



## MHYBUS: i risultati della sperimentazione

Fernando Ortenzi





## Idrometano : quali vantaggi?

### Vantaggi dell'idrogeno :

- migliore velocità di combustione
- migliore efficienza della combustione
- riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>
- riduzione dei consumi energetici



### Svantaggi dell'idrogeno :

- aumento della T di combustione
- incremento delle emissioni di NO<sub>x</sub>
- maggiori oneri energetici per produzione H<sub>2</sub>

Quale % di H<sub>2</sub>?

15%





MHY  
BUS

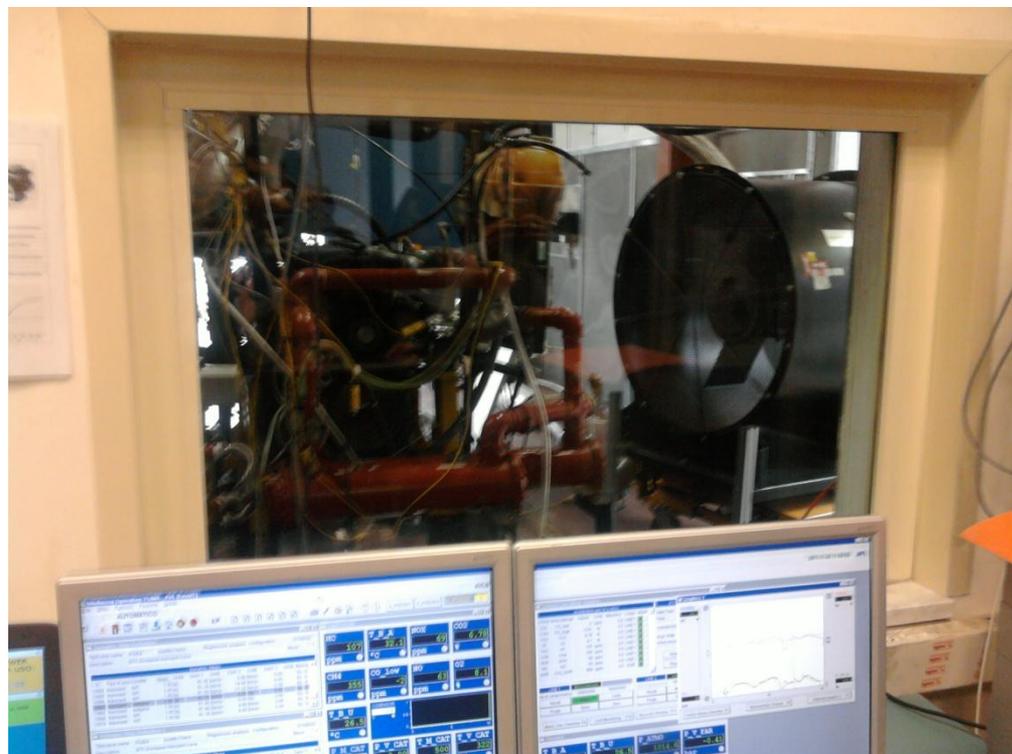
HYDROGEN and METHANE blend for public city transport bus  
Technical demonstrative application and strategic policy measures

MHY  
BUS

Progetto finanziato nell'ambito del Programma LIFE+ 2007-2013, DG Ambiente - Commissione Europea



## Test omologativi presso l'Istituto Motori (11/2011)



Ravenna 27/09/13

MHY  
BUS



# Risultati al banco con ciclo ETC

**Gas naturale**

BSFC	CO2
g/kWh	g/kWh
265	703

**Idrometano**

BSFC	CO2
g/kWh	g/kWh
244	649

**Riduzione**

%	
7.9	7.6

Riduzione % consumi

5.03% riduzione teorica con 15% di H2





MHY  
BUS

HYDROGEN and METHANE blend for public city transport bus  
Technical demonstrative application and strategic policy measures

Progetto finanziato nell'ambito del Programma LIFE+ 2007-2013, DG Ambiente - Commissione Europea



## Sperimentazione su strada

- Su un autobus nel suo reale utilizzo;
- Da Novembre 2012 a settembre 2013;
- 45.000 km totali (200 km/giorno);
- Monitorato quotidianamente:
  - tramite GPS per la posizione;
  - Tramite CAN-BUS per il rilievo di eventuali guasti;
- Monitorato periodicamente:
  - Misura delle emissioni e dei consumi;
  - Indagini endoscopiche del motore;





MHY  
BUS

HYDROGEN and METHANE blend for public city transport bus  
Technical demonstrative application and strategic policy measures

Progetto finanziato nell'ambito del Programma LIFE+ 2007-2013, DG Ambiente - Commissione Europea



## Calcolo dei consumi su strada

### Problema:

- Assenza di un misuratore massico per i rifornimenti di miscela

### Soluzione

- Si è sviluppato un modello di calcolo del rifornimento del veicolo
- Calibrato sulla base dei rifornimenti a metano
- Applicato sui rifornimenti a miscela





MHY  
BUS

HYDROGEN and METHANE blend for public city transport bus  
Technical demonstrative application and strategic policy measures

Progetto finanziato nell'ambito del Programma LIFE+ 2007-2013, DG Ambiente - Commissione Europea



## Modello di calcolo del rifornimento

- Modello di calcolo zero-dimensionale;
- Sviluppato in MATLAB
- Dati di input:
  - Pressione iniziale delle bombole;
  - Pressione finale delle bombole;
  - Temperatura ambiente;
- Tiene conto di:
  - Proprietà reali del gas (fattore di comprimibilità);  $p \cdot V = Z \cdot R \cdot T$
  - Turbolenza del gas all'interno delle bombole;
  - Scambio termico (tra gas e bombola e tra bombola e ambiente);





## Calibrazione modello di rifornimento

Data	P Iniziale	P Finale	T Ambiente	Kg Misurati	Kg Modello	Errore ist. %
12/03/13	101	207	9	72.77	73.1	0.5
13/03/13	98	197	8	67	70.18	4.7
14/03/13	94	209	7	81	80.1	-1.1
15/03/13	95	210	4	77	81.81	6.2
16/03/13	101	214	6	78.6	78.65	0.1
18/03/13	100	207	10	73	73.46	0.6
19/03/13	99	193	12	66.67	65.08	-2.4
20/03/13	83	212	11	88.70	86.36	-2.6
26/03/13	109	208	4	66.42	70.87	6.7
27/03/13	100	210	5	77.14	77.58	0.6
28/03/13	101	205	6	78.83	73.65	-6.6
29/03/13	100	204	7	74.81	73.4	-1.9
				Kg totali		Errore totale %
				901.94	904.24	0.26





## Risultati

Consumo g/km

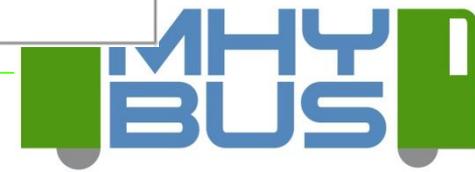
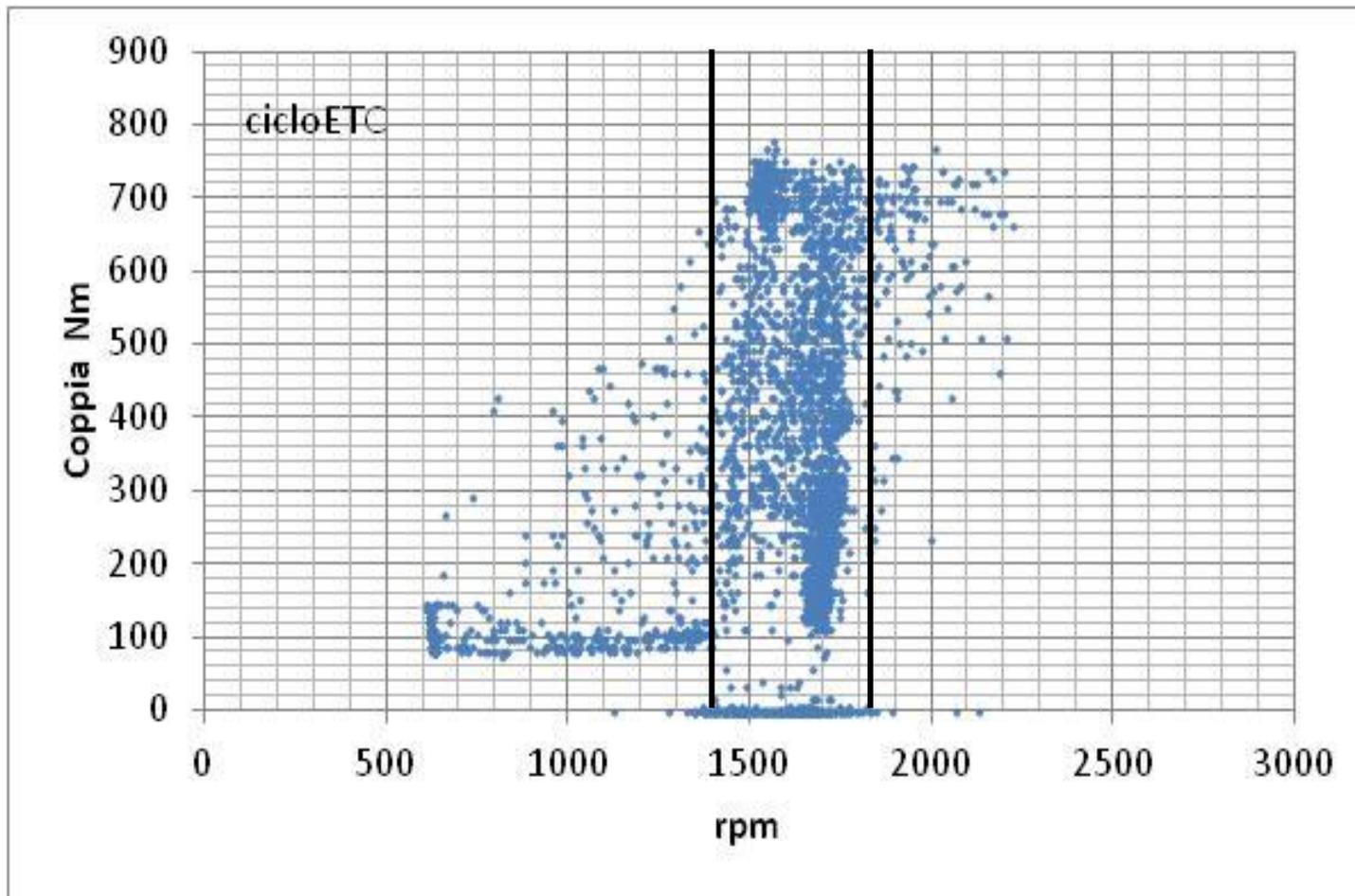
CNG	HCNG 15%
322	285

Riduzione consumo su strada:	11.50%
Riduzione CO2:	13.40%
Riduzione netta della CO2:	7%



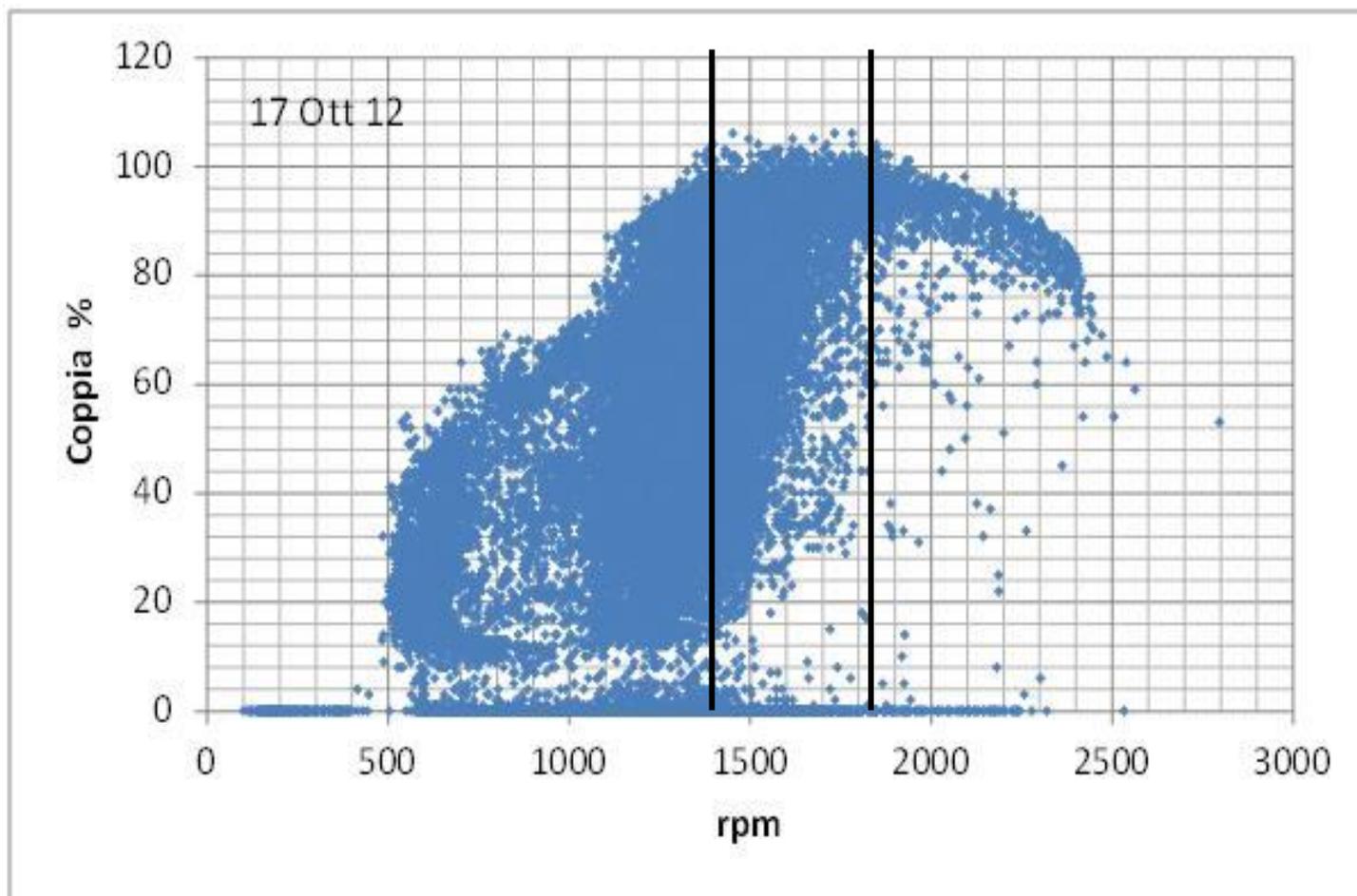


## Punti di lavoro del motore sul ciclo ETC





## Punti di lavoro del motore su strada





## Conclusioni

- Sperimentazione di 45.000 km
- Autobus monitorato quotidianamente e periodicamente per la eventuale acquisizione dei guasti;
- I consumi sono stati calcolati tramite modello e validati con i risultati sperimentali a metano con una accuratezza dello 0.2%
- La riduzione di consumo è di 11.5% mentre per la CO<sub>2</sub> è di 13.4%





HYDROGEN and METHANE blend for public city transport bus  
Technical demonstrative application and strategic policy measures



Progetto finanziato nell'ambito del Programma LIFE+ 2007-2013, DG Ambiente - Commissione Europea



Grazie per l'attenzione!

