

CONVEGNO NAZIONALE: LA SICUREZZA ED IL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE GAS

Savona, 22 Aprile 2008



PROJECT PART-FINANCED
BY THE EUROPEAN UNION

***“Aspetti energetici ed ambientali legati all’utilizzo di
miscele metano-idrogeno in un veicolo industriale:
il progetto europeo BONG-HY”***

MARIA CHIESA



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l’Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



RUOLO DELLE MISCELE METANO-IDROGENO

L'utilizzo di miscele metano/idrogeno (fino a ~ 30% vol) a partire da veicoli convenzionali a metano può:

- ◆ Costituire un “**ponte**” verso l'introduzione dei veicoli ad idrogeno puro, permettendo la creazione di infrastrutture idrogeno prima della diffusione dei veicoli con celle a combustibile
- ◆ Permettere nel **breve termine** e con **investimenti limitati** una **riduzione** significativa delle **emissioni**, sia a livello locale che globale (gas serra)



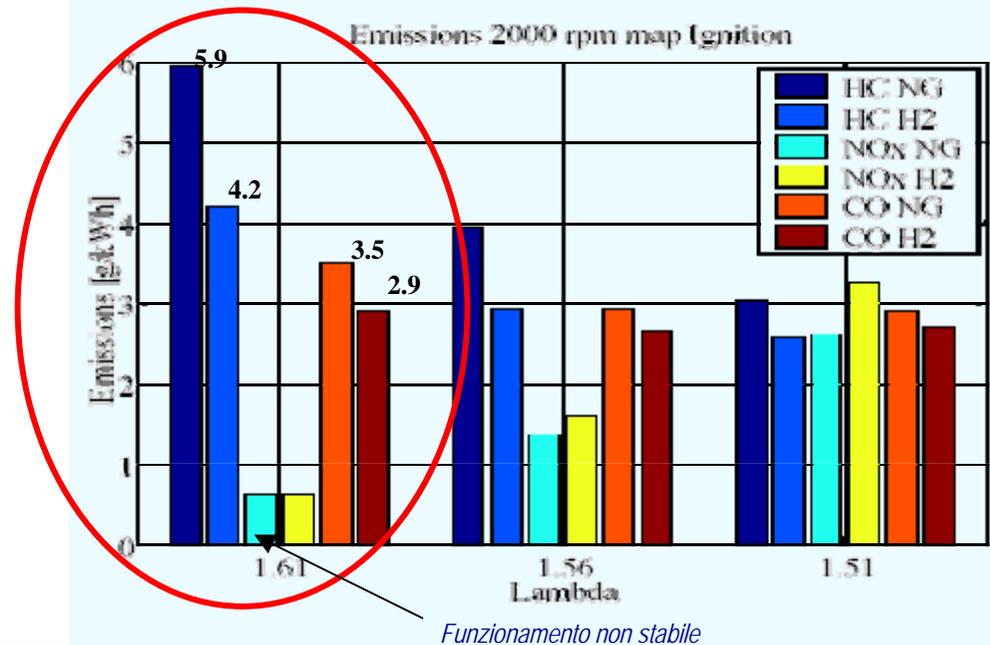
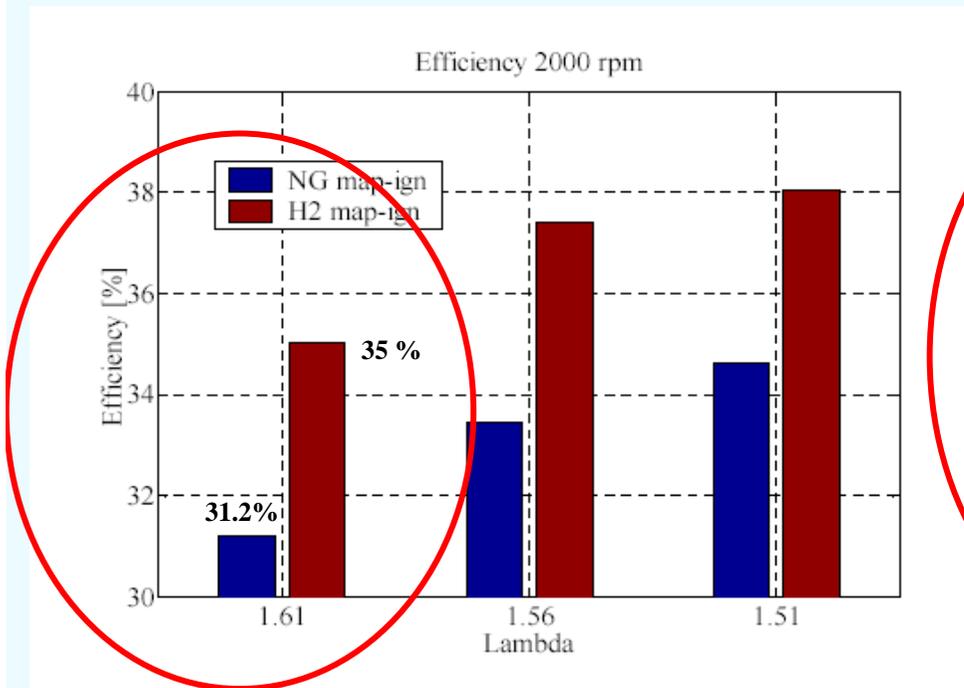
Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



MODELLO DI PARTENZA: L'ESPERIENZA SVEDESE

Efficienza HCNG/ Efficienza CNG = 1,122

Emissioni HC di HCNG/ Emissioni HC di CNG = 71,2%
 Emissioni CO di HCNG/ Emissioni CO di CNG = 82,9%



Dati dal rapporto : "Malmö Hydrogen and CNG/Hydrogen filling station and Hythane bus project"



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
 Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



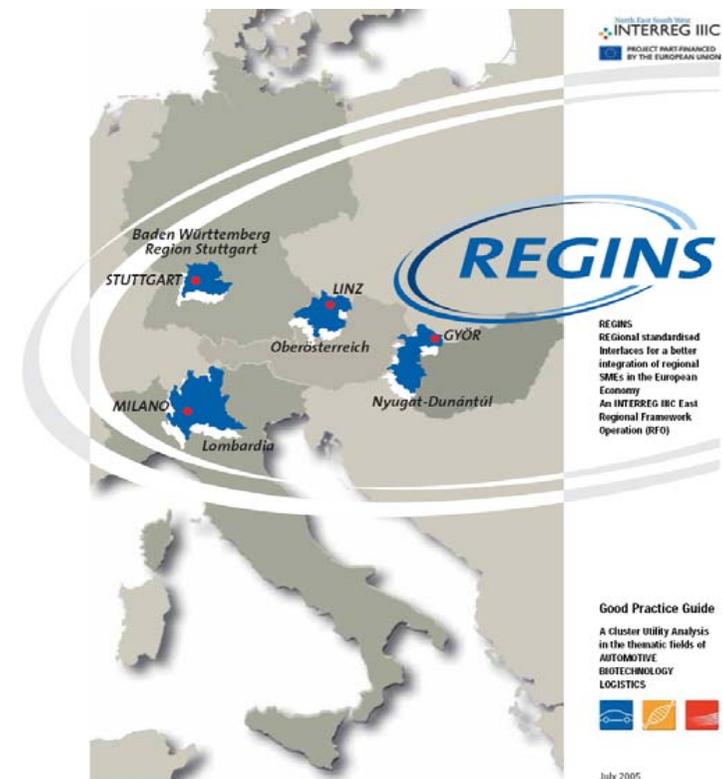
Progetto BONG-HY (parallel application of Blends Of Natural Gas and Hydrogen in internal combustion engines and fuel cells)

Le attività di progetto sono state così suddivise:

Italia: messa a punto e prove sperimentali delle miscele HCNG in motori a combustione interna

Upper Austria: analisi in laboratorio dell'utilizzo di miscele HCNG in celle a combustibile ad ossidi solidi

Baden Wuerttemberg: Analisi dei fattori di degrado delle celle a combustibile austriache e studio delle problematiche legate all'introduzione delle miscele sul mercato



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



PARTNERSHIP DI BONG-HY

PARTNER LEADER (LRPP1)

Università di
Linz
(UAPP1)



Università di
Esslingen (BWPP1)



KIBZ (BWPP2)



Comune di Brescia



External expertise

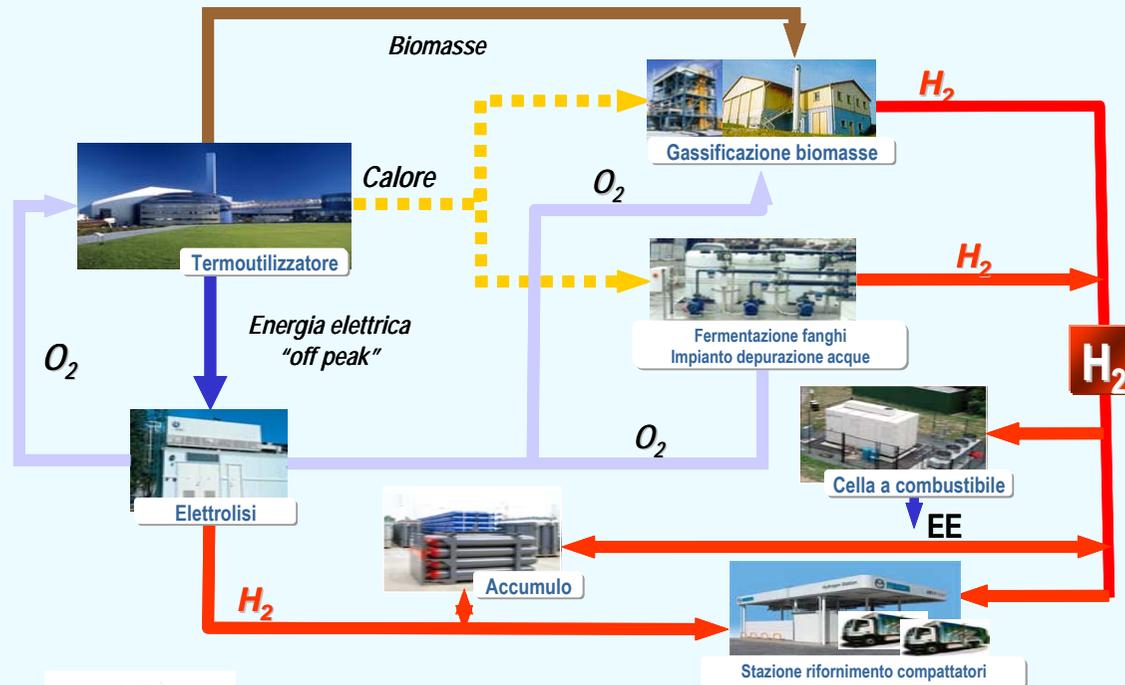


Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



Le attività di BONG-HY sono propedeutiche ad un più ampio progetto di introduzione delle miscele metano-idrogeno nel sistema energetico Bresciano

Brescia Energia e AMbiente Progetto BEAM



Durata: 10 anni

1° fase: Analisi tecnologie

2° fase: Sperimentazione sul campo

3° fase: applicazione su scala reale



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



OBIETTIVI DELLE SPERIMENTAZIONI

LE SPERIMENTAZIONI SONO STATE EFFETTUATE SU UN DAILY ALIMENTATO ORIGINARIAMENTE A METANO DELLA SOCIETA' ASM SPA DI BRESCIA

TUTTE LE PROVE SPERIMENTALI SUL VEICOLO HANNO AVUTO COME **OBIETTIVO LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI ANIDRIDE CARBONICA E LA RIDUZIONE O AL PIU' IL NON PEGGIORAMENTO DELL'EFFICIENZA DEL MOTORE E DELLE SEGUENTI EMISSIONI INQUINANTI :**

- MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)
- OSSIDI DI AZOTO (NOX)
- IDROCARBURI TOTALI (HC)



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



PROVE SPERIMENTALI EFFETTUATE

Le prove effettuate sono state di due tipi:

- Stazionarie (a velocità costante);
- Su CICLO DI GUIDA urbano (CICLO ECE)

Tutti i test sono stati condotti paragonando le prestazioni energetiche ed ambientali del motore a miscela (con un contenuto di idrogeno in volume nel metano pari al 10% e 15%) con quelle analoghe per il metano puro

Le miscele utilizzate hanno operato sia in condizioni stechiometriche ($\lambda = 1$) fino a rapporti aria/combustibile (λ) pari al valore 1.4 (miscele magre)



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



PROVE STAZIONARIE

Sono stati effettuati dei confronti tra le emissioni di gas inquinanti e di anidride carbonica derivanti dall'utilizzo del metano puro o di una miscela stechiometrica/magra contenente il 15% in volume di idrogeno nel metano

Le condizioni operative del motore che sono state analizzate sono le seguenti:

- Regime di minimo
- Velocità costante $V_1 = 15$ km/h
- Velocità costante $V_2 = 30$ km/h
- Velocità costante $V_3 = 45$ km/h
- Velocità costante $V_4 = 60$ km/h.

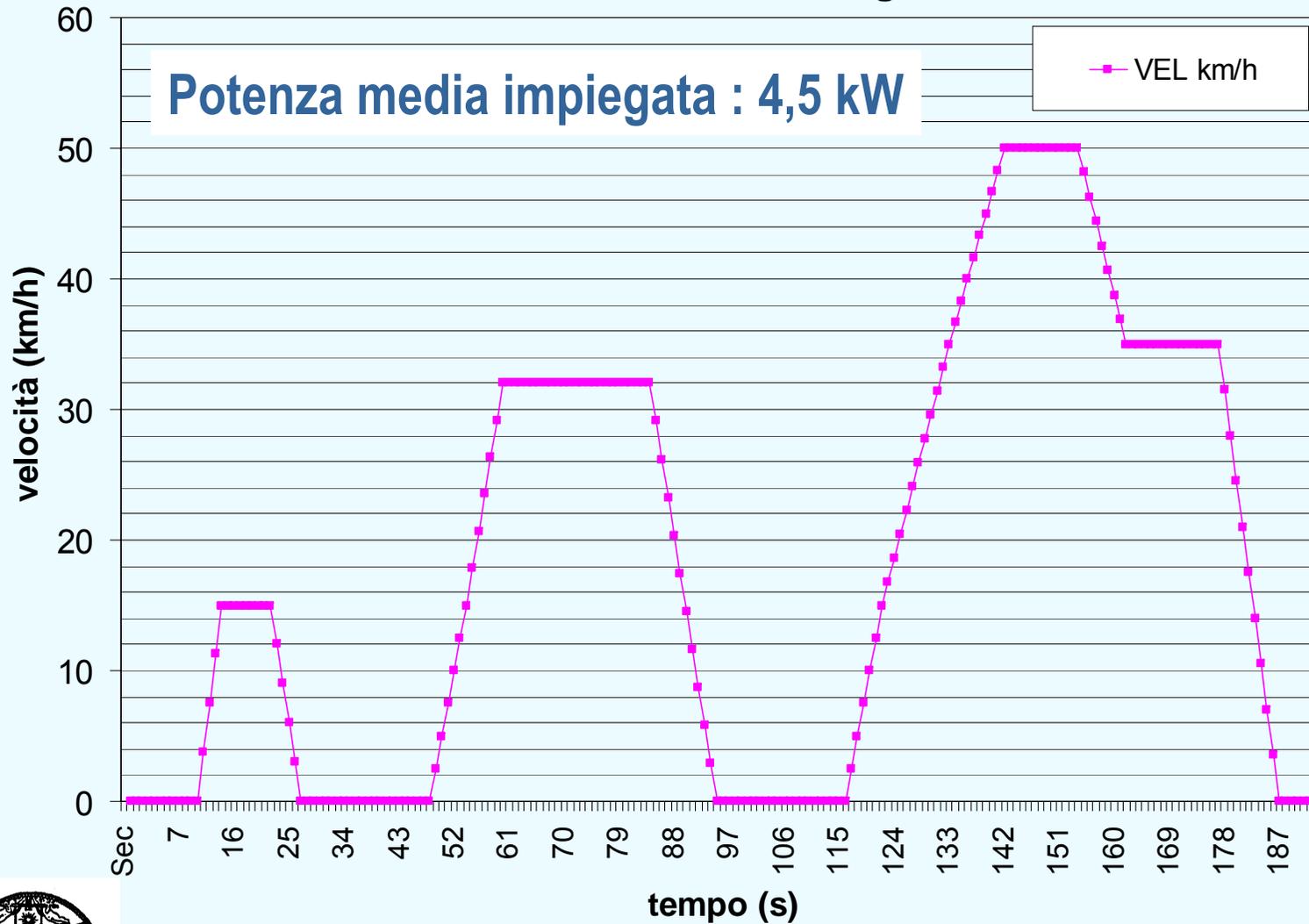


Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



CICLO ECE (URBANO)_ CARATTERIZZAZIONE DELLE FASI

Andamento della velocità del veicolo lungo un CICLO URBANO



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



N° Operazione	Tipo operazione	Accelerazione (m/s²)	Velocità (km/h)	Tempo (s)
1	fermata	0,00	0	11
2	accelerazione	1,04	da 0 a 15	4
3	v costante	0,00	15	8
4	decelerazione	-0,83	da 15 a 0	5
5	fermata	0,00	0	21
6	accelerazione	0,69	da 0 a 15	6
7	accelerazione	0,79	da 15 a 32	6
8	v costante	0,00	32	24
9	decelerazione	-0,81	da 32 a 0	11
10	fermata	0,00	0	21
11	accelerazione	0,69	da 0 a 15	6
12	accelerazione	0,51	da 15 a 35	11
13	accelerazione	0,46	da 35 a 50	9
14	v costante	0,00	50	12
15	decelerazione	-0,52	da 50 a 35	8
16	v costante	0,00	35	15
17	decelerazione	-0,97	da 35 a 0	10
18	fermata	0,00	0	7



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
 Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



CICLO ECE (URBANO)_ CARATTERIZZAZIONE DELLE FASI

PROVE EFFETTUATE:

1) funzionamento del motore alimentato a miscela sic et simpliciter

Risultato: Emissioni molto elevate di ossidi di azoto rispetto al metano

2) Funzionamento del motore con miscele stechiometriche ($\lambda = 1$) ritardando la combustione (variando l'anticipo)

Risultato: ottimizzazione della combustione ritardando l'anticipo di 4 gradi con un arricchimento della miscela del 25% in fase di accelerazione per ridurre le perdite di potenza e le emissioni di gas inquinanti rispetto al metano (NOx inclusi)

3) Funzionamento del motore con miscele magre (fino a $\lambda = 1.4$)

Risultato: Riduzione elevata di CO₂ e di tutti gli inquinanti (ad eccezione degli HC) ma perdite di potenza notevoli del veicolo

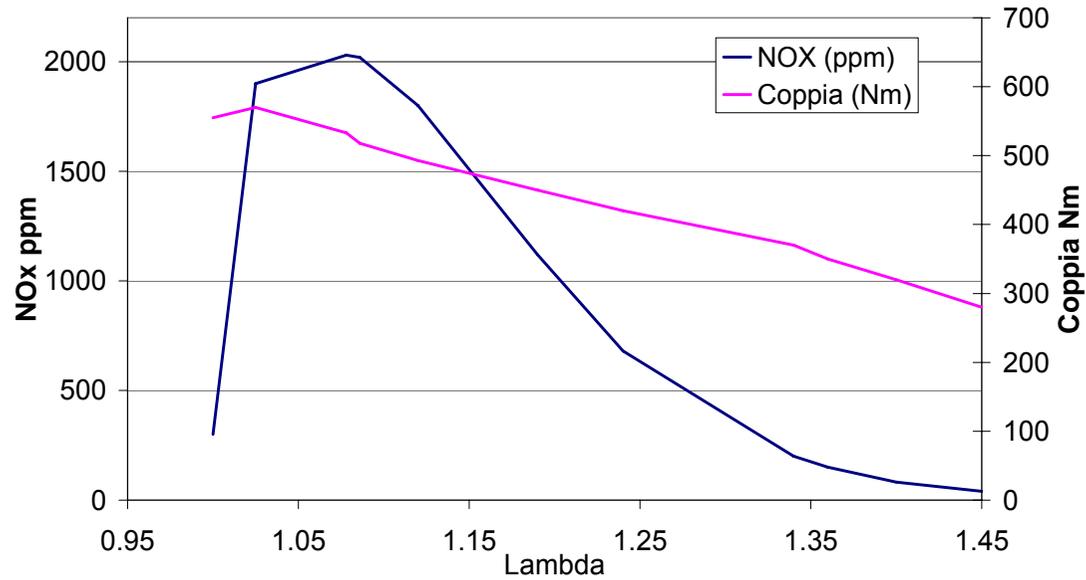


Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia

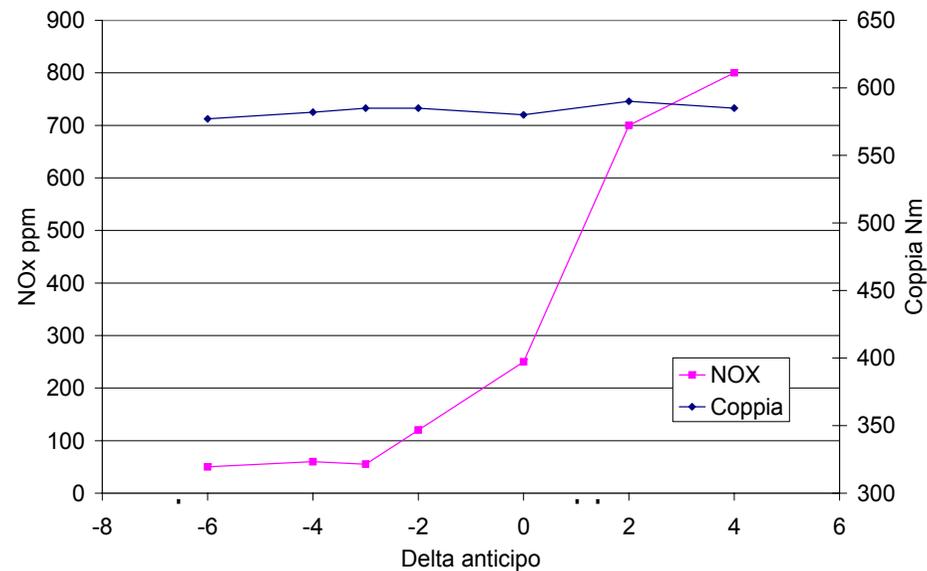


CICLO ECE_MESSA A PUNTO DEL MOTORE

EMISSIONI DI NOX IN FUNZIONE DI LAMBDA



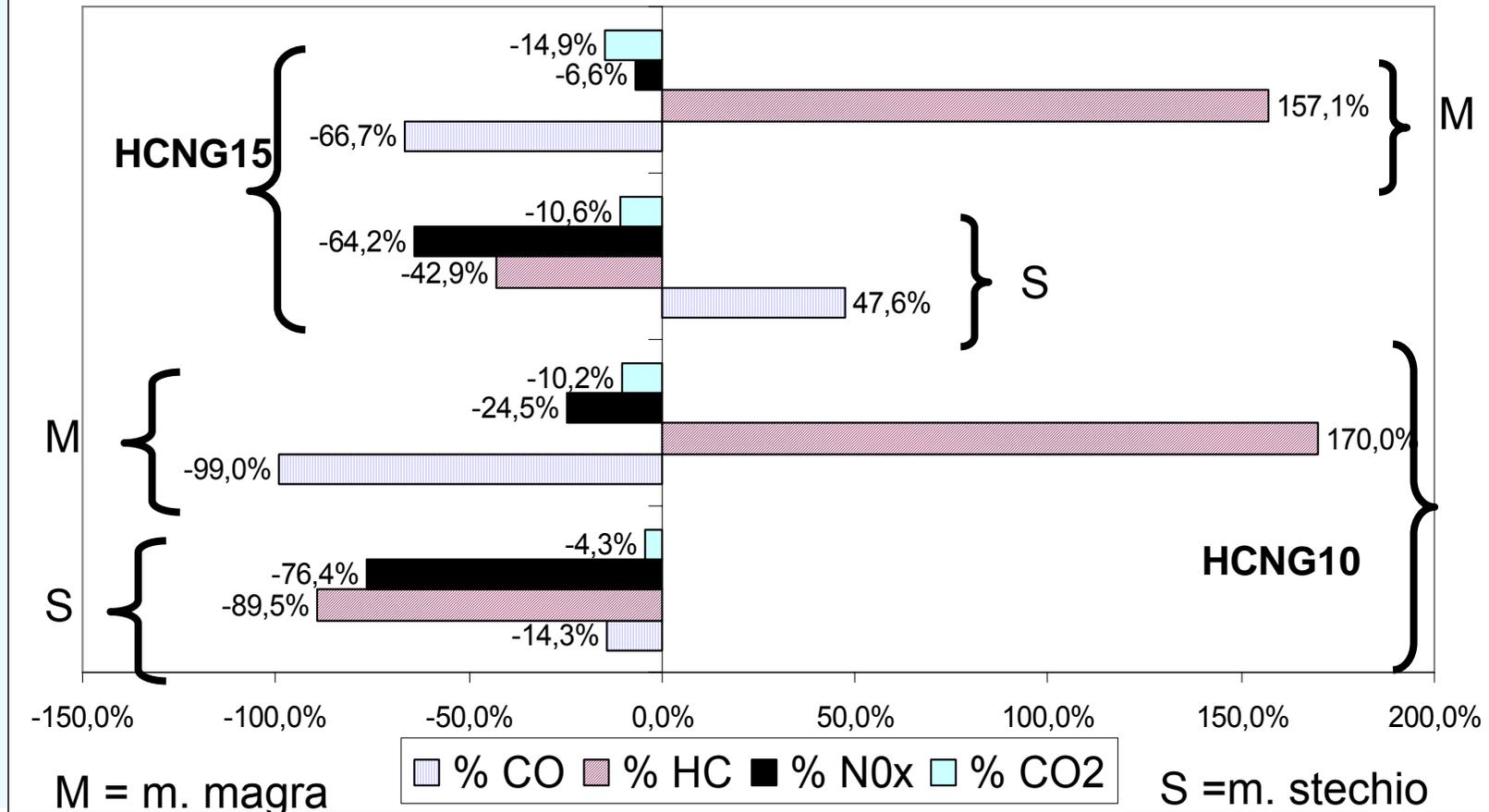
VARIAZIONE DELLA COPPIA IN FUNZIONE DELL'ANTICIPO



CICLO ECE _ EMISSIONI



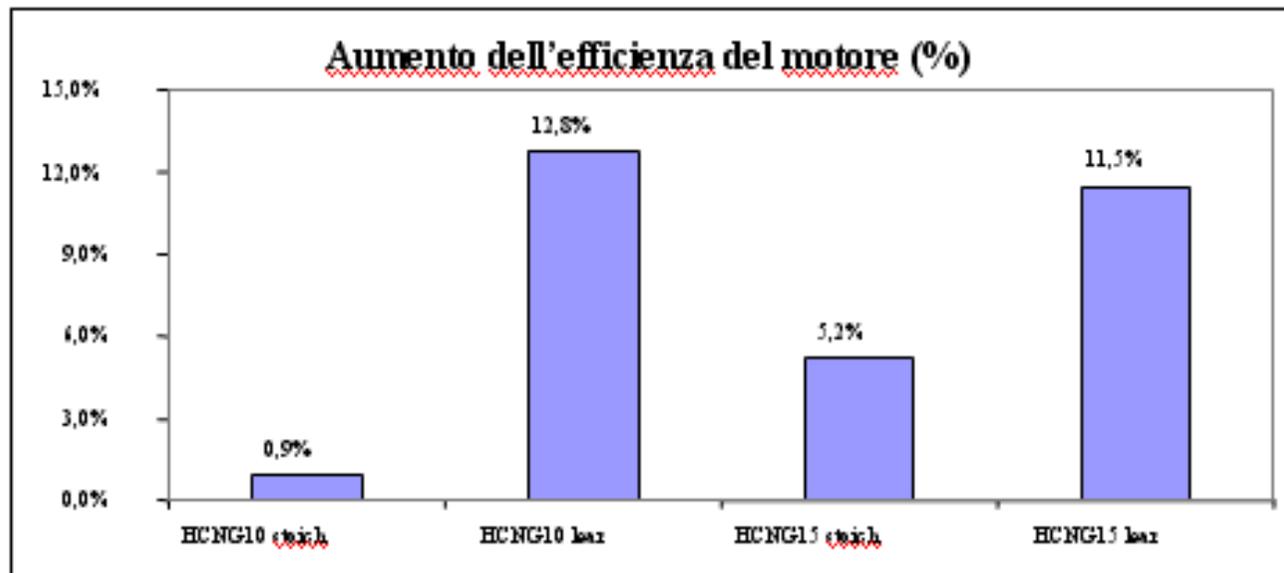
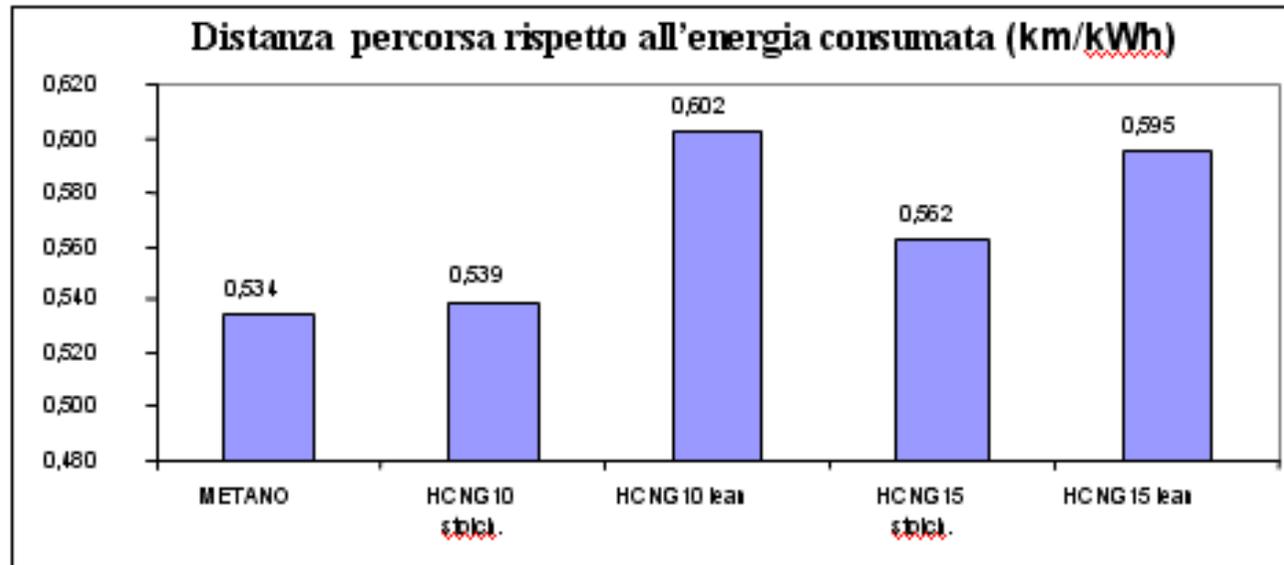
**Variazione % delle emissioni secondo un'analisi TTW :
confronto tra le miscele (HCNG) e il metano puro**



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



CICLO ECE _ EFFICIENZA



Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



CICLO ECE_EMISSIONI ED EFFICIENZA

Per quanto riguarda le emissioni di anidride carbonica in particolare.....

.....confrontando l'utilizzo del metano con l'uso di miscele 85%CH₄-15%H₂.....

	CH ₄	85%CH ₄ -15%H ₂ (miscela stechio)	85%CH ₄ -15%H ₂ (miscela magra:λ = 1.4)
EMISSIONI CO ₂ (g/km) :	390 g/km	330g/km	312g/km
RISPARMIO NETTO CO ₂ :		15,4%	20%
Diversi contributi:			
Sostituzione di atomi di C con atomi H:		2%	2%
Maggiore potere calorifico della miscela:		3%	3%
Maggiore rendimento del motore ICE:		10.4%	15%



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



CONCLUSIONI

Le analisi sperimentali condotte hanno dimostrato l'efficacia dell'applicazione di miscele metano-idrogeno in un motore a combustione interna tradizionale alimentato originariamente a metano sia in termini energetici che ambientali.

La condizione ottimale di esercizio di un veicolo industriale soggetto ad un ciclo di guida urbano caratterizzato da frequenti "stop and go" è data dall'utilizzo di miscele stechiometriche variando l'anticipo della combustione e arricchendo il combustibile del 25% in fase di accelerazione.

In questo modo si ottengono dei benefici ambientali significativi rispetto all'utilizzo del metano puro sia in termini di emissioni inquinanti che climalteranti senza limitare troppo le prestazioni del veicolo in termini di potenza erogata durante il suo ciclo di guida (perdita di potenza massima prevista: 10%)



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



SVILUPPI FUTURI DEL PROGETTO

Eventuali sviluppi futuri del progetto prevedono le seguenti azioni :

- **la valutazione delle prestazioni motoristiche e di inquinanti mediante un'ottimizzazione dei parametri motoristici in sala prova motore (light duty vehicle /heavy duty vehicle...autobus urbano, autocompattatore, veicolo per il trasporto delle merci a livello urbano, ecc...)**
- **la modifica dei parametri di combustione al fine di ottimizzare la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti riducendo al minimo le perdite di potenza del veicolo e aumentando l'efficienza del motore a combustione interna (con conseguente riduzione dei consumi di combustibile)**
- **un'eventuale estensione dei risultati ad una flotta di veicoli, creando una stazione di rifornimento sul territorio interessato alla sperimentazione**



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia



Grazie per l'attenzione!!!

Maria Chiesa

**Università Cattolica del Sacro Cuore/CRASL
Via Musei, 41 - 25121 BRESCIA**

E-mail: maria.chiesa@unicatt.it



Università Cattolica del Sacro Cuore – Sede di Brescia
Centro di Ricerche per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia

