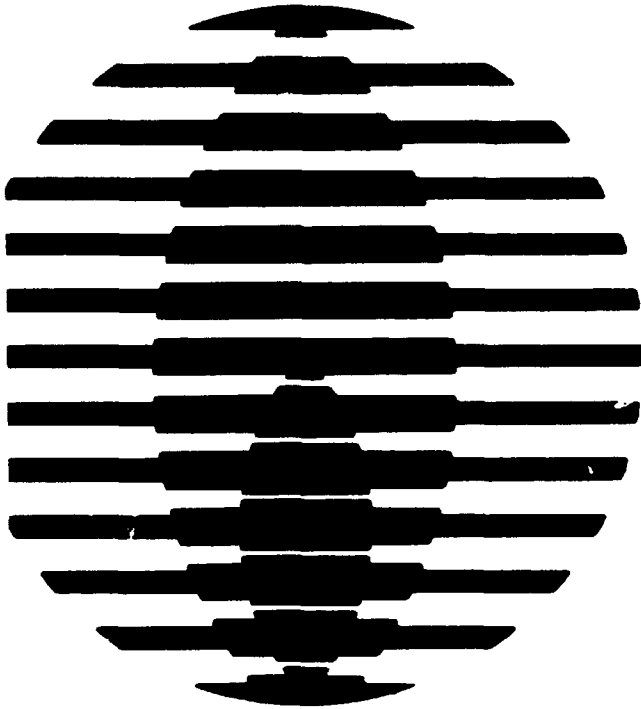


ETDE-IT--93-120.

Sessione 2

Napoli, 25-26-27  
novembre 1992

**UTILIZZAZIONI INDUSTRIALI  
E TRAZIONE**



9300

0594

(CONF-9211224--11).

IT93E0594

## 4° CONVEGNO ATIG

DISTRIBUTION OF THIS DOCUMENT IS UNLIMITED  
FOREIGN SALES PROHIBITED

**L'N. G. V. (Natural  
Gas Vehicles) in  
Europa: uno  
sviluppo possibile**

P. Vettori  
FEDERMETANO  
F. Merigo  
SERTER ENGINEERING

**4° CONVEGNO ATIG**  
**Napoli 25-26-27 novembre 1992**

**L'N.G.V. (NATURAL GAS VEHICLES) IN EUROPA:  
UNO SVILUPPO POSSIBILE**

**(Sessione 2 / Relazione 9)**

**PAOLO VETTORI**  
**Presidente**  
**FEDERMETANO**

**FLAVIO MERIGO**  
**Direttore Studi e Ricerche**  
**SERTER ENGINEERING**

**MASTER**

**DISTRIBUTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED**  
**FOREIGN SALES PROHIBITED** RB

Sessione 2  
Relazione 9

INDICE

INDICE.....	pag.	1
SINTESI.....	pag.	2
ELEMENTI PER L'IPOTESI PROGETTUALE.....	pag.	4
L'EROGAZIONE DEL METANO PER AUTO.....	pag.	7
PROCESSO DI METANIZZAZIONE DEL PARCO CIRCOLANTE.....	pag.	9
INCIDENZA SUI CONSUMI DI METANO E INVESTIMENTI.....	pag.	10
LE RICADUTE AMBIENTALI.....	pag.	10
CONCLUSIONI.....	pag.	18

Sessione 2  
Relazione 9

SINTESI

In molti Paesi, ed in ogni parte del mondo (Nord, Sud America ed Asia), l'N.G.V. viene usato sempre piu' come carburante per la veicolazione pubblica e privata.

In Europa, invece, e' solo l'Italia che mantiene una lunga e consolidata tradizione d'uso e distribuzione. La larga diffusione del metano, supportata dallo sviluppo delle reti distributive nei Paesi della Comunita' Europea, insieme all'accresciuto interesse manifestato verso questo carburante dal punto di vista ambientale, sta' a significare che i tempi sono maturi per l'uso dell'N.G.V. a livello Europeo.

Questa relazione si prefigge lo scopo di esaminare il vantaggio che puo' derivare ad alcuni Paesi Europei, particolarmente avvantaggiati dal punto di vista della disponibilita' di carburante e di infrastrutture, da un uso piu' massiccio del C.N.G. nei trasporti.

L'analisi tende quindi ad ipotizzare i benefici ottenibili sotto il profilo economico, strategico ed ambientale.

Sessione 2  
Relazione 9

Il mondo sta vivendo un periodo di rapidi cambiamenti, indipendentemente dalle latitudini, relativamente alle problematiche che coinvolgono la società (lato sensu) anche dal punto di vista ambientale.

In tale contesto l'energia continua a giocare un ruolo assai importante, al punto che dalla metà degli anni '70 ad oggi abbiamo dovuto registrare, nelle politiche energetiche, i più importanti cambiamenti di rotta e di strategia dovuti proprio a ragioni energetiche ed ambientali.

Il passaggio dal periodo del petrolio "facile" a quello del petrolio "difficile", ha fatto maturare processi di strategia energetica per "diversificare" le fonti di approvvigionamento e ha dato nuovo vigore allo sfruttamento delle risorse "indigene" o comunque alla ricerca di una relativa "autonomia energetica", agendo sia sulla riduzione dei consumi sia sulla loro razionalizzazione, sulla scorta degli effettivi bisogni produttivi e domestici.

Le stringenti problematiche ambientali hanno quindi costretto i Paesi maggiormente industrializzati (con grandi consumi di energia e quindi con consistenti emissioni nocive) a trovare un giusto e razionale compromesso tra salvaguardia dell'ambiente e la necessità di non penalizzare significativamente la "produzione" e lo sviluppo.

Le modifiche imposte dagli eventi socio-economici alle due questioni (energia e ambiente) sono facilmente condensate nello slogan che in questi mesi è stato molto utilizzato per immaginare un futuro diverso.

I Paesi del mondo debbono operare e ingegnarsi per uno "sviluppo sostenibile".

In questa scommessa per il nostro futuro ed all'interno dei nuovi scenari che occorre ridisegnare, il metano si sta rivelando elemento chiave per una strategia di diversificazione delle fonti energetiche "verso il progresso".

In Europa le Nazioni si sono attivate per studiare e mettere a punto sinergie imprenditoriali pubblico-private sia per la realizzazione delle infrastrutture per l'approvvigionamento sia per la distribuzione e la commercializzazione del gas.

Sono state realizzate sul territorio reti di gasdotti, interagenti fra loro, che hanno consentito uno sviluppo consistente dei consumi e agevolato forniture (all'utente finale) sempre più capillari.

Negli ultimi anni lo sviluppo dei gasdotti ha avuto quindi un notevole impulso. Per i 12 Paesi considerati nel nostro lavoro, ad esempio, lo sviluppo dei gasdotti è, a tutt'oggi di 126370 Km.

TAB. 1 - IL QUADRO DI RIFERIMENTO DEL METANO

Paesi	CONSUMI MLD mc	PRODUZIONE MLD mc	RISERVE	METANODOTTI Km
AUSTRIA	6,6	1,4	18,0	3400,0
BELGIO	10,7			3300,0
DANIMARCA	2,1	3,0	167,0	2600,0
FRANCIA	32,5	2,9	35,0	29900,0
GERMANIA O.	65,5	16,2	193,0	30700,0
ITALIA	47,6	17,4	350,0	23000,0
LUSSEMBURGO	0,6			70,0
NORVEGIA	1,9	93,3	2300,0	2000,0
OLAND.	39,0	72,1	1970,0	7300,0
REGNO UNITO	57,2	49,7	540,0	18000,0
SPAGNA	5,9	1,3	20,0	3100,0
SVIZZERA	2,1			3000,0

Lo sviluppo dei gasdotti principali e la capillarità delle reti "domestiche" o "cittadine" hanno quindi reso meno rigida la distribuzione del metano.

Da queste considerazioni sulla logistica del metano nasce l'ipotesi progettuale, oggetto della relazione, di comprendere nella programmazione dei prossimi anni anche un consumo di gas naturale dedicato all'autotrazione, inteso come "carburante verde" per la veicolazione privata, alla stregua della benzina senza piombo utilizzata dalle vetture catalizzate.

#### ELEMENTI PER L'IPOTESI PROGETTUALE

Per poter meglio valutare le potenzialità del metano nella politica energetica dei singoli Paesi, abbiamo ritenuto opportuno riportare lo sviluppo dei metanodotti con la superficie e la popolazione dei singoli Paesi.

Come si può notare dalla tab. 2, Olanda, Germania e Belgio risultano essere quelli più serviti; mentre Germania e Francia quelli che hanno il rapporto più elevato rispetto alla popolazione.

Sessione 2  
Relazione 9

TAB. 2 - METANODOTTI IN RELAZIONE A POPOLAZIONE E SUPERFICIE

PAESE	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	POP. NE ML	METANO. TI/POP metri/pro-capite	METANO. TI/SUPER metri/Km <sup>2</sup>
AUSTRIA	83.850	7,6	0,45	40,55
BELGIO	30.514	9,8	0,34	108,15
DANIMARCA	43.069	5,1	0,51	60,37
FRANCIA	543.988	55,9	0,53	54,96
GERMANIA OVEST	247.989	60,9	0,50	123,80
ITALIA	324.000	57,5	0,40	70,99
LUSSEMBURGO	2.586	0,4	0,18	27,07
NORVEGIA	323.883	4,2	0,48	6,18
OLANDA	33.779	14,8	0,49	216,11
REGNO UNITO	244.030	57	0,32	73,76
SPAGNA	504.750	39,4	0,08	6,14
SVIZZERA	41.288	6,6	0,45	72,66

Sono stati quindi raccolti, nella successiva tab.3 gli elementi statistici riguardanti la consistenza della rete distributiva dei carburanti liquidi esistente in rapporto al parco circolante e alla circolazione.

Dalla loro valutazione sono stati ricavati gli elementi progettuali essenziali a sostegno della tesi di progressiva metanizzazione del parco veicolare circolante. Essa prevede che, in periodo temporale relativamente breve, si realizzi un sistema di rifornimento di metano per autotrazione sufficiente a sostenere la domanda conseguente alla trasformazione del 10% dell'attuale parco circolante. Si e' infatti ritenuto che il 10 % sia un obiettivo che da un lato assicura una penetrazione sufficientemente significativa sul piano dei risultati pur non costituendo uno stravolgimento degli equilibri di mercato dei carburanti tradizionali.

Inoltre le valutazioni relative allo scenario disegnato, consentono agevoli personalizzazioni dei risultati ottenuti adeguandoli alle realta' dei singoli Paesi.

Dai dati riportati in tabella 3 emerge che il progetto ipotizzato in alcuni Paesi, con elevato tasso di circolante e con una consistente rete di distributori e metanodotti ben distribuita nel territorio, sarebbe attuabile e possibile in tempi relativamente brevi.

Sessione 2  
Relazione 9

TAB. 3 - I DISTRIBUTORI DI CARBURANTI RISPETTO A TERRITORIO, POPOLAZIONE E VEICOLI CIRCOLANTI.

PAESE	DENSITA' ab/Kmq	CIRCOLANTE AUTO ML	NUMERO DIS. RI	Kmq PER DIST. RE	VEICOLI X DIST. RE	VEICOLI X Kmq	EROGATC X DISTR. RE
AUSTRIA	90,6	2,9	3.900	21,5	743,6	34,6	1275,0
BELGIO	221,2	3,7	6.300	4,8	587,3	121,3	950,0
DANIMARCA	118,4	1,6	3.250	13,3	492,3	37,1	750,0
FRANCIA	102,8	23,0	27.500	19,8	836,4	42,3	1500,0
GERMANIA OVEST	245,6	30,1	18.100	13,7	1663,0	121,4	970,0
ITALIA	177,5	26,3	31.500	10,3	834,9	81,2	970,0
LUSSEMBURGO	154,7	0,2	150	17,2	1333,3	77,3	1610,0
NORVEGIA	13,0	1,6	2.500	129,6	640,0	4,9	1152,0
OLANDA	438,1	5,4	6.500	5,2	830,8	159,9	1070,0
REGNO UNITO	233,6	22,3	19.500	12,5	1143,6	91,4	1930,0
SPAGNA	78,1	11,5	4.950	102,0	2323,2	22,8	4100,0
SVIZZERA	159,9	2,9	3.900	10,6	743,6	70,2	1480,0

Naturalmente, in alcuni casi, l'ipotesi progettuale si presenta di piu' difficile realizzazione o meno praticabile rispetto ad altri. Questo pero' non ci deve scoraggiare dal disegnare uno scenario globale che veda coinvolti tutti i Paesi presi in considerazione.

Nel contesto si possono individuare le nazioni in cui l'ipotesi trova maggiori probabilita' di successo quali Belgio, Germania, Olanda, Regno Unito, Francia, oltre naturalmente l'Italia che è interessante, se non altro, per il piu' elevato numero di stazioni di rifornimento già in attività sul territorio.

L'analisi dei dati disponibili conferma che il progetto potrebbe risultare assai vantaggioso (per la convergenza di piu' elementi favorevoli concomitanti, quali metanodotti e circolante in rapporto al territorio) soprattutto per Germania e Olanda.

Per valutare il mercato potenziale e il grado di fattibilità del progetto del metano per auto, sono poi stati presi in considerazione, la densità della popolazione, del circolante e dei distributori, in rapporto alla superficie dei Paesi; al fine di valutare il numero di veicoli per distributore e per chilometro quadrato, nonché la superficie di territorio che ogni distributore attualmente serve/copre.

L'Olanda risulta essere la nazione con la maggior densità di veicoli rispetto alla superficie (160 veicoli per Kmq) seguita dalla Germania (121,4) e dal Belgio (121,3).

In altri termini l'opzione di metanizzazione risulta



interessante per quei Paesi che hanno una elevata densità veicolare ed una buona rete distributiva: in Germania infatti risultano circolare mediamente circa 122 veicoli ogni Kilometro quadrato mentre ogni distributore serve mediamente 3,7 Km<sup>2</sup>. Ancora migliore è la situazione dell'Olanda che oltre alla più alta densità veicolare (circa 160 veicoli) ha una rete distributiva strutturata mediamente su di un distributore ogni 5 Km<sup>2</sup>.

In genere, quindi, sembrano esistere notevoli probabilità di successo dell'iniziativa.

#### **L'EROGAZIONE DEL METANO PER AUTO (M.G.V.)**

Prima di procedere oltre, è ora necessario introdurre un concetto innovativo per quanto riguarda l'erogazione del metano per auto. Fino ad ora si è sempre pensato al sistema distributivo del metano composto da stazioni "specializzate" solo per il rifornimento del metano e quindi ad una rete distributiva parallela a quella dei carburanti tradizionali.

In futuro invece bisognerà pensare all'installazione dei soli erogatori, a doppia mandata, all'interno (ove possibile) delle stazioni di carburanti liquidi già esistenti sul territorio. Ovviamente esse (le stazioni) dovranno dotarsi delle apparecchiature necessarie per aspirare il gas dalla rete e comprimerlo fino agli erogatori suddetti, affinché possa essere immesso nelle vetture.

Di seguito si riporta un esempio schematico di inserimento di erogatori di metano in distributori esistenti.

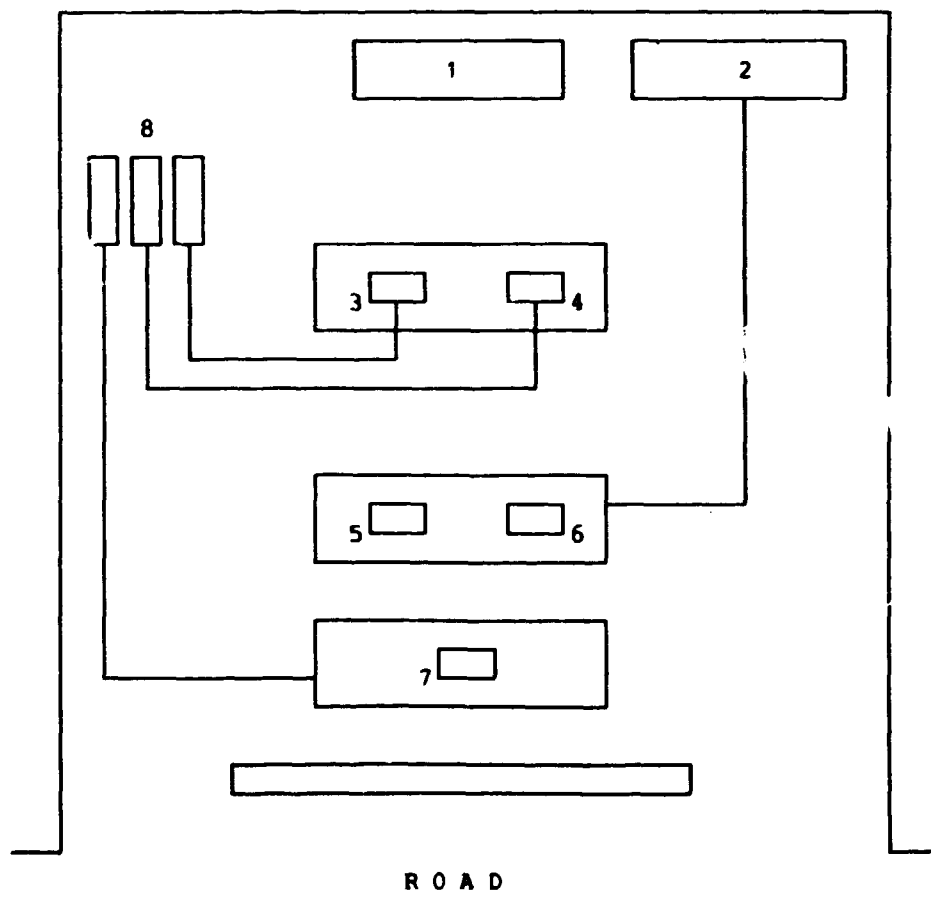
Sessione 2  
Relazione 9

TAV. 1

LEGENDA

- 1 - UFFICI SERVIZI
- 2 - ATTREZZATURA ASPIRAZIONE-COMPRESIONE NGV
- 3 - EROGATORE BENZINA
- 4 - EROGATORE BENZINA SENZA PIOMBO
- 5 - EROGATORE NGV A DOPPIA MANDATA
- 6 - EROGATORE NGV A DOPPIA MANDATA
- 7 - EROGATORE DIESEL
- 8 - SERBATOI CARBURANTI

SCHEMA STAZIONE DI RIFORNIMENTO DOTATA DI EROGATORI NGV



Cio' è possibile grazie alla tecnologia attuale che già dispone di erogatori, ma che si è radicalmente modificata nelle apparecchiature accessorie, quanto a dimensioni (molto piu' ridotte) e alla loro resa (molto piu' elevata e con minori assorbimenti di energia).

In sostanza le compagnie già presenti sul mercato con proprie reti distributive dovrebbero individuare un certo numero di stazioni nelle quali inserire gli erogatori di metano.

**PROCESSO DI METANIZZAZIONE DEL PARCO CIRCOLANTE**

**TAB. 4 - IPOTESI DI SVILUPPO DEL METANO (10 % DEL PARCO CIRCOLANTE)**

PAESE	A	B	C	D	E	F	G	H
AUSTRIA	2,9	290	500	3.900	250	6.600	3,8%	6,4%
BELGIO	3,7	370	700	6.300	350	10.700	3,3%	5,6%
DANIMARCA	1,6	160	300	3.250	150	2.100	7,1%	4,6%
FRANCIA	23	2.300	4.000	27.500	2.000	32.500	6,2%	7,3%
GERMANIA W.	30,1	3.010	6.000	18.100	3.000	65.500	4,6%	16,6%
ITALIA	26,3	2.630	5.000	31.500	2.500	47.600	5,3%	7,9%
LUSSEMBURGO	0,2	20	40	150	20	600	3,3%	13,3%
NORVEGIA	1,6	160	300	2.500	150	1.900	7,9%	6,0%
OLANDA	5,4	540	1.000	6.500	500	39.000	1,3%	7,7%
REGNO UNITO	22,3	2.230	4.000	19.500	2.000	57.200	3,5%	10,3%
SPAGNA	11,5	1.150	2.000	4.950	1.000	5.900	16,9%	20,2%
SVIZZERA	2,9	290	500	3.900	250	2.100	11,9%	6,4%

A - VEICOLI CIRCOLANTI - PASSENGER CARS (MILIONI)  
 B - IPOTESI DI TRASFORMAZIONE A METANO (10% DI A) - MIGLIAIA  
 C - EROGATORI DI METANO A DOPPIA MANDATA  
 D - STAZIONI DI RIFORMIMENTO CARBURANTI ESISTENTI  
 E - IPOTESI DI CONSUMO DI METANO PER AUTOTRAZIONE (milioni di mc)  
 F - CONSUMI GLOBALI DI METANO (MILIONI di mc)  
 G - INCIDENZA PERCENTUALE DEL METANO SUI CONSUMI GLOBALI (E/F)  
 H - PERCENTUALE DI DISTRIBUTORI CARBURANTI ESISTENTI DA ATTREZZARE CON EROGATORI

Nella Tab. 4 colonna C è indicato il numero di erogatori che dovrebbero essere installati, mentre in colonna H viene riportata la percentuale delle stazioni di rifornimento esistenti da coinvolgere nell'operazione di "metanizzazione". Tale percentuale varia dal 4 al 20% dell'attuale consistenza in relazione

alle realtà distributive nazionali.

La colonna B riporta il numero dei veicoli da convertire a metano che, come detto in precedenza, è stato ipotizzato pari al 10% circa dell'attuale parco veicoli circolante di ogni Paese.

Il circolante complessivo per il trasporto di passeggeri della CEE e' di oltre 127 milioni, quindi circa 13 milioni di automobili dovrebbero (potrebbero) essere convertite a metano.

Gli erogatori a doppia mandata da installare in 12.000 stazioni dovrebbero essere circa 24.000.

L'inserimento degli erogatori del metano, proprio perché la rete non viene assemblata come rete distributiva parallela "aggiuntiva" a quella attuale, non dovrebbe costituire una turbativa al mercato, anzi potrebbe apportare alla economicità aziendale o gestionale delle stazioni di rifornimento un ulteriore beneficio per migliorare l'assetto distributivo e lo sfruttamento dei servizi forniti alla clientela. Potrebbe, insomma, essere vista come una ulteriore forma di diversificazione dell'attività economica e, quindi, come una ulteriore fonte di guadagno.

#### **INCIDENZA SUI CONSUMI DI METANO E INVESTIMENTI**

I consumi complessivi dei 10 Paesi considerati sono stati nel '90 di circa 218 miliardi di metri cubi, mentre le riserve, negli stessi Paesi, alla fine del '90 ammontavano a circa 5.800 miliardi di metri cubi. La loro suddivisione è indicata nella Tab. 4 colonna F.

In base all'ipotesi formulata della veicolazione metanizzata a livello del 10% del circolante, si ipotizza un consumo specifico per il trasporto di circa 12 miliardi di mc., corrispondente a circa il 5% del totale.

Una incidenza che in relazione all'elevato valore d'uso sia sul piano energetico che su quello ambientale può giustificare gli investimenti necessari (circa 350000 \$/cad) potendo fruire delle aree distributive e delle strutture commerciali esistenti.

#### **LE RICADUTE AMBIENTALI**

In premessa abbiamo detto che per capire la logica di fondo al nostro progetto occorre pensare al metano per auto con una nuova ottica visuale ossia come un possibile "carburante verde" non in ruolo subalterno alla benzina senza piombo, ma con una addirittura maggiore potenzialità rispetto a quest'ultima.

Esistono però numerose altre ragioni per considerare seriamente un deciso cambiamento delle politiche energetiche nel settore dell'autotrazione considerando che, in tutto il mondo ma specificatamente in Francia, Germania, Italia, Norvegia, Svezia e Regno Unito, sono stimati in consistente aumento i viaggi passeggeri (espressi come passeggeri Kilometro/pro-capite) e poichè è impensabile provocare, nel breve periodo consistenti variazioni nelle abitudini degli automobilisti, bisogna ricorrere ad altri espedienti per ridurre le emissioni nocive da trasporto.

Un rimedio adottato riguarda l'aumento dell'efficienza dei carburanti e dei motori. Si è lungamente dibattuto su quale possa essere il limite di detto miglioramento ma i risultati, sebbene importanti tecnologicamente, non lo sono altrettanto per quanto riguarda il soddisfacimento delle attese. Ad esempio, per quanto riguarda i carburanti a fronte di piccoli miglioramenti qualitativi si dovranno sopportare costi onerosi: un recente studio CONCAWE stima che per rispettare un limite di 0,05 % di zolfo nei gasoli si dovranno sostenere costi compresi tra i 15 ed i 18 \$/tonn di gasolio prodotta.

Per quanto riguarda i motori l'argomento è stato sviluppato da autorevoli fonti (Institute of Transportation Studies (University of California)). Le aziende produttrici di automobili sostengono che è possibile prevedere un miglioramento dell'efficienza delle nuove automobili intorno al 10-15% nei prossimi 15 anni mentre gli ambientalisti ne richiedono il 40-50%. Molti studi in materia ritengono che il miglioramento del 10-15% si possa ottenere a costi relativamente bassi ma che per poter arrivare a più consistenti miglioramenti si dovrebbero sopportare consistenti sacrifici sia per l'aumento di costo dei veicoli sia nel dimensionamento degli stessi. Bisognerà quindi implementare nuove strategie alternative.

Una strategia attualmente in fase di massiccia diffusione è rappresentata dall'uso di marmitte catalitiche trivalenti (per l'abbattimento di CO, HC E NOx). Per inquadrare correttamente il problema bisogna però aggiungere che esistono ben determinati vincoli da rispettare per una buona efficienza di conversione:

- a) la sua temperatura deve mantenersi nell'intervallo 200-900 °C (al di sotto non funziona bene, al di sopra si rovina);
- b) non accetta sostanze come piombo e zolfo che avvelenano irrimediabilmente il catalizzatore;
- c) l'efficienza di conversione crolla repentinamente al di fuori di un ristretto intervallo di valori

Sessione 2  
Relazione 9

del rapporto aria combustibile (l'alimentazione della miscela aria combustibile inviata al motore deve essere quella stechiometrica - rapporto ponderale aria combustibile circa 14,7/1 - per il quale si considera uguale a 1 il "rapporto lambda")

Se la logica è quindi quella di utilizzare ogni mezzo per il contenimento dell'impatto ambientale del traffico automobilistico, ci sembra che l'opzione metano, anche alla luce di questi presupposti, rappresenti un ulteriore significativo vantaggio.

Per avere un quadro di riferimento oggettivo abbiamo raccolto in Tab. 5 i risultati emersi da un recente studio riguardante i Paesi della CEE.

TAB. 5 - DATI AMBIENTALI (ANNO DI RIFERIMENTO 1985 - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI DEL PROGRAMMA COPERT)

PAESE	1	2	3	4	5	6	7
	NOx (Kt)	HC(Kt)	CO (Kt)	CO2 (Kt)	SO2(Kt)	PB(Kt)	PASSENGER CARS
BELGIO	89,1	138,2	931,5	9592	4,4	1,28	3.342.977
DANIMARCA	35	71,7	459,6	4022	1,04	0,23	1.500.951
FRANCIA	502,7	830,2	5314,8	51022	13,89	7,84	21.143.799
GERMANIA OVEST	949,2	1119	6813,7	77430	19,45	4,4	25.844.756
ITALIA	301	781	4746,2	39649	17,52	5,37	22.434.630
LUSSEMBURGO	4,4	6	34,3	407	0,11	0,06	151.048
OLANDA	128,2	189,9	1272,3	12877	3,41	1,65	4.771.600
REGNO UNITO	706,7	1552,3	7327,1	61380	8,59	10,07	17.737.643
SPAGNA	137,9	255,3	1891,9	15742	8,89	2,87	9.273.481
E.C.	2934,2	5117	29798,2	281640	82,62	35	109.933.914

1 - CONTRIBUTO DELLE PASSENGER CARS ALLE EMISSIONI TOTALI DI NOx  
 2 - CONTRIBUTO DELLE PASSENGER CARS ALLE EMISSIONI TOTALI DI HC  
 3 - CONTRIBUTO DELLE PASSENGER CARS ALLE EMISSIONI TOTALI DI CO  
 4 - CONTRIBUTO DELLE PASSENGER CARS ALLE EMISSIONI TOTALI DI CO2  
 5 - CONTRIBUTO DELLE PASSENGER CARS ALLE EMISSIONI TOTALI DI SO2  
 6 - CONTRIBUTO DELLE PASSENGER CARS ALLE EMISSIONI TOTALI DI PIOMBO  
 7 - CONSISTENZA RIVEDUTA DELLA FLOTTA DI VEICOLI 1985 (IN COPERT)

come si può notare il traffico automobilistico privato è responsabile dell'immissione in atmosfera di circa 3 milioni di tonnellate di NOx, di circa 30 milioni di tonnellate di CO e di circa 282 milioni di tonnellate di anidride carbonica (CO2).

Ancora più allarmanti sono i dati riguardanti il contributo del settore trasporti nel suo complesso all'inquinamento atmosferico (tab. 6) (che riportiamo



4.5

5

5.6

6.3

7.1

8

9

10

11.2

12.5



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART  
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS  
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a  
(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)

Sessione 2  
Relazione 9

a puro titolo informativo e per completare il quadro di riferimento anche se non sono l'oggetto specifico del presente studio).

TAB. 6 - DATI AMBIENTALI (ANNO DI RIFERIMENTO 1985 - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI DEL PROGRAMMA COPERT)

PAESE	A NOx(Kt)	B HC(Kt)	C CO(Kt)	D CO2(Kt)	E SO2(Kt)	F PB(Kt)
BELGIO	209,4	173,6	1070,8	15043,0	15,1	1,4
DANIMARCA	117,9	110,6	619,3	8671,0	11,7	0,3
FRANCIA	1146,6	1232,5	6830,4	94576,0	68,3	10,3
GERMANIA	1550,7	1248,0	7527,7	107379,0	71,0	4,7
ITALIA	947,7	1067,0	5701,3	78449,0	98,6	6,4
LUSSEMBURGO	11,7	8,5	44,7	798,0	0,7	0,1
OLANDA	268,1	283,3	1423,3	20438,0	15,9	1,8
REGNO UNITO	1192	1811,1	8184,8	88866,0	37,8	11,4
SPAGNA	451,4	429,0	2734,7	37368,0	61,6	4,2
E.C.	6159,3	6587,6	35538,2	466666,0	407,7	42,4

A - CONTRIBUTO DEL TRAFFICO STRADALE ALLE EMISSIONI NAZIONALI TOTALI DI NOX
B - CONTRIBUTO DEL TRAFFICO STRADALE (COMPRESA LA DISTRIBUZIONE DI BENZINA) ALLE EMISSIONI NAZIONALI TOTALI DI HC
C - CONTRIBUTO DEL TRAFFICO STRADALE ALLE EMISSIONI NAZIONALI TOTALI DI CO
D - CONTRIBUTO DEL TRAFFICO STRADALE ALLE EMISSIONI NAZIONALI TOTALI DI CO2
E - CONTRIBUTO DEL TRAFFICO STRADALE ALLE EMISSIONI NAZIONALI TOTALI DI SO2
F - CONTRIBUTO DEL TRAFFICO STRADALE ALLE EMISSIONI NAZIONALI TOTALI DI PIOMBO

In tabella 7 abbiamo calcolato le medie di immissioni inquinanti attribuibili annualmente ad ogni veicolo privato nei diversi Paesi:



Sessione 2  
Relazione 9

TAB. 7 - STIMA DELLE MEDIE DI EMISSIONE DELLE PASSENGER CARS

PAESE	1	2	3	4	5	6
	NOx(Kg)	HC(Kg)	CO(Kg)	CO2(Kg)	SO2(Kg)	PB(Kg)
BELGIO	26,7	41,3	278,6	2869,3	1,3	0,4
DANIMARCA	23,3	47,8	306,2	2679,6	0,7	0,2
FRANCIA	23,8	39,3	251,4	2413,1	0,7	0,4
GERMANIA OVEST	36,8	43,3	263,6	2996,0	0,8	0,2
ITALIA	13,4	34,7	211,0	1762,6	0,8	0,2
LUSSEMBURGO	29,1	39,7	227,1	2694,5	0,7	0,4
OLANDA	26,9	39,8	266,6	2698,7	0,7	0,3
REGNO UNITO	39,8	87,5	413,1	3460,4	0,5	0,6
SPAGNA	14,9	27,5	204,0	1697,5	1,0	0,3
E.C.	26,7	46,5	271,1	2561,9	0,8	0,3

1 - MEDIA DELLE EMISSIONI DI NOx PER PASSENGER CARS  
2 - MEDIA DELLE EMISSIONI DI HC PER PASSENGER CARS  
3 - MEDIA DELLE EMISSIONI DI CO PER PASSENGER CARS  
4 - MEDIA DELLE EMISSIONI DI CO2 PER PASSENGER CARS  
5 - MEDIA DELLE EMISSIONI DI SO2 PER PASSENGER CARS  
6 - MEDIA DELLE EMISSIONI DI PIOMBO PER PASSENGER CARS

L'obiettivo è quello di verificare il possibile vantaggio ambientale qualora venisse praticata l'ipotesi di trasformare a metano il 10 % del arco automobilistico privato attualmente circolante.

A tale scopo abbiamo quindi raccolto i dati sperimentali e di letteratura attualmente esistenti, riguardanti il confronto delle principali emissioni dei motori alimentati a benzina e a metano (Tabb. 8, 9, 10)

TAB. 8 - LIMITI DI EMISSIONI

EMISSIONI INQUINANTI	BENZINA g/prova		NGV g/prova	
	MAX*	MIN**	MAX *	MIN**
OSSIDI DI CARBONIO (CO)	21,26	15,29	5,56	4,67
IDROCARBURI INCOMBUSTI (HC)#	6,38	5,36	10,46	9,47
OSSIDI DI AZOTO (NOx)	6,18	6,12	4,78	4,62
ANIDRIDE CARBONICA (CO2)	1074,6	979,5	762,2	678,3

Fonte: Quattroruote (settembre 1990, agosto 1991)

PROVE EFFETTUATE SU VOLKSWAGEN PASSAT 2.0 GLI CON IL METODO ECE 15-04

CONDIZIONI DI PROVA: pressione 749 mm HG, temperatura 24 °C, umidita' 80%

\* PARTENZA CON MOTORE FREDDO  
\*\* PARTENZA CON MOTORE CALDO  
# NEL CASO DEL NGV SI TRATTA IN LARGA PARTE DI CH4

TAB. 9 - EMISSIONI CON MARMITTA CATALITICA "TRE VIE"

	BENZINA g/prova	NGV* g/prova	
		MAX	MIN
OSSIDI DI CARBONIO (CO)	0,9	0,54	0,16
IDROCARBURI INCOMBUSTI (HC)*	1,3	3,76	2,47
OSSIDI DI AZOTO (NOx)	0,62	1,05	0,26

Fonte: M. GAMBINO, S. IANNACONE, A. UNICH  
ISTITUTO MOTORI - CNR NAPOLI

\* CON DIVERSE TARATURE DELLA CARBURAZIONE  
\*\*\* NEL CASO DEL NGV CIRCA L'80% DELLE EMISSIONI E' COSTITUITO DA CH4

Sessione 2  
Relazione 9

TAB. 10 - EMISSIONI DI UN MOTORE PROGETTATO SPECIFICAMENTE PER IL METANO

	BENZINA g/test	NGV g/test	VARIAZIONE %
OSSIDO DI CARBONIO (CO)	7,13	2,91	59,19%
HYDROCARBONS (HC) *	4,38	2,49	43,15%
NITROGEN MONOXIDE (NOx)	2,02	1,7	15,84%

Source: M. GAMBINO, S. IANNACONE, A. UNICH - ISTITUTO MOTORI  
- CNR NAPOLI  
\* NEL CASO DEL NGV CIRCA L'80% DELLE EMISSIONI E' COSTITUITO DA METANO

Senza entrare nel dettaglio, con i dati sopra esposti, abbiamo voluto evidenziare che le prove sperimentali, pur presentando risultati a volte contrastanti, a causa del tipo di taratura dei motori, consentono di affermare che si possono ottenere, in ogni caso, significative riduzioni di CO ed NOx. A tale proposito dobbiamo segnalare che la ricerca si sta orientando verso l'utilizzazione di miscele magre ( $\lambda=1,5$ ) che evidenziano riduzioni di CO e NOx ed un aumento di emissioni di HC le quali però sono composte quasi esclusivamente da metano (che, come è noto, è considerato non inquinante a causa della bassa reattività della sua molecola e facilmente abbattibile con convertitori catalitici ossidanti).

Un ulteriore campo di ricerca è rappresentato dalla progettazione di motori pensati esclusivamente per il metano (non trasformati) come è stato fatto per il trasporto pubblico.

Nei nostri calcoli (Tab. 11) abbiamo quindi assunto dei valori prudenziali sia per quanto riguarda i vantaggi ambientali dell'alimentazione a metano rispetto alla benzina sia nella stima degli incrementi globali degli inquinanti (adottando lo scenario "A" disegnato in FORECAST OF EMISSIONS FROM ROAD TRAFFIC IN EUROPEAN COMMUNITIES - in ENVIRONMENT AND QUALITY OF LIFE - REPORT EUR 13854).

Sessione 2  
Relazione 9

TAB. 11 - VANTAGGI AMBIENTALI DELLA TRASFORMAZIONE A NGV DEL 10 % DELLE PASSENGER CARS

PAESE	EMISSIONI	A (kt)	B (kt)	C (kt)	D (kt)	E (%)
BELGIO	CO	847,665	103,082	20,6164	82,4656	9,73%
	HC	134,054	15,281	5,34835	9,9326	7,41%
	NOx	90,882	9,879	3,9516	5,9274	6,52%
DANIMARCA	CO	427,428	48,992	9,7984	39,1936	9,17%
	HC	76,002	7,648	2,6768	4,9712	6,54%
	NOx	36,4	3,728	1,4912	2,2368	6,15%
FRANCIA	CO	4995,912	578,22	115,644	462,576	9,26%
	HC	830,2	90,39	31,6365	58,7535	7,08%
	NOx	512,754	54,74	21,896	32,844	6,41%
GERMANIA O.	CO	5791,645	793,436	158,6872	634,7488	10,96%
	HC	951,15	130,333	45,61655	84,7164	8,91%
	NOx	949,9	110,768	44,3072	66,4608	7,00%
ITALIA	CO	4508,7	554,93	110,986	443,944	9,85%
	HC	820,05	91,261	31,94135	59,3196	7,23%
	NOx	319,06	35,242	14,0968	21,1452	6,63%
LUSSEMBURGO	CO	30,87	4,542	0,9084	3,6336	11,77%
	HC	6	0,794	0,2779	0,5161	8,60%
	NOx	4,488	0,582	0,2328	0,3492	7,78%
OLANDA	CO	1017,84	143,964	28,7928	115,1712	11,32%
	HC	182,304	21,492	7,5222	13,9698	7,66%
	NOx	134,61	14,526	5,8104	8,7156	6,47%
REGNO UNITO	CO	6447,848	921,213	184,2426	736,9704	11,43%
	HC	1645,438	195,123	68,2937	126,8313	7,71%
	NOx	727,901	88,754	35,5016	53,2524	7,32%
SPAGNA	CO	1872,981	234,6	46,92	187,68	10,02%
	HC	262,959	31,625	11,06875	20,5562	7,82%
	NOx	143,416	17,135	6,854	10,281	7,17%
E.C.	CO	27712,33	3442,97	688,594	2754,376	9,94%
	HC	5117	590,55	206,6925	383,8575	7,50%
	NOx	2992,884	339,09	135,636	203,454	6,80%

A - STIMA DELLE EMISSIONI IMPUTABILI A PASSENGER CARS NEL 1990  
 B - STIMA DELLE EMISSIONI IMPUTABILI AL 10 % DELLE PASSENGER CARS  
 C - EMISSIONI IMPUTABILI ALLO STESSO NUMERO DI VEICOLI INDICATI IN COLONNA "B" MA ALIMENTATI A NGV  
 D - DIFFERENZA TRA LE EMISSIONI DEL CASO "B" E "C"  
 E - RIDUZIONE DELLE EMISSIONI CALCOLATE IN BASE A COLONNA "A" COME PERCENTUALE DELLE EMISSIONI TOTALI (D/A\*100)

I risultati evidenziati in colonna E sono senz'altro incoraggianti e da soli basterebbero a giustificare la realizzazione dell'ipotesi progettuale trattata. Infatti essi dimostrano che, seppure con stime prudenziali, la trasformazione a metano del 10 % del parco automobilistico privato attualmente circolante comporterebbe un vantaggio ambientale riducendo mediamente di circa il 10 % le emissioni globali di CO (con punte di circa 12 % in Lussemburgo), di circa il 7 % le emissioni di HC (VOC) con punte di circa il 9% in Germania e di circa il 7% le emissioni di NOx. Va inoltre evidenziato che le vetture alimentate con il metano non emettono piombo, zolfo e particolati e quindi il beneficio ambientale sarebbe ancor più consistente ed importante.

#### CONCLUSIONI

*Alla luce dell'evoluzione mondiale del traffico privato e dell'impatto ambientale che esso procura, nonostante la tecnologia operi su molti fronti tecnologici (miglioramento dei prodotti, dei motori ed uso di marmitte catalitiche) l'opzione metano presenta notevoli vantaggi strategici ed ambientali essendo PRONTO E PULITO.*

*L'ipotesi progettuale di trasformare a metano il 10 % del parco circolante non solo si rivelerebbe conveniente dal punto di vista economico e strategico, ma dimostrerebbe la sua peculiare validità sotto il profilo ambientale.*

*Per alcuni Paesi, per la concomitanza di notevoli vantaggi dal punto di vista geografico e tecnologico, non avrebbe senso rinunciare ai progetto.*

# **ATIG**

Associazione Tecnica Italiana del Gas

- **promuove la ricerca e la sperimentazione di tutti i mezzi tecnici idonei ad assicurare lo sviluppo delle applicazioni del gas;**
- **approfondisce e risolve, attraverso il lavoro in comune e la discussione, le problematiche tecniche dell'industria del gas, incoraggiandone lo studio, indicando concorsi ed assegnando premi;**
- **dà la più ampia diffusione ai lavori nonché ai risultati giudicati utili al settore del gas svolgendo le conseguenti attività necessarie d'informazione;**
- **intrattiene rapporti con Associazioni consimili italiane e straniere, favorendo lo scambio delle informazioni tecniche in uno spirito di reciproco sostegno e collaborazione;**
- **mette a disposizione degli Associati un Centro di Documentazione Tecnica;**
- **concorre all'informazione e alla formazione professionale del personale operante nell'industria del gas;**
- **collabora con gli Enti preposti alla formulazione della normativa.**



via Marignano, 21  
20097 S. Donato Milanese (MI)  
Tel. (02) 52022149  
Telefax (02) 52035712  
Telex 310246 ENI - I