



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI UDINE  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E AMBIENTALI

# Emissioni in impianti civili per il riscaldamento domestico

*R. Gubiani, G. Pergher, D. Dell'Antonia, D. Maroncelli*

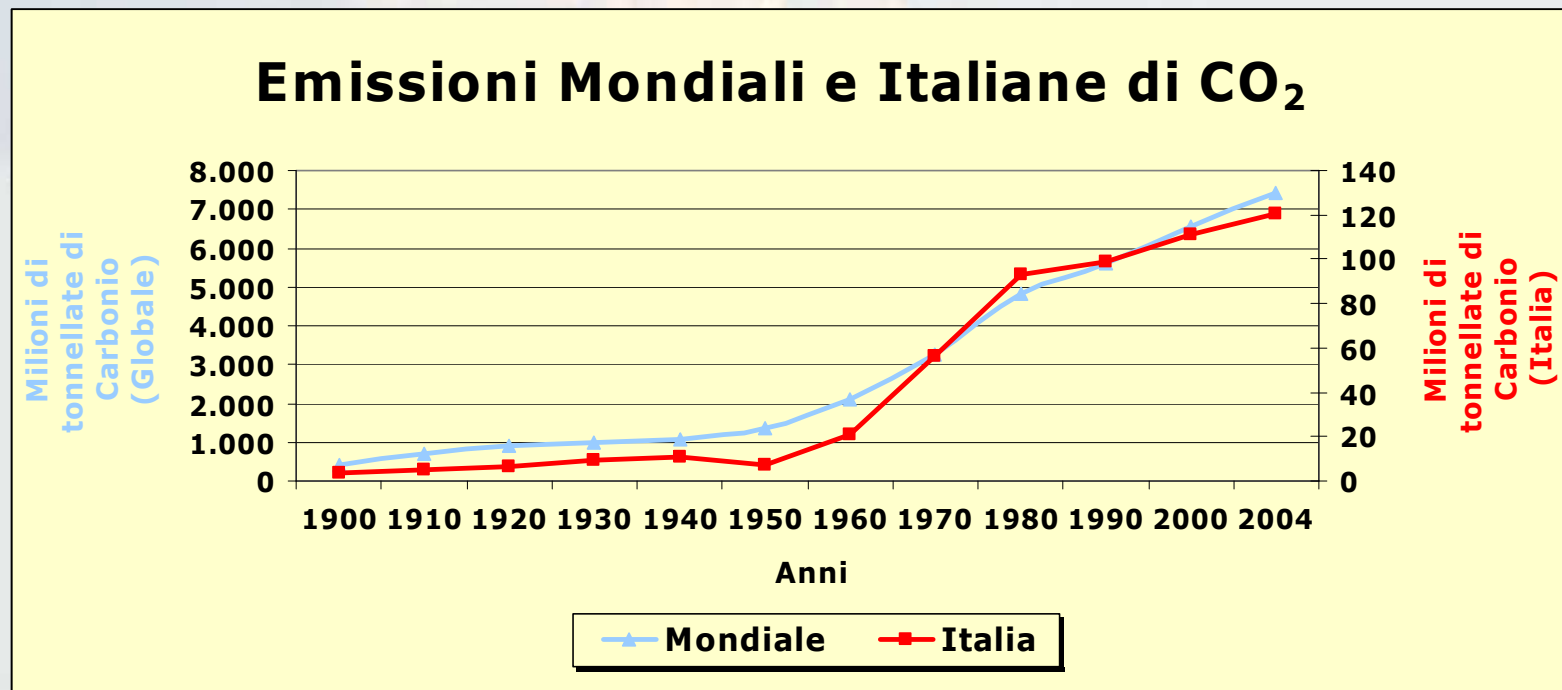
*Convegno Nazionale IV Sezione AIIA*

*La produzione di energia da biomasse agroforestali e'  
sempre una proposta attuale?*

*Azienda Agraria Universitaria "A. Servadei"  
Udine 4 Dicembre 2008*

**Il Protocollo di Kyoto assegna all'Italia un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra, da realizzarsi entro il 2012, del 6,5% rispetto ai livelli del 1990.**

**In questo contesto, la Commissione Europea indica ai governi nazionali e alle altre istituzioni europee, l'obiettivo di abbattere entro il 2020 le emissioni dei gas serra di almeno il 20% rispetto ai livelli del 1990**



**L'agricoltura e le foreste giocano un ruolo importante nel ciclo globale del carbonio, perché possono dare un forte contributo per la riduzione della concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera**

**Nel futuro le emissioni di gas ad effetto serra per la produzione di energia dovranno essere fortemente ridotte per rispettare i limiti di emissione concordati a livello internazionale**



**Sono stati analizzati degli impianti di conversione termica di tipo familiare per quantificare l'ammontare delle emissioni gassose durante la combustione**



# Impianti di conversione termica

**Impianto di combustione a Metano 25-30 kW(t)**



**Impianto di combustione a Mais Granella 25-30 kW(t)**



**Serbatoio di accumulo termico**



**Serbatoio di carico della granella di mais**

# Analisi dei fumi di emissione



**Combustione di biomassa  
in una caldaia familiare**



**Sonda di prelievo nella  
canna fumaria**



**Registrazione dei dati**



**Dispositivo professionale  
di analisi in semicontinuo**

**I valori sono misurati in parti per milione (ppm) e successivamente espressi in  $\text{mg}/\text{m}^3$  in condizioni di riferimento**

**Il Carbonio (C) presente nel combustibile si presenta quasi totalmente in forma di  $\text{CO}_2$  nei fumi di combustione. L'errore è del 4-5% e deriva da piccole percentuali di monossido di carbonio (CO) e carbonio presente nel particolato e nelle ceneri.**



**Grazie a questo rapporto possiamo convertire i dati espressi in  $\text{mg}/\text{m}^3$  in  $\text{mg}/\text{MJ}$  di energia contenuta nel combustibile, in modo da valutare i valori in relazione all'effettiva energia prodotta dall'impianto.**

# **La combustione della biomassa**

**Nel caso ideale la combustione rappresenta la completa ossidazione in anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) e acqua ( $\text{H}_2\text{O}$ )**

**Per le biomasse la combustione avviene in tre fasi principali:**

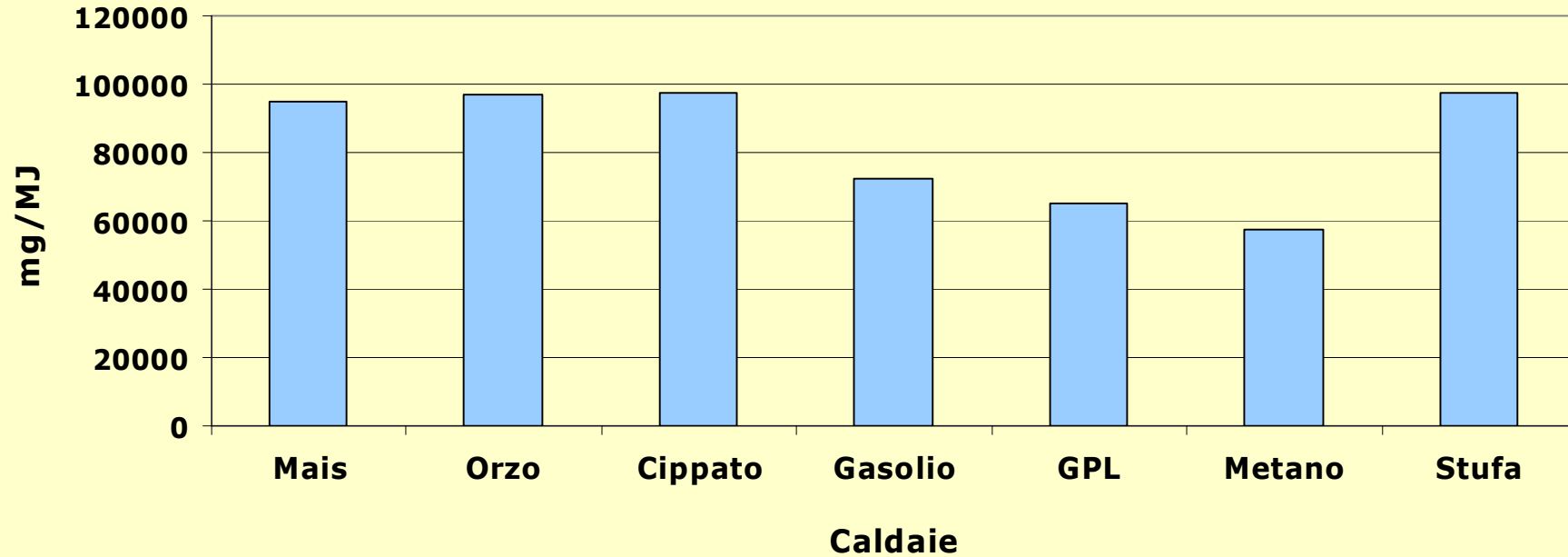
- **essiccazione (evaporazione dell'acqua);**
- **pirolisi-gassificazione (degradazione della biomassa in assenza o parziale presenza di ossigeno);**
- **l'ossidazione del carbone e dei gas combustibili.**



# Proprietà chimico-fisiche dei combustibili

Parametro	Unità di misura	Metano	GPL	Gasolio	Legno vergine di conifera	Legno vergine di caducifoglie	Granella di orzo	Granella di Mais
Carbonio - (C)	wt% (d.b.)	75	82	85,3	50,8	48,8	45,1	45,74
Idrogeno - (H)	wt% (d.b.)	25	18	12,7	6,3	6,2	6,5	6,46
Zolfo - (S)	wt% (d.b.)	-	-	1	0,02	0,02	0,1	0,11
Azoto - (N)	wt% (d.b.)	-	-	-	0,1	0,1	2	1,6
Ossigeno - (O)	wt% (d.b.)	-	-	-	41,9	43,9	44,1	44,49
Umidità	wt% (d.b.)	-	-	-	20	20	14	14
Ceneri	wt% (d.b.)	-	-	-	0,3	0,3	2	1,6
P.C.I.	MJ/kg (d.b.)	47,7	46	43,1	19,1	18,9	17,05	17,7
	MJ/kg (w.b.)	47,7	46	43,1	15,3	15,1	14,7	15,2

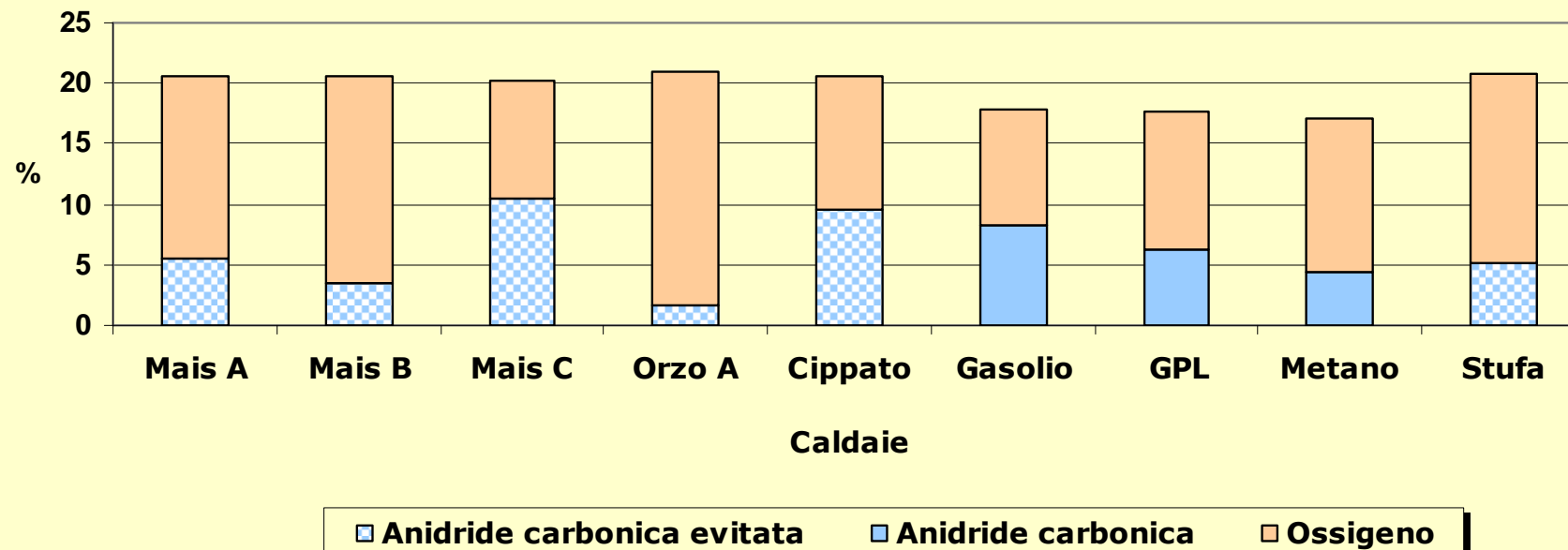
## Emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)



### Emissioni di Anidride Carbonica (CO<sub>2</sub>) mg/MJ

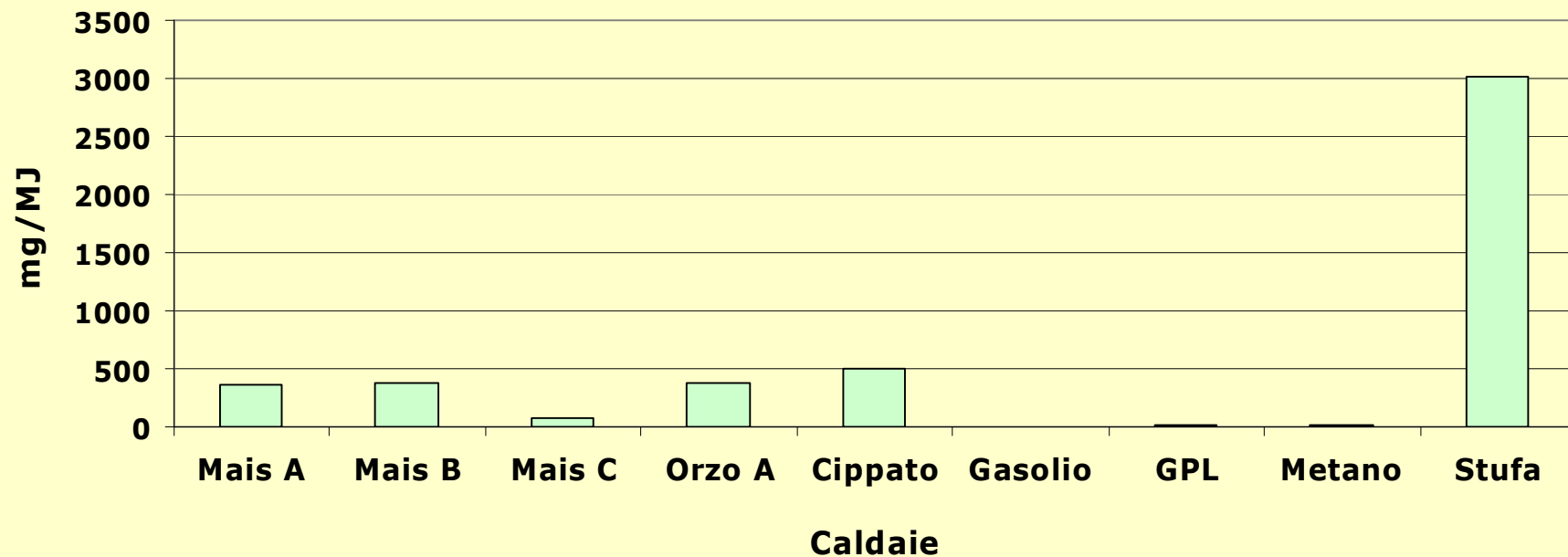
Mais	Orzo	Cippato	Gasolio	GPL	Metano	Stufa
94.753	96.989	97.522	72.312	65.362	57.652	97.522

## Emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e ossigeno (O<sub>2</sub>)



	Mais A	Mais B	Mais C	Orzo A	Cippato	Gasolio	GPL	Metano	Stufa
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>15,1</b>	<b>17,1</b>	<b>9,8</b>	<b>19,3</b>	<b>11,2</b>	<b>9,5</b>	<b>11,4</b>	<b>12,8</b>	<b>15,7</b>
<b>O<sub>2</sub></b>	<b>5,4</b>	<b>3,5</b>	<b>10,5</b>	<b>1,6</b>	<b>9,5</b>	<b>8,2</b>	<b>6,3</b>	<b>4,4</b>	<b>5,1</b>
<b>CO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub></b>	<b>20,6</b>	<b>20,7</b>	<b>20,3</b>	<b>20,9</b>	<b>20,6</b>	<b>17,8</b>	<b>17,7</b>	<b>17,2</b>	<b>20,8</b>

## Emissioni di monossido di carbonio (CO)



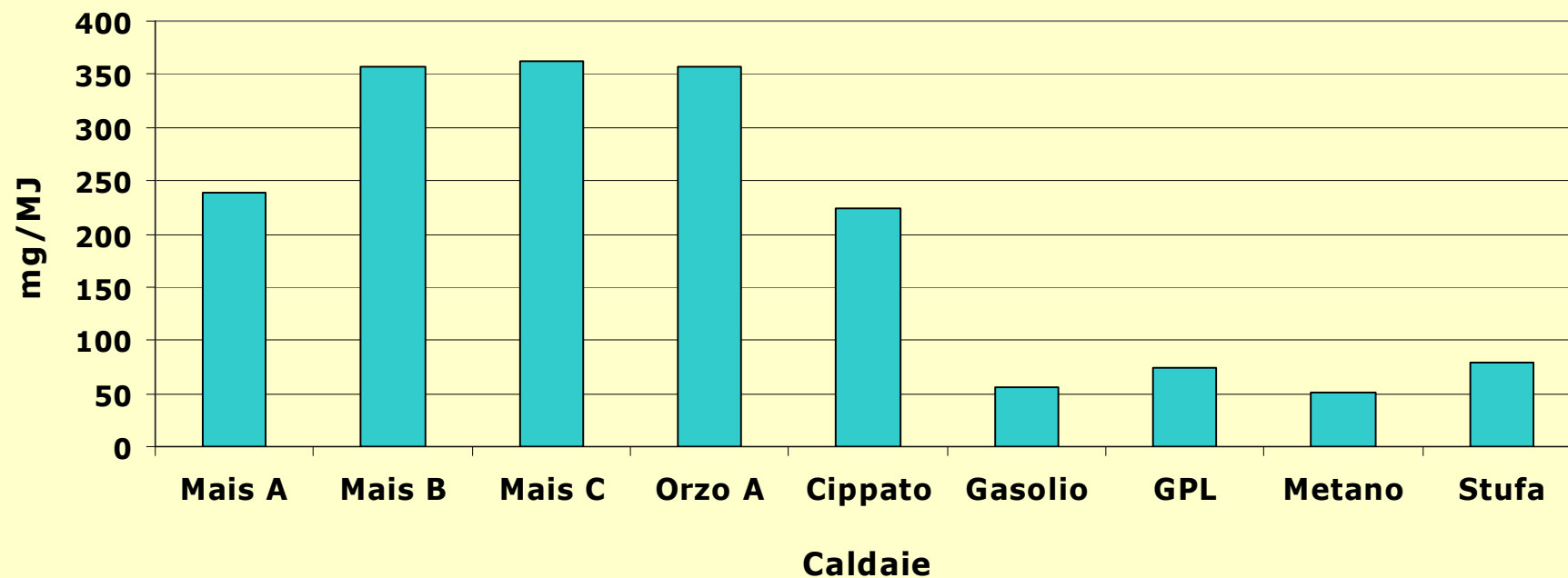
## Emissioni di Monossido di Carbonio (CO) mg/MJ

Mais A	Mais B	Mais C	Orzo A	Cippato	Gasolio	GPL	Metano	Stufa
366	378	80	386	499	2	16	22	3.020

## **Meccanismi responsabili della formazione degli NO<sub>x</sub> durante la combustione:**

- **Thermal NO<sub>x</sub>, con una reazione fra l'azoto atmosferico e i radicali dell'ossigeno a temperature superiori ai 1.300°C;**
- **Prompt NO<sub>x</sub>, che si forma con l'azoto atmosferico sopra i 1.300°C con basso ossigeno e in presenza di idrocarburi;**
- **NO<sub>x</sub> che si forma per ossidazione dell'azoto contenuto nel combustibile, che aumenta all'aumentare dell'azoto contenuto nel combustibile (temperatura di combustione fra 800-1.200°C).**

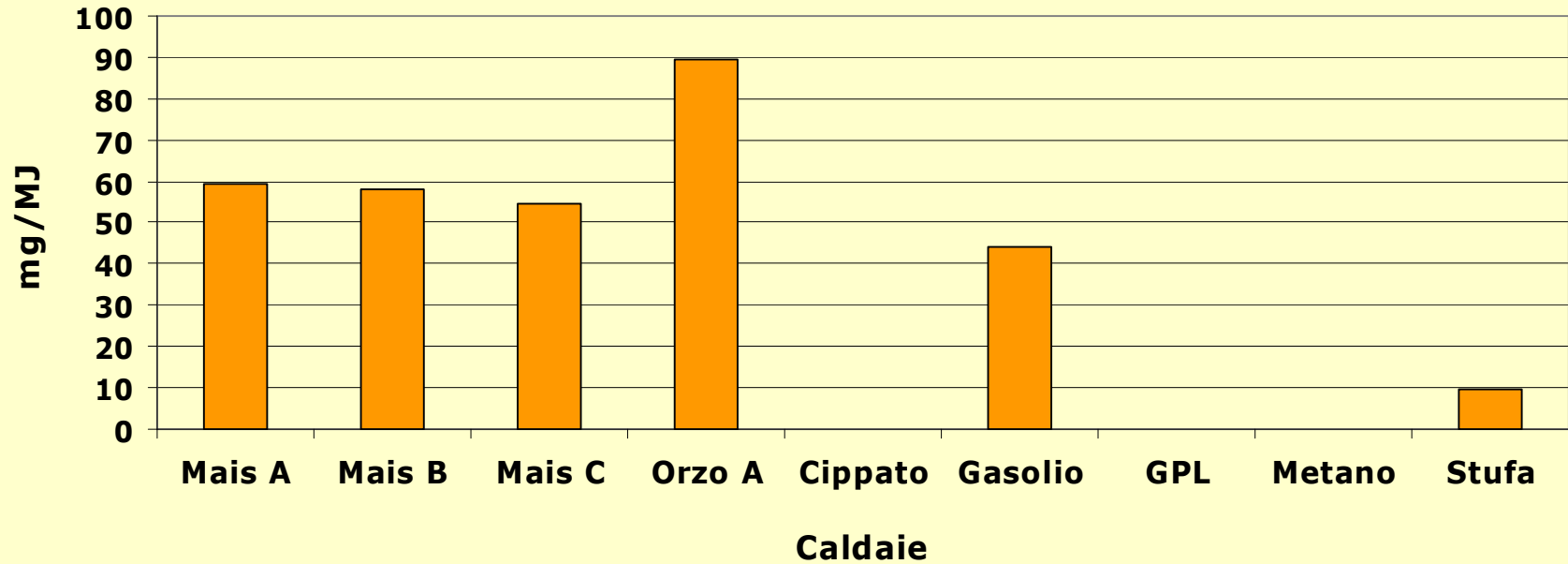
## Emissioni di Ossidi di Azoto (NOx)



## Emissioni di Ossidi di Azoto (NOx) mg/MJ

Mais A	Mais B	Mais C	Orzo A	Cippato	Gasolio	GPL	Metano	Stufa
239	358	362	357	223	56	74	50	78

## Emissioni di Ossidi di Zolfo (SO<sub>2</sub>)



## Emissioni di Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>) mg/MJ

Mais A	Mais B	Mais C	Orzo A	Cippato	Gasolio	GPL	Metano	Stufa
59	58	54	89	0	44	0	0	10

# Conclusioni

- **I dati raccolti hanno evidenziato una minore concentrazione di sostanze inquinanti nei fumi emessi dalle caldaie a combustibile fossile rispetto agli impianti alimentati a biomassa;**
- **carbonio, azoto e zolfo emessi dalla combustione di biomassa a livello locale sono a ciclo chiuso;**
- **forte influenza della tecnologia impiantistica per le caldaie a biomassa in relazione efficienza di combustione e quindi alla riduzione delle emissioni gassose in atmosfera.**



# Grazie per l'attenzione

