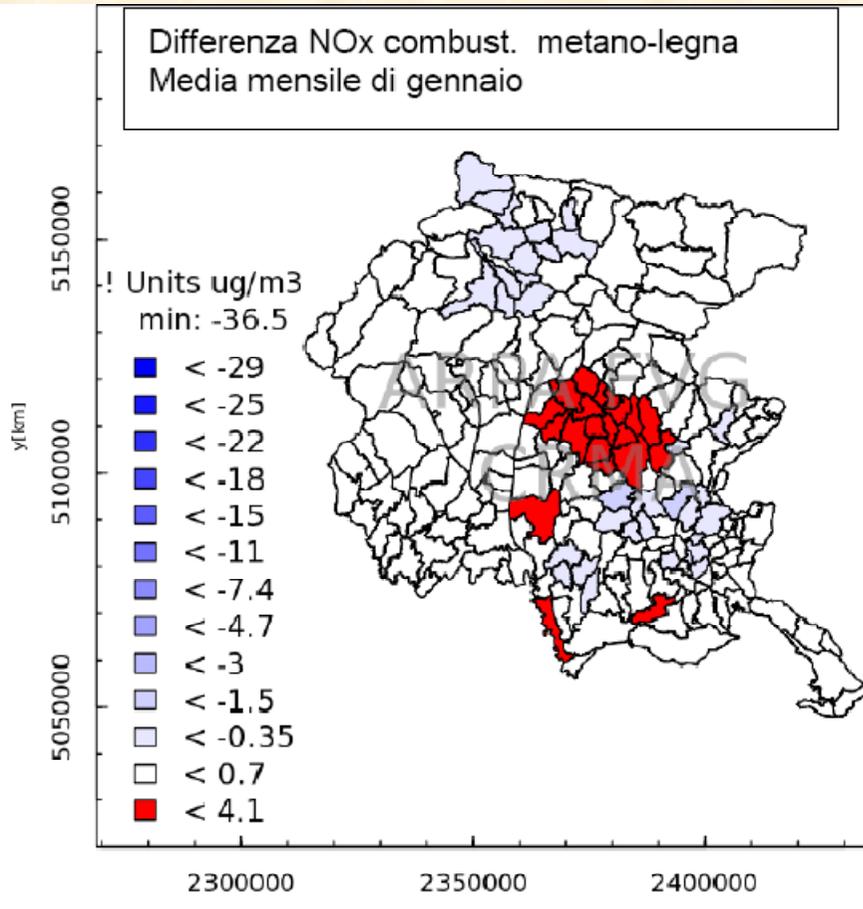
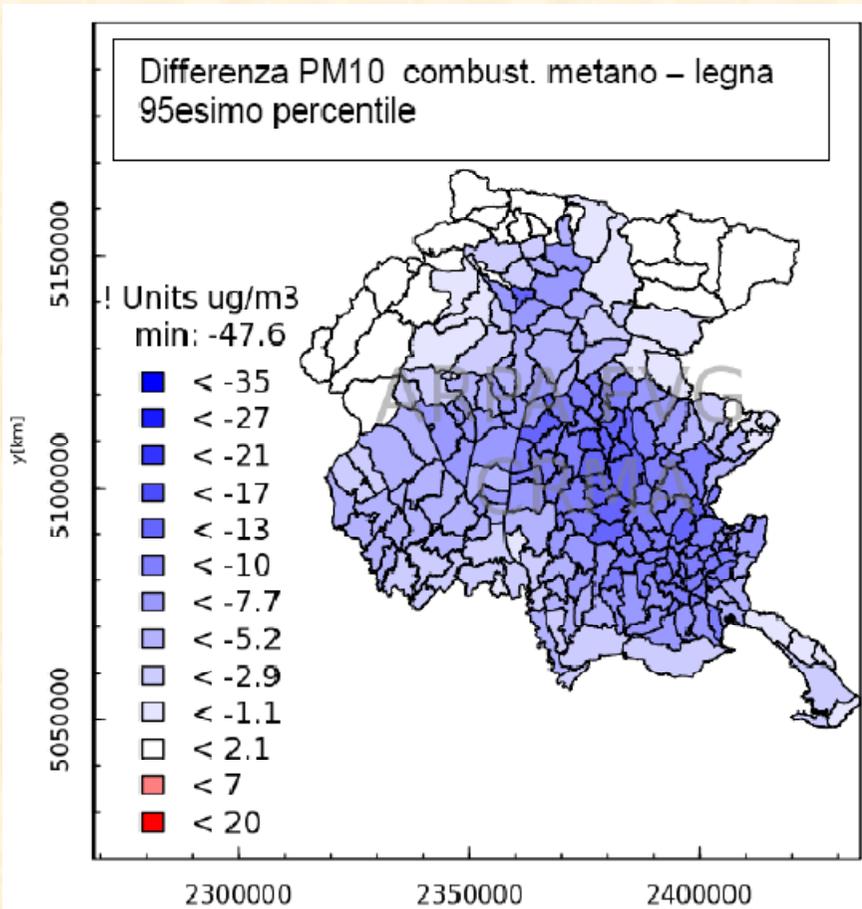


Emissioni con e senza legna.





Esercizi immissivi





Buone pratiche

- utilizzare legna con un basso contenuto di acqua (legna secca)
- controllare periodicamente il tiraggio dei camini (pulizia delle canne fumarie e del raccordo fumi)
- utilizzare pezzi di legna di dimensioni non eccessive, correttamente disposti nella camera di combustione
- effettuare l'accensione della legna dall'alto e non dal basso, cioè disponendo la legna sottile dell'innesco in alto e quella più grossa in basso favorendo la graduale emissione e combustione dei composti volatili.



Conclusioni

- Il potenziale conflitto tra il raggiungimento dei target per le energie rinnovabili (i cosiddetti “20-20-20”) ed il rispetto dei limiti di qualità dell’aria può essere superato, attraverso buone pratiche di utilizzo, il turn over di vecchi impianti con impianti moderni, caratterizzati da bassi fattori di emissione ed eventualmente tramite l’ausilio di sistemi di abbattimento.



...Conclusioni...

- Nel caso della regione Friuli Venezia Giulia, è stata riscontrata un'intensità emissiva (tonnellate anno/km²) riconducibile al riscaldamento domestico maggiore nelle zone pedemontane e montane contro una concentrazione di PM10 critica nella zona centro-meridionale della regione. In un'ottica di risanamento della qualità dell'aria, può essere dunque più opportuno utilizzare comunque la biomassa nelle zone pedemontane e montane, dove questa è facilmente disponibile, puntando verso tecnologie più performanti, sia per efficienza che per impatto ambientale, e ridurre l'utilizzo in pianura e specialmente nelle città dove lo stato della qualità dell'aria è alterato da altre pesanti fonti di emissione (traffico ed attività industriali in particolare).