Iveco S.p.A.
Via Puglia, 35
10156 Torino – Italia
www.iveco.com

Pubblicazione: IST.115208
Maggio 2011
I dati contenuti in questa pubblicazione sono puramente indicativi e non vincolanti.

# ENERGIE NUOVE PER RESTARE IN CORSA

FIAT INDUSTRIAL

IVECO

COMBUSTIBILI E VEICOLI A GAS NATURALE

IVECO

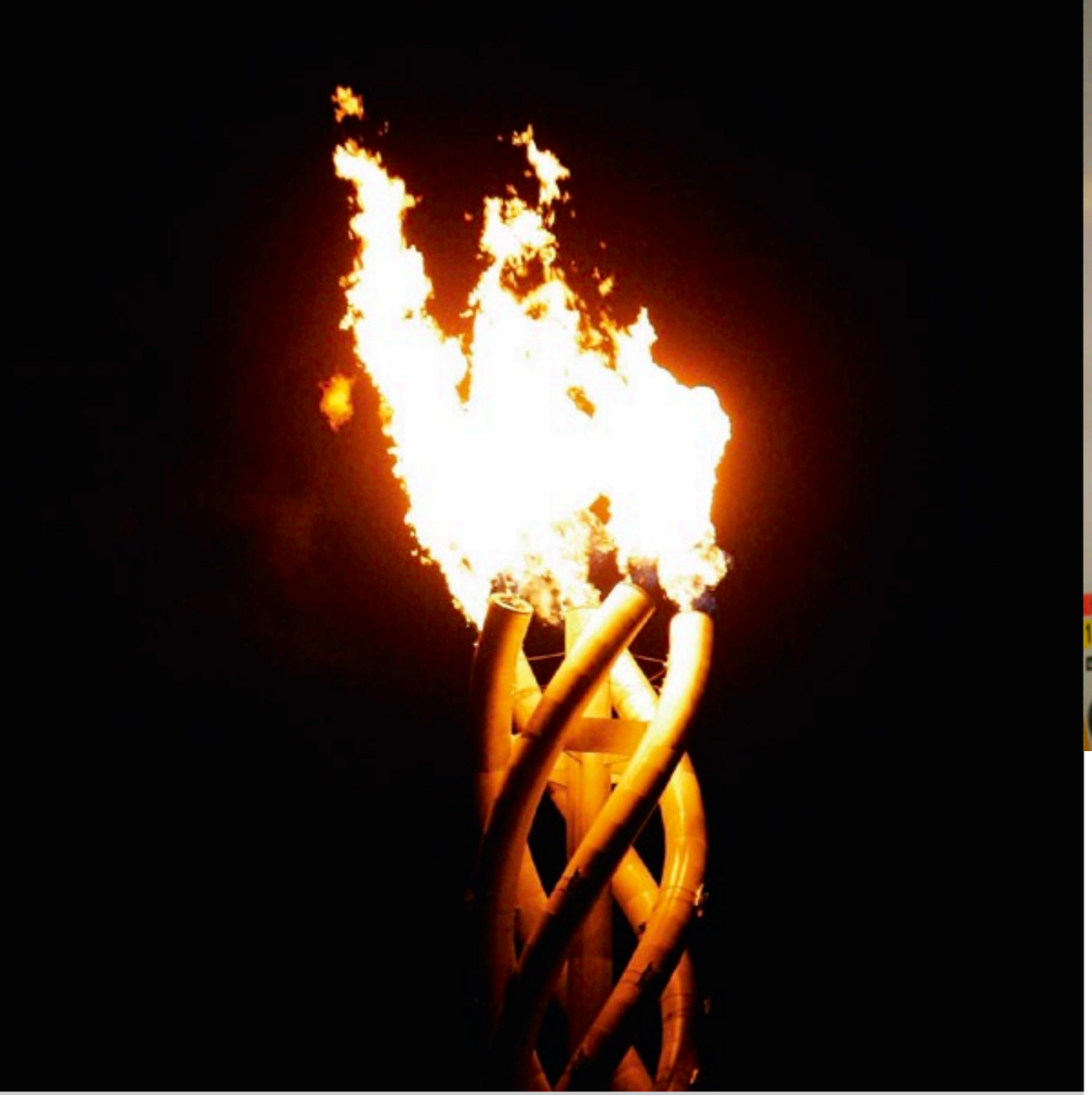
# CAMBIAMENTO

## LE ATTIVITÀ UMANE CORRONO, MA IL PIANETA HA IL FIATO CORTO.

Il solo modo per non rinunciare allo sviluppo è coniugarlo con la responsabilità. Per essere sempre in regola o in anticipo sulla legislazione, per padroneggiare la tecnologia e la ricerca, ma anche per non essere in debito con chi vivrà in questo mondo dopo di noi.

Molte soluzioni verranno nei decenni a seguire, ma il gas naturale è quella che abbiamo qui ed ora.

**Per convenienza. Per coscienza.**



## $CH_4$. IL METANO, UNA MOLECOLA SEMPLICE E PIENA DI ENERGIA.

**Più idrogeno e meno carbonio in una sola molecola: ecco il segreto del metano, che genera molta energia e poca anidride carbonica.**

Il gas naturale è un combustibile a base di idrocarburi, come il carbone e il petrolio, derivato dalla decomposizione anaerobica di materiale organico. Tuttavia il gas naturale ha una particolarità: contiene soprattutto metano (oltre l'85%), la più semplice e la più corta fra le molecole degli idrocarburi.

Ogni molecola di metano contiene un solo atomo di carbonio e quattro atomi di idrogeno. È la sua composizione chimica, costituita unicamente dalla molecola $CH_4$, a rendere speciale il metano, che brucia completamente e più rapidamente di combustibili come benzina e gasolio, composti da tante molecole diverse, alcune delle quali a catena lunga e chimicamente complesse.

Il metano contiene il 25% di idrogeno e il 75% di carbonio. Rispetto agli altri combustibili il metano ha quindi un minor contenuto di carbonio. Per confronto, se dovessimo rappresentare la benzina con un'unica molecola, avrebbe formula $CH_{1,85}$ e in termini di massa conterrebbe solo il 13,4% di idrogeno. Allo stesso modo il GPL (Gas di Petrolio Liquefatto) avrebbe formula $CH_{2,525}$ e conterrebbe il 17,4% di idrogeno.

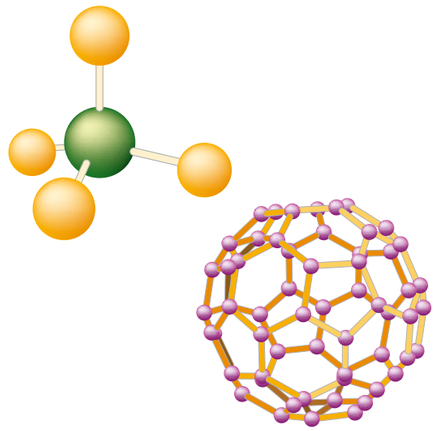
Il vantaggio è doppio: il metano produce più energia degli altri idrocarburi grazie al suo contenuto relativamente alto di idrogeno, e poca $CO_2$ grazie al suo contenuto relativamente basso di carbonio.



Torino 2006, il metano alimenta la fiamma olimpica.

Ricercatori Iveco.

Molecola di metano a confronto con una molecola di idrocarburo aromatico.



**GAS NATURALE.**
**POSSIAMO ESTRARLO E ANCHE PRODURLO.**

**I giacimenti di gas naturale sono abbondanti e danno l'opportunità di diversificare l'approvvigionamento energetico.**
**Ma il processo che li ha generati nella preistoria può essere riprodotto da noi ogni giorno, utilizzando i nostri stessi rifiuti organici e le biomasse.**
**Si ottiene così il Biogas, un'energia rinnovabile.**

Il gas naturale estratto da un pozzo, così come il carbone e il petrolio, è un combustibile fossile ed è il risultato del decadimento, avvenuto nel corso di decine di milioni di anni, di organismi animali o vegetali presenti in antichi ambienti marini.
Il gas naturale può anche essere ricavato rapidamente dalla fermentazione anaerobica di materiale organico come letame, fanghi di depurazione, rifiuti urbani, materie prime alimentari.

Si ottiene in tal modo il Biogas, composto principalmente da metano e anidride carbonica, un combustibile rinnovabile.

**Bruciando combustibili fossili importiamo anidride carbonica dalla preistoria. Producendo Biogas ricicliamo la nostra.**
Ogni organismo vegetale assorbe $CO_2$ dall'atmosfera durante la propria esistenza. Usando i combustibili fossili reimmettiamo nella nostra atmosfera la $CO_2$ che altri organismi in età preistorica avevano sottratto alla propria. Usando invece rifiuti organici e biomasse, che si formano e decadono oggi, e che possono essere a loro volte prodotti, andiamo in pari: la loro combustione restituisce semplicemente la $CO_2$ che avevano assorbito nella nostra stessa epoca.

## IL GAS A BORDO VEICOLO.
## Compresso o liquefatto a seconda della mission. Possibilmente Bio.

In condizioni di pressione atmosferica il gas naturale occupa circa 1000 volte più spazio della quantità corrispettiva di gasolio.
Per immagazzinarlo a bordo veicolo occorre quindi ridurne il volume, con due procedimenti base:

- **compressione** in bombole a 200 bar a temperatura ambiente (CNG Compressed Natural Gas, gas naturale compresso), che lo porta ad occupare "solo" 5 volte lo spazio di benzina o gasolio;
- **liquefazione** a -162°C (LNG Liquified Natural Gas, o GNL Gas Naturale Liquefatto), con la quale si riesce a ridurre il suo volume fino al doppio dell'equivalente in gasolio.

Quando arriva agli iniettori del motore il gas naturale deve comunque essere riportato allo stato gassoso.

Il CNG può essere conservato nelle bombole a tempo indeterminato.

Il GNL va consumato rapidamente perché nell'uso è impossibile mantenerlo a temperature così basse, per cui si riscalda, riprende il suo volume ed evapora.
È per questo motivo che, ad oggi, la stragrande maggioranza dei veicoli a gas naturale utilizza il procedimento di compressione.

Il Biogas viene solitamente distribuito in forma liquida perché il processo di liquefazione, in virtù della temperatura molto bassa, consente di abbattere l'anidride carbonica.
Ne risulta un gas naturale di altissima qualità, ricco di metano e povero di $CO_2$.
Non fossile, ma prodotto oggi a partire da rifiuti organici.

**IL GAS NEL MOTORE. PULITO, SILENZIOSO, CONVENIENTE.**

**Il motore a gas naturale è silenzioso come quello a benzina, ideale per la città, per i lavori notturni, per gli ambienti protetti.**

**Con costi e consumi molto più bassi ed emissioni quasi nulle.**

**Il motore più ecologico oggi disponibile.**
I limiti di emissione $NO_X$ per i veicoli a Minimo Impatto Ambientale (EEV, Environmentally Enhanced Vehicle) sono fissati a 2 g/kWh dalla Direttiva 1999/96/CE, sostituita dalla Direttiva 2005/55/CE. Nel frattempo l'ingegneria motoristica si è evoluta e le emissioni di $NO_X$ e PM e il futuro motore Euro VI possono diventare realtà.
Nessun altro motore a combustione oggi è maggiormente ecologico.

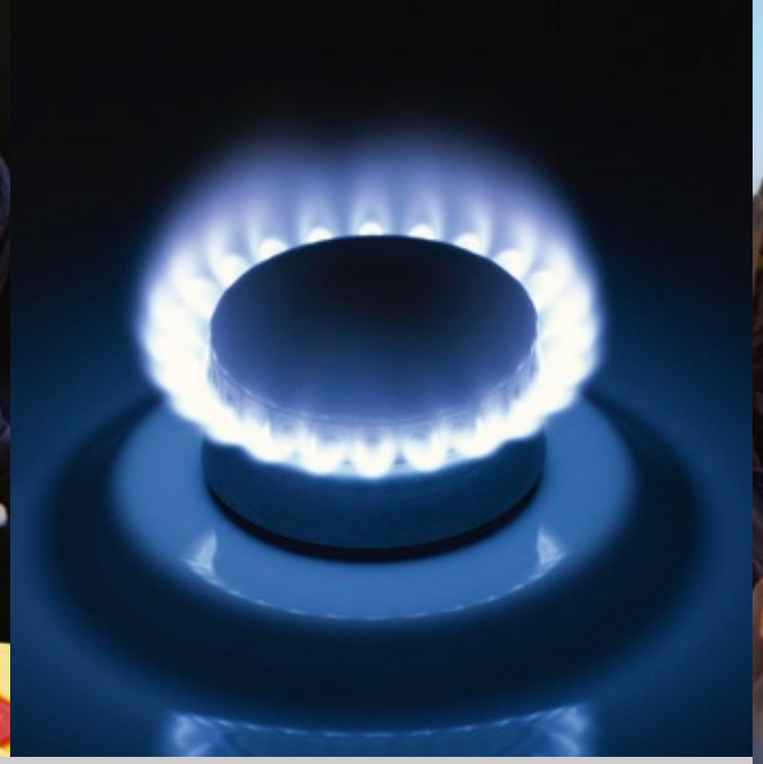
I motori a gas naturale utilizzano il ciclo Otto, come i motori a benzina, in cui la candela innesca la combustione della miscela aria-combustibile. Questa può seguire due criteri: combustione magra (*lean burn*), con aria in eccesso, oppure stechiometrica, con rapporto aria-combustibile chimicamente corretto.

Una combustione molto magra (fattore lambda 1,6*) ha un rendimento termico a pieno carico leggermente superiore, con temperature del gas di scarico analoghe al Diesel.
Tuttavia, un tale valore di lambda provoca instabilità nella combustione e la necessità di arricchire il rapporto aria-combustibile nelle circostanze in cui si richiedono picchi prestazionali in termini di velocità e carico.
In questi casi non si ottiene maggiore efficienza dalla combustione magra, che tra l'altro comporta la presenza costante di aria nello scappamento, escludendo quindi l'uso di catalizzatori a tre vie a favore dei catalizzatori ossidanti.
Questi trattano ossido di carbonio e idrocarburi, ma non ossidi di azoto ($NO_X$), i cui livelli in teoria sarebbero mantenuti bassi dalla magrezza della miscela, ma in pratica salgono a causa dell'instabilità della combustione. Inoltre, i catalizzatori ossidanti non trattano il metano incombusto che arriva allo scarico. In più, se si presentano variazioni nella richiesta di ossigeno per la combustione (ad esempio quando il gas nel serbatoio è ricco di etano, che consuma più ossigeno nel bruciare), l'assenza di sonda lambda impedisce di rilevarle, con rischi di malfunzionamenti.

La combustione stechiometrica presenta nella pratica un rendimento quasi pari a quella magra, con temperature di esercizio più alte che permettono un miglior funzionamento del catalizzatore. Inoltre, consente di usare una marmitta catalitica a tre vie che riduce anche gli $NO_X$. Infine, in caso di consumo anomalo di ossigeno, la sonda lambda ne rileva scarsità nello scarico e ne fa aumentare l'erogazione in entrata, migliorando il funzionamento e proteggendo il motore.

Quanto alla compressione nel cilindro, il gas naturale permette valori molto più alti e quindi potenze molto maggiori della benzina, grazie alle sue altissime qualità antidetonanti: il numero di ottano equivalente è circa 123, contro il 100 massimo e il 95 abituale nelle benzine moderne.

* Una miscela stechiometrica, cioè chimicamente corretta, per convenzione si definisce come avente lambda 1,0. Una miscela con fattore lambda 1,6 presenta un eccesso di aria del 60% rispetto al punto stechiometrico.



**IL GAS NELL'USO. SICURO COME IL FORNELLO DI CUCINA.**
**Brucia solo in determinate condizioni. Se fuoriesce sale immediatamente verso l'alto. Tutte le tecnologie per trattarlo e distribuirlo sono ampiamente collaudate dall'uso domestico.**

I combustibili gassosi vengono spesso associati a un'idea di pericolo.
Di fatto, la reale pericolosità del gas naturale è estremamente ridotta, come dimostra la sua presenza nelle nostre case.
Un gas naturale infatti ha un intervallo di infiammabilità molto ristretto: brucia solo se la sua concentrazione rispetto all'aria è superiore al 5,3% e inferiore al 15%. Per confronto, l'idrogeno ha un intervallo di infiammabilità compreso fra il 4% e il 75%.

Ad esempio, se ci fosse una grave perdita e il gas naturale dovesse uscire tutto insieme da una bombola in presenza di fiamma, brucerebbe solo il bordo esterno del getto perché all'interno non ci sarebbe abbastanza ossigeno. Inoltre il gas naturale salirebbe rapidamente verso l'alto perdendo ogni nocività, grazie alla sua bassissima densità a pressione atmosferica (0,68 kg/m³ rispetto all'aria, che ha una densità di 1,202 kg/m³).



Le bombole che contengono il gas naturale a bordo veicolo sono dotate di valvole multifunzione che assicurano la protezione come segue:

- **Flusso in eccesso.** Nell'eventualità di un guasto al tubo di alimentazione, flussi di gas superiori a una certa portata fanno chiudere la valvola e solo una piccola quantità di gas può passare. La valvola si riapre solo quando questa piccola quantità riesce a equalizzare la pressione nella bombola e nel tubo.
- **Valvola a solenoide.** Controllata dall'interruttore di accensione del motore, isola ciascuna delle bombole.
- **Valvola di sfogo della pressione.** Se si dovessero sviluppare fiamme sul veicolo, con conseguente incremento della pressione del gas contenuto nella bombola, una valvola fusibile si apre liberando il gas nell'atmosfera. Ciò evita i danni di un eventuale guasto alla bombola. Lo sfiato è un processo rapidissimo in cui il gas, nel liberarsi nell'atmosfera, è assai lontano dall'intervallo di infiammabilità.

**I veicoli a gas naturale, ampiamente utilizzati nelle missioni più diverse, vantano statistiche di sicurezza estremamente positive. Ovviamente il gas naturale è lo stesso utilizzato nella cottura domestica.**
**C'è forse qualcuno disposto a cucinare su un fornello a benzina?**

**EcoDaily.** Versioni furgone, telaio cabinato e minibus dei modelli da 3,5t, 4,0t, 5,0t e la versione telaio cabinato da 6,5t che utilizzano il nuovo motore a gas da 3 litri per una potenza di 140 hp.

**Stralis.** Sono disponibili modelli a 2 e 3 assi da 18t e 26t rispettivamente, dotati del nuovo motore Cursor da 8 litri e 270 hp nominali. È disponibile sia il cambio manuale ZF sia quello automatico Allison, ciascuno con freno integrato.

## IL GAS NATURALE E IVECO. AL PRIMO POSTO IN EUROPA.

**Per le merci e le persone, per il pubblico e il privato, Iveco offre la gamma più completa e moderna di veicoli a gas naturale in Europa.**
**Ecologici, efficienti e convenienti. In regola con le norme di domani e dopodomani.**
**Un valore che non teme il futuro.**

Fin dal 1995 Iveco rivolge attenzione alla propulsione a gas e oggi è leader europeo nella ricerca e produzione di veicoli e motori a gas naturale, con migliaia di unità nel parco circolante di privati e pubbliche amministrazioni. Tutti i veicoli Iveco utilizzano motori a gas naturale dedicati che funzionano a combustione stechiometrica.
Ciò consente loro di fornire prestazioni elevate e costanti, abbattendo le emissioni inquinanti ben al di sotto dei limiti previsti per i veicoli a minimo impatto ambientale.
La propulsione a gas è una tradizione tecnologica italiana: le prime bombole di metano su un veicolo si sono viste in Italia nel 1936.

**Eurocargo.** I modelli 12t e 16t 4x2 caratterizzano il nuovo Trector 6 con motore a gas naturale da 200 CV e disponibile a 6 o 9 marce con il cambio manuale o a 6 marce con il cambio automatico.

**Autobus interurbano** a 40 posti sullo chassis Fiat 635 RL a metano del 1936.

## IVECO IRISBUS. DAL 1995 AL SERVIZIO DELLE MUNICIPALITÀ.

**Parigi, Madrid, Francoforte… sono più di 70 le città europee in cui viaggiano veicoli Irisbus a gas naturale.**

**Citelis.** Bus rigido da 10.5m a 12m di lunghezza, e nelle versioni articolate da 18m. Dotati del motore a gas naturale, Cursor 8 da 245hp, 290hp e 330hp.

**Crealis.** Bus rigido da 12m e da 18m nelle versioni articolate. Dotati del motore a gas naturale, Cursor 8 da 245hp, 290hp e 330hp.

Iveco Irisbus è la più importante produttrice europea di veicoli da trasporto ecologici per uso pubblico e privato.
È protagonista nella ricerca e sviluppo di soluzioni di trasporto compatibili con l'ambiente ed è leader indiscussa nel settore del gas naturale.
Nel campo degli autobus Iveco Irisbus produce una gamma completa: autobus da turismo e granturismo, autobus di linea rigidi e articolati di varie capacità, scuolabus. I suoi autobus a CNG, mossi da motori Cursor, sono stati adottati da più di 70 città europee.
Oltre che all'impatto ambientale, la ricerca Iveco Irisbus si rivolge a tutti gli aspetti del trasporto pubblico, dall'ergonomia e sicurezza per passeggeri e autisti, a soluzioni stilistiche in armonia con il contesto urbano ed extra-urbano. Le modalità stesse del trasporto e i suoi flussi vengono studiati in collaborazione con gli enti pubblici, per predisporre risposte innovative alle esigenze future.

**L'IMPEGNO DI IVECO PER IL GAS NATURALE.**
**Iveco progetta, produce e commercializza una gamma di veicoli ampia come pochi concorrenti possono vantare.**
**Iveco si è impegnata a rendere disponibile una versione a gas naturale di ogni linea di prodotto adatta a missioni urbane.**

**L'omologazione dei motori a gas naturale secondo la norma EEV.**
I motori a gas naturale prodotti da FPT Industrial, una società del Gruppo Fiat Industrial, sono omologati in conformità alla norma EEV (Environmentally Enhanced Vehicle - Veicolo Ecologico Migliorato) con una prova al banco molto rigorosa, detta ETC (Ciclo Transiente Europeo). Con lo stesso standard vengono omologati i motori con emissioni Euro IV e Euro V. I gas utilizzati per la prova al banco vengono preparati in modo da riflettere i due possibili estremi riscontrabili nella composizione del gas naturale disponibile.

| DENOMINAZIONE STANDARD | COMPOSIZIONE DEL GAS | |
|---|---|---|
| $G_R$ | 87% Metano ($CH_4$) | 13% Etano ($C_2H_6$) |
| $G_{25}$ | 86% Metano ($CH_4$) | 14% Nitrogeno ($N_2$) |

## I MOTORI IVECO A GAS NATURALE

| | | DENOMINAZIONE GAS | OSSIDO DI CARBONIO (CO) (g/KWh*) | IDROCARBURI NON METANICI (NMHC) (g/KWh) | METANO ($CH_4$) (g/KWh) | OSSIDI DI AZOTO ($NO_X$) (g/KWh) | PARTICOLATO (PM) (g/KWh) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***EEV (Direttiva 2005/55/CE)*** | | | ***3.00*** | ***0.40*** | ***0.65*** | ***2.00*** | ***0.020*** |
| ***Euro VI (01.01.2014)*** ** | | | ***4.00*** | ***0.16*** | ***0.50*** | ***0.40*** | ***0.010*** |
| **CURSOR** 8 LITRI 200 kW | | $G_{25}$ | 2.53 | 0.006 | 0.017 | 0.38 | 0.003 |
| | | $G_R$ | 2.16 | 0.004 | 0.015 | 0.43 | 0.003 |
| **TECTOR** 6 LITRI 147 kW | | $G_{25}$ | 1,27 | 0.006 | 0.010 | 0.45 | 0.002 |
| | | $G_R$ | 0.97 | 0.003 | 0.010 | 0.58 | 0.003 |
| **SOFIM** 3 LITRI 100 kW | | $G_{25}$ | 1.51 | 0.019 | 0.193 | 0.28 | 0.005 |
| | | $G_R$ | 1.35 | 0.029 | 0.148 | 0.38 | 0.005 |

* È una misura specifica del flusso di emissioni in grammi per ora, normalizzato sulla potenza dello specifico motore.
** Carburanti di riferimento: $G_{25}$ = 86% $CH_4$, 14% $N_2$ GR =87% $CH_4$, 13% $C_2H_6$