

# 18

# ANALYSIS OF 5 DIESEL GASES

▼ IN QUESTO NUMERO

INTRODUZIONE	2	NORMATIVA EUROPEA	8	TRATTAMENTO DEI GAS DI SCARICO	11
BREVE CRONOLOGIA DEL MOTORE DIESEL	2	RIDUZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI NEL PROCESSO DI COMBUSTIONE	9	ANALISI DEI GAS DIESEL	16
MOTORE ALTERNATIVO DIESEL	3			NOTE TECNICHE	18

## INTRODUZIONE

Dalla creazione dei motori a combustione interna, il rendimento energetico dei propulsori diesel è stato di gran lunga superiore a quello dei loro diretti concorrenti, fattore che, insieme al minor costo del combustibile utilizzato, ha portato alla loro assoluta egemonia nelle applicazioni industriali, nel trasporto pesante e nella mobilità collettiva. La loro applicazione nelle automobili leggere è stata inizialmente basata a causa dei costi più elevati, del peso elevato, della limitata flessibilità di lavoro e dell'eccessiva rumorosità. Per molti anni, la complessità e la precisione del loro sistema di alimentazione del combustibile ha portato a un costo di produzione aggiuntivo poi finalmente compensato dall'evoluzione delle tecniche di lavorazione e dall'automazione dei macchinari.

Poco dopo, lo sviluppo dell'elettronica digitale e la sua applicazione nei sistemi di alimentazione dei motori ha rivoluzionato la scena automobilistica mondiale, aumentando notevolmente le prestazioni dei motori diesel.

La risposta dei consumatori finali alla combinazione di un'economia di esercizio superiore e prestazioni uguali o migliori non ha tardato ad arrivare, e i veicoli diesel hanno dominato le statistiche di vendita per diversi anni consecutivi.

La rapida trasformazione del parco auto in alcuni Paesi del mondo e la massificazione dei veicoli diesel nelle grandi città è diventata in pochi anni una realtà con conseguenze pericolose. Negli ultimi anni, le particolari emissioni dei motori diesel li hanno convertiti nei responsabili di un problema di salute pubblica che le autorità stanno cercando di



risolvere attraverso norme di omologazione e controlli periodici sempre più restrittivi.

Il rispetto obbligatorio delle norme antinquinamento ha portato all'evoluzione tecnica dei motori diesel e allo sviluppo di nuovi sistemi di riduzione delle sostanze inquinanti, il cui rendimento e corretto funzionamento possono essere verificati solo dalla composizione chimica finale dei gas di scarico. La proporzione e la variazione di determinate sostanze derivanti dalla combustione permette inoltre di diagnosticare alcune anomalie specifiche che i programmi di autodiagnosi dei veicoli non sono in grado di individuare.

## BREVE CRONOLOGIA DEL MOTORE DIESEL



Nel **1892**, il tedesco **Rudolf Diesel** inventa, brevetta e stupisce il mondo con un **motore ad accensione spontanea** che funziona con combustibili pesanti, che in seguito sarà chiamato **motore diesel**. Dopo la morte del suo creatore, il motore diesel aumentò la propria fama e migliorò la propria reputazione. In pochi anni il suo elevato rendimento lo ha orientato verso il mondo dell'industria e del trasporto pesante, dopo una prima espansione nelle applicazioni militari.

Nel **1904** fu costruito il primo sommergibile con motore diesel. Combinava un motore elettrico per la navigazione subacquea e un motore diesel per ricaricare le batterie e la navigazione di superficie.

Nel **1920** ebbe inizio la produzione di camion con motore diesel, e fu solo dal **1930** che le locomotive diesel proliferarono, grazie anche all'adozione del turbocompressore, che aumentava il rendimento di

quasi il 30%. Nel **1939**, il 25% del trasporto marittimo mondiale era a propulsione diesel.

Nel **1922 Robert Bosch** iniziò a sviluppare il sistema di iniezione per motori diesel e ideò una serie di pompe a iniezione. Nel **1927** uscì il primo lotto di pompe a iniezione fabbricate in serie, conquistando in breve tempo il settore dei macchinari agricoli e dei veicoli industriali.

Comparativamente, un sistema a iniezione diesel richiedeva da **6 a 10 volte più componenti** di un carburatore convenzionale, con un costo molto più elevato. Successivamente, l'automazione dei macchinari rappresentò una svolta in questo aspetto, con una significativa riduzione dei costi finali. Solo alla fine degli anni '80 comparvero le prime **pompe a controllo elettronico**.

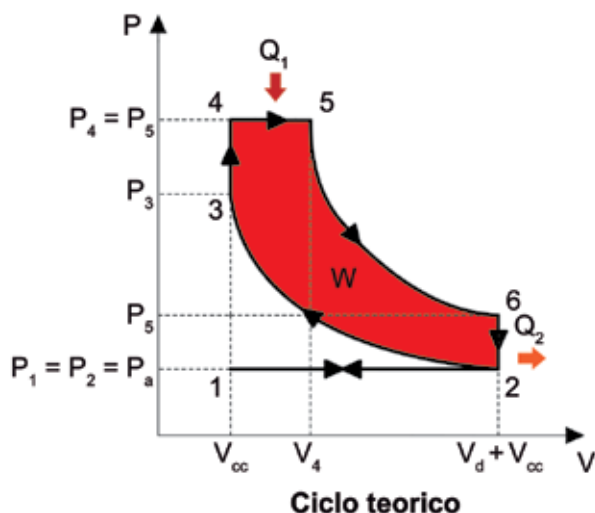
Per superare i limiti delle pompe distributrici compatte, si recuperarono due "vecchi" concetti: l'**iniettore-pompa**, sviluppato congiuntamente dai gruppi Volkswagen e Bosch, presentato nel **1994** (anche se la sua applicazione in serie arrivò solo nel **1998**), e il sistema **Common Rail** di Fiat insieme a Magneti Marelli, anche se poi fu commercializzato in serie da Bosch.

La rapida evoluzione dei sistemi di controllo elettronico per motori diesel ha **aumentato le prestazioni**, accentuando ulteriormente il loro basso consumo e la loro redditività. Dopo il vertice e la firma del **Protocollo di Kyoto** per la riduzione dei gas serra, si incoraggiò l'acquisto di **veicoli diesel** grazie alla loro **minore produzione di CO<sub>2</sub>** rispetto a quelli dotati di motori a benzina.

# MOTORE ALTERNATIVO DIESEL

## Ciclo teorico e reale

I famosi 4 tempi del motore diesel possono essere compresi attraverso i seguenti diagrammi di ciclo.

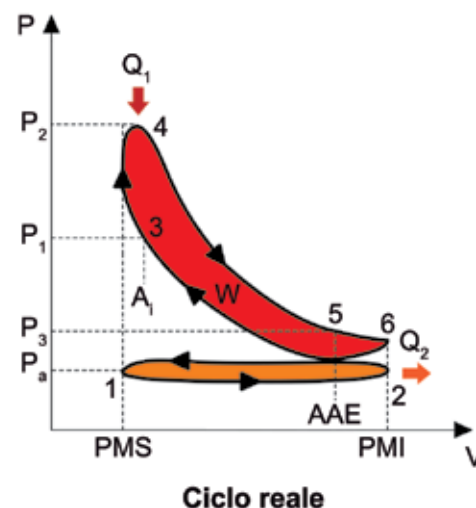


**Fase di aspirazione (1-2):** nel ciclo teorico, l'inizio della corsa verso il basso del pistone insieme all'apertura della valvola di aspirazione permette l'ingresso di aria atmosferica, che riempie il volume crescente del cilindro fino al PMI (punto morto inferiore), quando la valvola si chiude. Nel ciclo reale, l'efficienza di riempimento del cilindro è influenzata dal regime di lavoro del motore, dalla sua frequenza di risonanza e dalla temperatura dell'aria atmosferica.

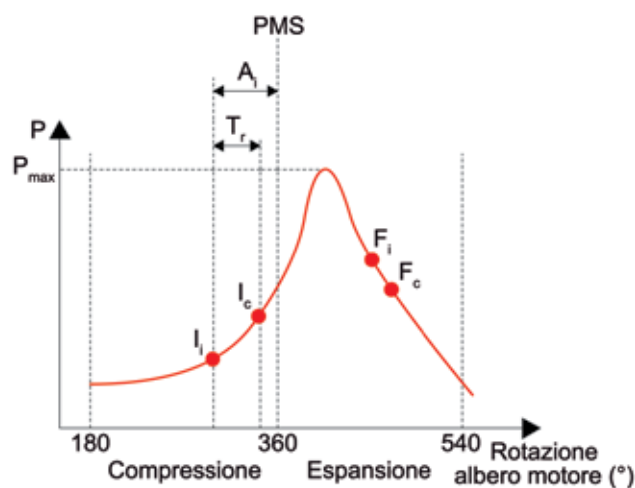
**Fase di compressione e di espansione (3-4-5):** nel ciclo teorico, il combustibile viene introdotto all'interno del cilindro (3-4) che, a contatto con l'aria compressa, si riscalda e si accende. La combustione fornisce il calore necessario ( $Q_1$ ) per mantenere la pressione precedentemente raggiunta, sintantoche affluisce carburante. L'alta pressione spinge con forza il pistone verso il basso, dove il gruppo biella-albero motore la trasforma in coppia. Quando l'iniezione viene interrotta, la pressione e la temperatura dei gas (5-6) si riducono. Durante questo periodo, l'energia investita nella compressione viene recuperata, più quella ottenuta sotto forma di calore dalla combustione, che viene trasformata in energia meccanica.

Le modalità di introduzione del combustibile e lo sviluppo della combustione sono i fattori che maggiormente influenzano l'effettiva esecuzione del ciclo diesel. Il tempo di lavoro è suddiviso in tre periodi chiaramente differenziati: il ritardo di accensione, il tempo di ritardo ( $T_r$ ) e l'accensione.

**Fase di scarico (6-2-1):** l'apertura della valvola di scarico, nel ciclo teorico, permette lo svuotamento del cilindro riducendo il volume prodotto dalla corsa ascendente del pistone. L'espulsione dei gas di scarico provoca una perdita di calore a causa dell'uscita di questi ultimi dal cilindro. Dopo il tempo di scarico, il ciclo viene ripetuto continuamente, in modo da ottenere un lavoro meccanico positivo in una corsa su quattro.



**Fase di compressione (2-3):** nel ciclo teorico, la corsa ascendente del pistone a valvole chiuse riduce il volume del cilindro. L'aumento della pressione fa sì che il gas (aria atmosferica) si riscaldi fino a raggiungere una temperatura nel PMS (punto morto superiore) molto più alta di quella necessaria per l'accensione del combustibile. La compressione dell'aria richiede energia. Nel ciclo reale, la pressione e la temperatura causate dalla compressione sono influenzate dalla velocità di lavoro del motore e dalla temperatura delle pareti del cilindro (sistema di raffreddamento).



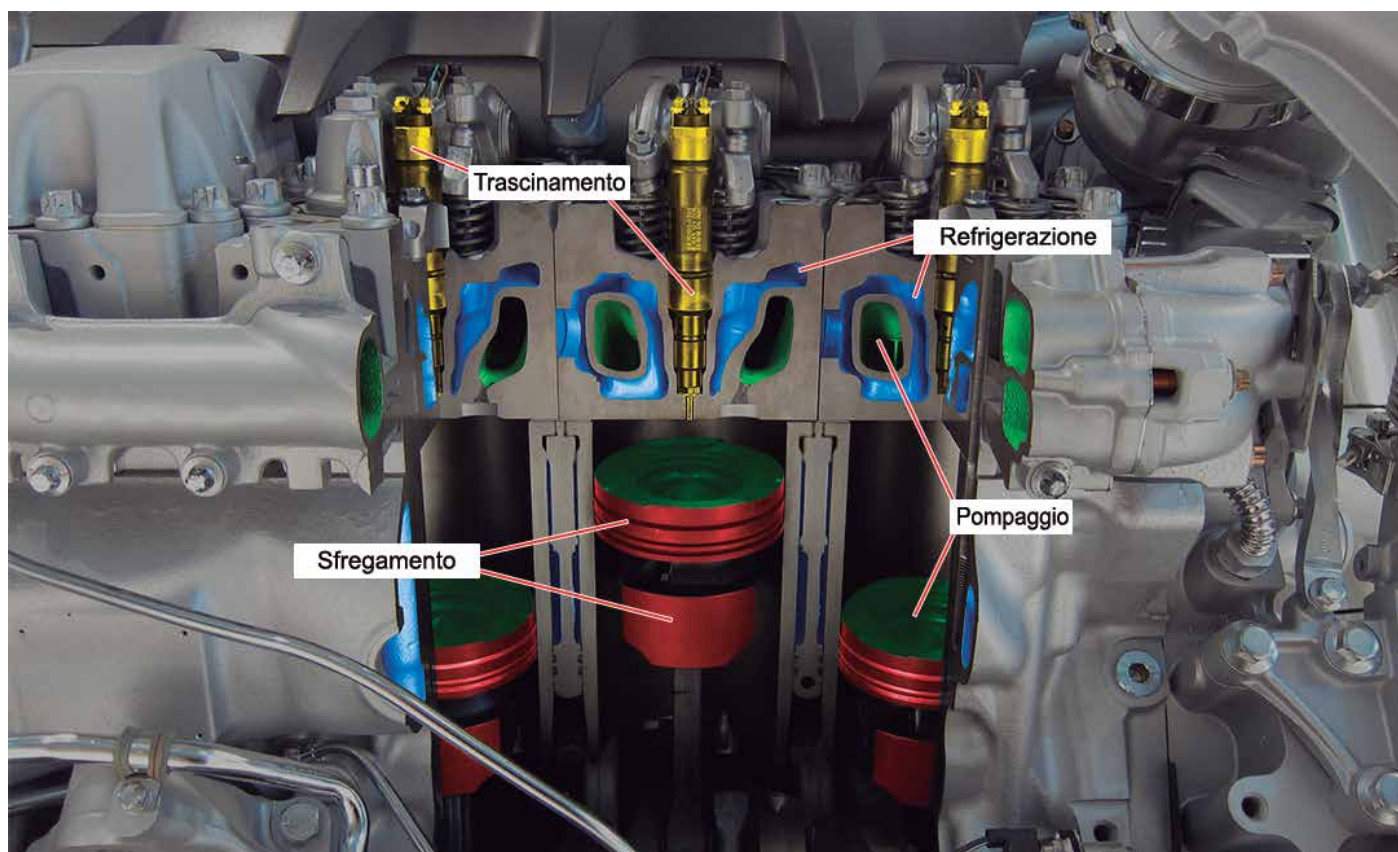
Nel ciclo reale, alla fine del ciclo di lavoro, parte dei gas viene automaticamente indirizzata verso l'esterno attraverso la valvola di scarico a causa della pressione residua alla fine del tempo di combustione, il che significa che parte del calore ottenuto dal combustibile viene disperso attraverso il tubo di scarico. L'apertura della valvola di scarico (AAS) prima del PMI è quasi obbligatoria per ottenere l'effettivo svuotamento del cilindro, poiché l'avanzamento nella chiusura della stessa (ACS) è inevitabile per motivi meccanici.

## Perdite energetiche del motore

Oltre ai difetti del ciclo diesel reale, è necessario considerare gli inconvenienti che la sua esecuzione pratica comporta nei motori alternativi. Le imposizioni fisiche della progettazione meccanica, il comportamento termico dei materiali e il lavoro a regime variabile comportano perdite che influiscono sul rendimento finale, cosicché dell'energia termica

totale rilasciata dalla combustione solo una parte viene trasformata in energia meccanica disponibile per svolgere il lavoro di propulsione del veicolo o qualsiasi altro tipo di lavoro.

Le perdite energetiche più evidenti dei motori diesel sono causate da:

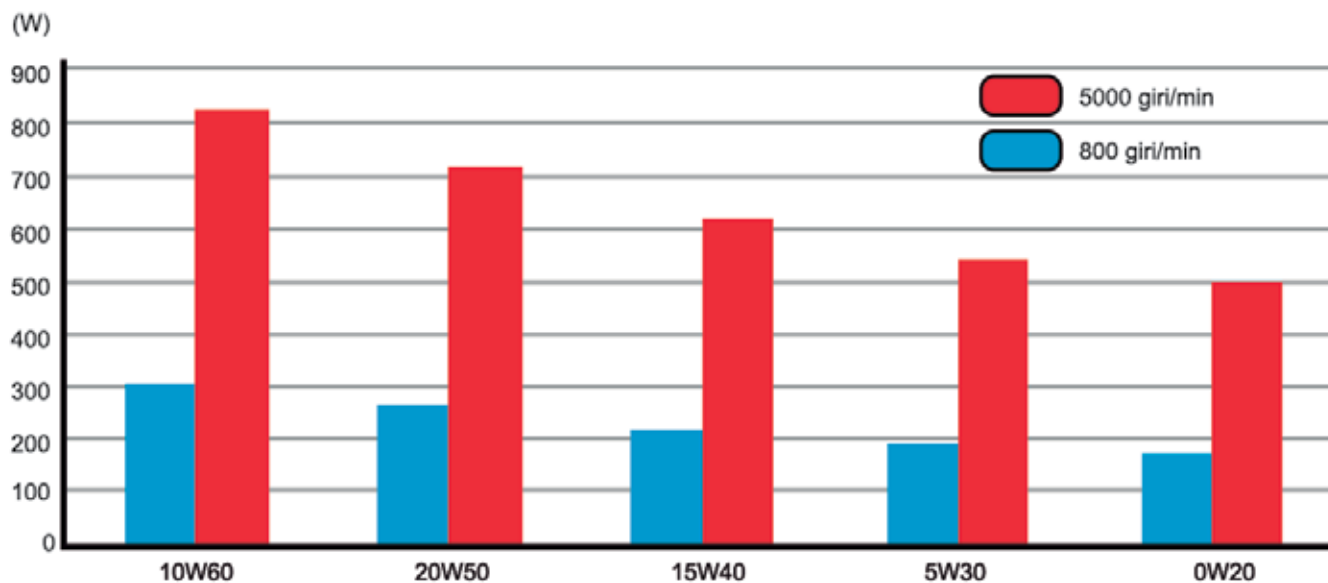


**Refrigerazione:** i metalli che compongono i motori sono "instabili" alla temperatura che dà origine alla combustione del gasolio (vi è il rischio di dilatazione e di fusione), il che richiede un sistema di raffreddamento. Il calore evacuato dal sistema di refrigerazione non produce l'aumento di temperatura e di pressione dei gas, essendo quindi una perdita che si verifica principalmente nel tempo di combustione-espansione e in misura minore nella compressione.

**Pompaggio:** la sezione di apertura delle valvole è limitata dal design dei cilindri e delle camme, che possono limitare il flusso di riempimento e svuotamento del cilindro in determinati momenti. La densità dell'aria di aspirazione e dei gas di combustione sono determinanti in questo senso. Quando la variazione di volume del cilindro durante i tempi di aspirazione e scarico è maggiore della portata di gas consentita dalle valvole, si producono delle forze sulla testa del pistone contrarie alla direzione del suo movimento, creando una resistenza che deve essere superata con l'apporto di energia meccanica.

**Trascinamento:** la pressurizzazione del combustibile per l'iniezione, la lubrificazione degli elementi mobili del motore e il raffreddamento del gruppo vengono generalmente effettuati tramite il pompaggio di liquidi. Per azionare questi elementi mobili, di solito viene utilizzata una parte della forza di rotazione del motore, generando però perdite di potenza nel motore.

**Sfregamento:** lo sfregamento e le forze di attrito tra gli elementi a contatto sono inevitabili in alcuni componenti del motore che funzionano senza lubrificazione. Anche negli elementi con lubrificazione, la viscosità del lubrificante genera forze contrarie al movimento di valore crescente in funzione della velocità di lavoro.



In particolare nei segmenti dei cilindri, a causa della loro elevata velocità di traslazione, e nei cuscinetti di biella e banco, a causa della grande superficie di contatto, le perdite per sfregamento possono es-

sere considerevoli. Anche l'azionamento tramite cinghie di distribuzione o cinghie ausiliarie comporta un certo attrito.

## Combustione degli idrocarburi

Il calore necessario per aumentare o mantenere la pressione all'interno dei cilindri del motore è ottenuto nei motori diesel dall'ossidazione dei diversi idrocarburi presenti nel gasolio per reazione con l'ossigeno dell'aria atmosferica ( $O_2$ ).



Successivamente, la combinazione di ossigeno e carbonio produce diossido di carbonio  $CO_2$ , mentre l'unione con l'idrogeno forma acqua ( $H_2O$ ) quando la reazione chimica è completa e perfetta.

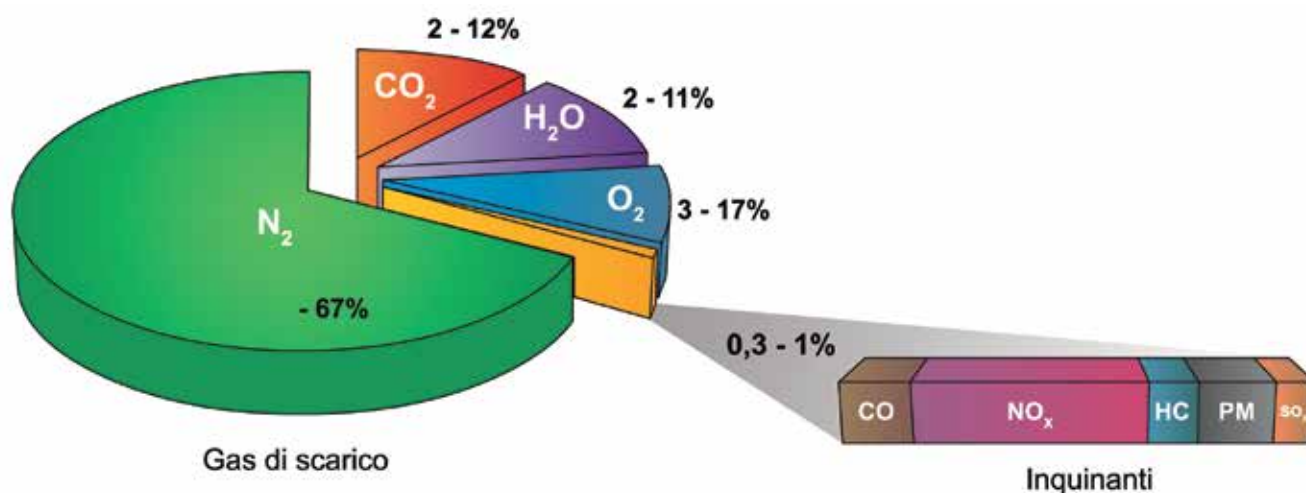
A tal fine, devono essere soddisfatte **due condizioni di base** che, sebbene chimicamente semplici, non sempre sono presenti nei motori veloci.

- 1ª Proporzionalità tra gli elementi reattivi:** il motore diesel ha bisogno di 14,5 grammi d'aria per ogni grammo di combustibile (**14,5:1**) per ossidare completamente il gasolio (rapporto stechiometrico). Questa proporzione può essere utilizzata per calcolare l'energia termica rilasciata e la massa dei prodotti risultanti alla fine della reazione.
- 2ª Temperatura sufficiente:** affinché la reazione di ossidazione sia attivata, è necessario un apporto iniziale di energia per portare la temperatura degli idrocarburi ( $C_xH_x$ ) al di sopra della loro temperatura di accensione. Il gasolio liquido deve passare allo stato gassoso; a quel punto le forze di attrazione tra le sue molecole scompaiono e gli idrocarburi possono mescolarsi con l'aria (ossigeno). L'impossibilità di ottenere una combustione perfetta e omogenea fa funzionare i motori diesel con un eccesso d'aria, anche se, in determinate condizioni di funzionamento, si verificano combustioni parziali (incomplete) che, oltre a ridurre il rendimento, provocano la generazione di monossido di carbonio (CO), idrocarburi leggeri (HC) e particelle solide.

## Inquinamento diesel

Il ciclo di funzionamento diesel "reale" differisce sostanzialmente da quello "teorico" a causa, tra l'altro, del cambiamento di stato del combustibile o delle perdite di calore. L'esecuzione pratica dello stesso, in particolare nel tempo di combustione, aggiunge inoltre i difetti associati alle limitazioni imposte dal sistema di alimentazione, all'elevata velocità di lavoro e ad alcune reazioni chimiche non previste inizial-

mente. Anche lavorando con aria in eccesso, l'ossidazione degli idrocarburi può essere imperfetta in alcune zone, il che, oltre a ridurre il rendimento termico del processo, comporta la comparsa di monossido di carbonio (**CO**), particelle solide (**PM**) e idrocarburi (**HC**) allo stato gassoso nei gas di scarico.



Inoltre, la presenza nella camera di combustione di alcune sostanze che "teoricamente" non partecipano alla reazione di combustione permette lo sviluppo in parallelo reazioni chimiche parassitarie, con i corrispondenti prodotti finali (**NO<sub>x</sub>** e **SO<sub>x</sub>**). Pertanto, i gas di scarico degli attuali motori diesel veloci contengono una piccola frazione di sostanze inquinanti, che generalmente non supera l'1% del totale; la parte restante è costituita da diossido di carbonio (**CO<sub>2</sub>**) e vapore acqueo (**H<sub>2</sub>O**), derivanti dalla corretta e completa ossidazione degli idrocarburi, più l'aria in eccesso non coinvolta nella combustione (**N<sub>2</sub>** e **O<sub>2</sub>**).

La proporzione relativa tra i gas non inquinanti dipende principalmente dallo stato di carica del motore e dalla volontà del conducente (regolazione di regime/carico), che determinano la quantità di combustibile iniettato e la sua proporzione rispetto alla massa d'aria che riempie i cilindri. La produzione di sostanze inquinanti è dovuta in misura maggiore alle condizioni in cui avviene la combustione, chiaramente condizionata dalle variazioni di temperatura, pressione e turbolenza all'interno della camera di combustione derivanti dal lavoro a regime e carico variabili, e dalle limitazioni inerenti al sistema di iniezione del combustibile.

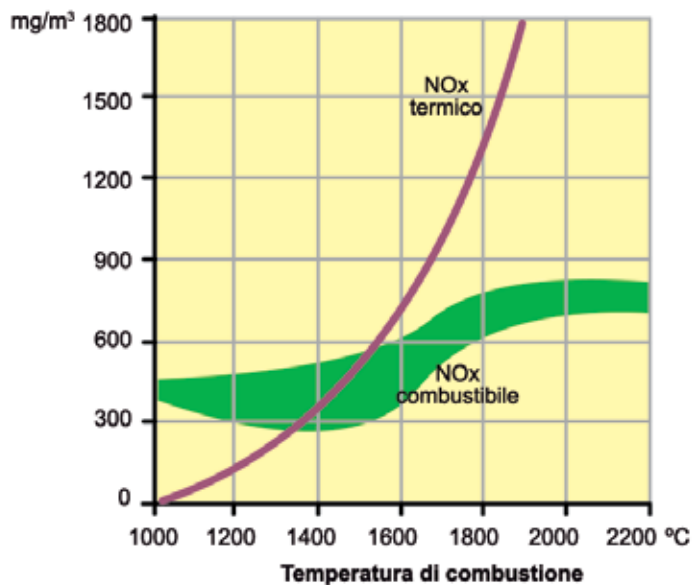
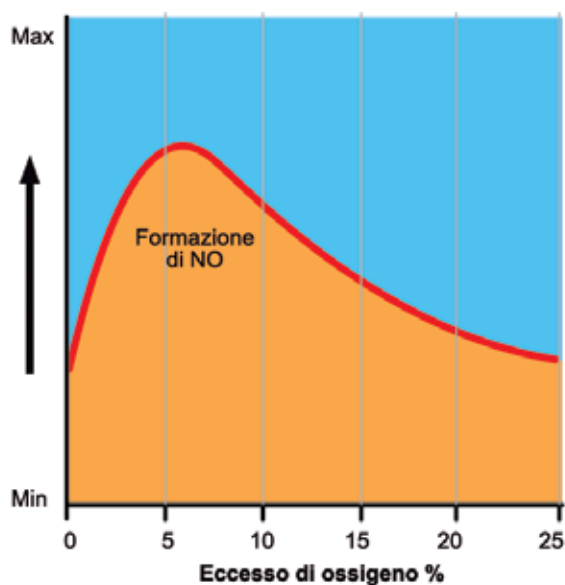
### Diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>)

È un gas le cui molecole sono composte da due atomi di ossigeno e uno di carbonio. Viene prodotto dalla combustione completa del carbonio e più alta è la sua concentrazione, migliore è la combustione. Pur non essendo dannoso per gli esseri viventi, tuttavia un aumento della sua concentrazione nell'atmosfera può causare variazioni climatiche su larga scala dovute al cosiddetto effetto serra. Il 41% dei gas serra di origine antropogenica (risultato dell'attività umana) emessi ogni anno è direttamente attribuito ai trasporti, la maggior parte dei quali è alimentata da motori diesel.

### Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

Gli ossidi di azoto (**NO** e **NO<sub>2</sub>**) prodotti durante la combustione rappresentano circa il 50% del totale delle emissioni inquinanti dei moderni motori diesel e recentemente sono diventati il loro principale svantaggio.

In concentrazione sufficiente riducono la proporzione di O<sub>2</sub> nell'aria e danneggiano i tessuti umidi (in particolare le vie respiratorie), e possono causare asfissia a seconda della concentrazione. Il monossido di azoto è un gas a bassa tossicità alla concentrazione presente nell'atmosfera, mentre il biossido di azoto è un gas dall'odore fortemente irritante e asfissiante. La combinazione di NO<sub>2</sub> con l'umidità dell'aria forma l'acido nitrico e l'acido nitroso, che sotto forma di piogge acide colpiscono gli organismi viventi, alterano la composizione minerale del suolo ed erodono materiali e impianti.

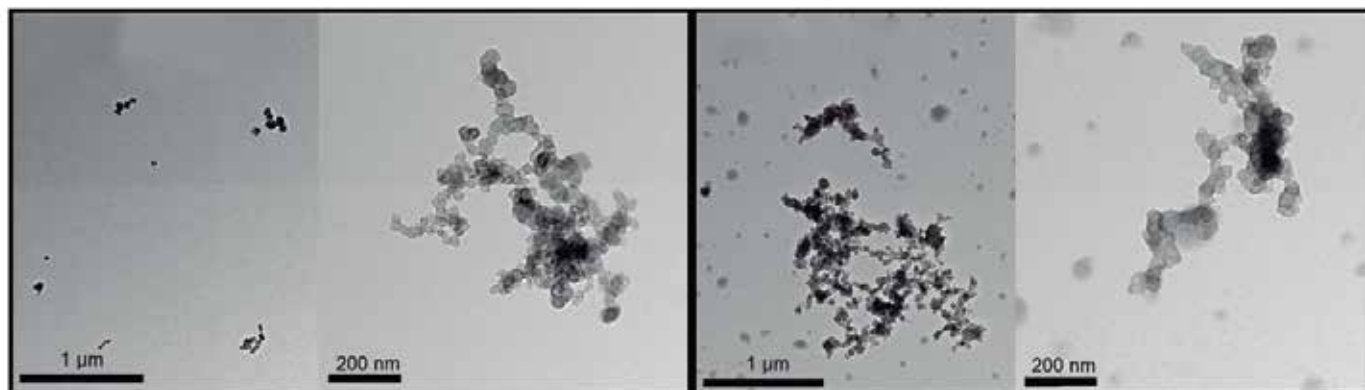


### Idrocarburi (HC)

Le loro emissioni provengono da combustibile incombusto a causa di una combustione incompleta. Gli HC si manifestano in diverse combinazioni a seconda del tipo di combustibile e agiscono in modo diverso nell'organismo. Alcuni degli idrocarburi emessi nell'atmosfera provocano effetti lievi sulla salute, come irritazione degli organi sensoriali, altri come il benzene possono essere molto più dannosi e pericolosi perché cancerogeni.

### Monossido di carbonio (CO)

La mancanza di ossigeno nella combustione fa sì che questa non abbia luogo completamente e si formi CO invece di  $\text{CO}_2$ . La comparsa di concentrazioni più elevate di monossido di carbonio nei gas di scarico indica l'esistenza di una miscela iniziale ricca o povera di ossigeno. Il CO è un gas inodore, incolore, infiammabile e altamente tossico che, inalato a livelli elevati, può causare il decesso. In concentrazioni elevate e in caso di tempi di esposizione prolungati, può causare la trasformazione irreversibile dell'emoglobina nel sangue, una molecola responsabile del trasporto di ossigeno dai polmoni alle cellule dell'organismo. Concentrazioni di CO superiori allo 0,3% in volume sono fatali.



### Particelle solide (PM)

Queste emissioni sono facilmente percepibili a causa del fumo nero denso che generano. Si verificano durante una combustione incompleta ricca di combustibile (gasolio, CH) quando il motore funziona a pieno carico e a regimi bassi e medi. Questo accade quando viene iniettata una grande quantità di combustibile e parte di esso non trova nelle sue immediate vicinanze un volume di ossigeno sufficiente a completare l'ossidazione, il che genera lunghe catene di idrocarburi parzialmente ossidati a seguito della combustione che tendono a raggrupparsi per formare fuliggine (particolato carbonioso).

La fuliggine è composta da piccole particelle (fino a 100 nanometri) di carbonio impuro polverizzato, di un tono più scuro della cenere. Poiché sono così piccole quando vengono inalate, entrano nel flusso sanguigno e vengono trasportate alle cellule insieme ai loro nutrienti. Questo genera alterazioni nelle cellule che possono poi portare alla comparsa di tumori. Altri effetti sulla salute quando le particelle sono sospese nell'atmosfera sono allergie, asma e problemi respiratori.

## Diossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Ha la sua origine nel contenuto di zolfo presente nel combustibile (gasolio), in quanto è un elemento naturale del petrolio greggio. La concentrazione di zolfo può variare a seconda della qualità del tipo di greggio. Più pesante è il combustibile, più alto è il suo contenuto di zolfo e peggiore è la sua qualità, poiché lo zolfo non partecipa alla combustione per generare energia.

È un gas incolore con un odore penetrante, che durante la combustione origina come sottoprodotto il diossido di zolfo. Quest'ultimo è un elemento dannoso per l'ambiente perché, a contatto con l'aria, si os-

sida trasformandosi in solfato e acido solforico, che rimane in sospensione in piccole particelle che alla fine precipitano provocando piogge acide. L'SO<sub>2</sub> provoca irritazioni e disfunzioni dell'apparato respiratorio umano (polmoni e fosse nasali). Inoltre, lo zolfo degrada rapidamente l'olio e riduce l'efficienza del filtro antiparticolato, contribuendo all'aumento delle emissioni di fuliggine del motore. Per ridurre le emissioni di SO<sub>2</sub>, è necessario obbligare i produttori di combustibile a raffinare il petrolio greggio riducendone il più possibile la concentrazione di zolfo.

## NORMATIVA EUROPEA

Nell'Unione europea esiste una legislazione che regola i limiti delle emissioni prodotte dai motori a combustione interna attraverso una serie di norme e direttive, il cui rispetto è obbligatorio per tutti i veicoli nuovi venduti all'interno degli Stati membri. Le emissioni di monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), idrocarburi (HC) e particelle di fuliggine (PM) sono regolamentate per la maggior parte dei veicoli e vengono applicate norme diverse a seconda delle loro caratteristiche.

Uno dei risultati della legislazione di cui sopra è il programma CAFE (Clean Air For Europe), volto a migliorare la qualità dell'aria con l'obbligo di ridurre le emissioni prodotte dal settore dei trasporti attraverso norme e direttive. Nel corso degli anni queste norme e direttive sono diventate sempre più severe a causa dell'inquinamento ambientale; sono le ben note EURO 1, EURO 2, EURO 3, EURO 4, EURO 5 ed EURO 6, ciascuna più severa della precedente.

		Diesel				
Tipo	Data	CO	HC	HC + NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	PM
<b>Euro 1</b>	Luglio 1992	2,72	-	0,97	-	0,14
<b>Euro 2</b>	Gennaio 1996	1	-	0,7 (*) - 0,9 (**)	-	0,08 (*) - 0,10 (**)
<b>Euro 3</b>	Gennaio 2000	0,64	-	0,56	0,50	0,050
<b>Euro 4</b>	Gennaio 2005	0,50	-	0,30	0,23	0,025
<b>Euro 5</b>	Settembre 2009	0,50	-	0,23	0,18	0,005
<b>Euro 6</b>	Settembre 2014	0,50	-	0,17	0,08	0,0045
		* Motore a iniezione indiretta		** Motore a iniezione diretta		

Tuttavia, le **ispezioni tecniche obbligatorie** in ogni Paese non rispecchiano in maniera diretta l'evoluzione in senso sempre più restrittivo delle norme e dei test richiesti sui gas ai fini dell'omologazione. Sebbene vi sia una qualche relazione tra i valori massimi ammissibili di CO, non tutte le sostanze inquinanti disciplinate dalla normativa sono monitorate regolarmente, né vengono utilizzati gli stessi sistemi o gli stessi mezzi di valutazione/misurazione.

Al fine di garantire il corretto rispetto delle normative antinquinamento, è stata creata la normativa **EOBD (European On Board Diagnostics)**, un sistema diagnostico integrato nel veicolo per il controllo dei sensori del veicolo, la registrazione dei valori di misurazione, la me-

morizzazione dei guasti dei componenti di gestione del motore e la visualizzazione dei parametri relativi ai sistemi antinquinamento.

La riduzione delle emissioni inquinanti imposta dalla normativa è possibile solo in due modi:

- Evitandone la produzione.
- Imponendone la trasformazione chimica in sostanze o composti non inquinanti.



# RIDUZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI NEL PROCESSO DI COMBUSTIONE

## Evoluzione dei motori diesel

La crescente domanda di veicoli diesel sul mercato europeo a scapito dei veicoli a benzina, insieme alle norme di omologazione sempre più restrittive, hanno portato alla grande evoluzione tecnica di questi motori negli ultimi tre decenni. È necessario aumentare il rendimento energetico del motore, fattore che, allo stesso tempo, riduce il consumo di combustibile e, in modo diretto, le emissioni di CO<sub>2</sub> prodotto. A tale scopo si cerca di intervenire su due aspetti principali: il controllo della combustione e la riduzione delle perdite energetiche dirette e indirette.

Le soluzioni adottate più rilevanti sono:

- **Sovralimentazione del motore:** mediante turbocompressore con valvola di scarico, a geometria variabile o sistemi a due stadi. Attualmente esistono motori tri-turbo, anche se la loro presenza sul mercato è minima.
- **Regolazione dell'avvio dell'iniezione e della quantità di combustibile dosata:** utilizzando sistemi di controllo elettronico dell'iniezione e iniettori con risposta sempre più rapida e dosaggio più preciso, lavorando con pressioni di iniezione progressivamente più elevate e iniettori con più fori di iniezione di dimensioni più piccole, realizzando l'iniezione direttamente al centro della camera di combustione e l'alimentazione del combustibile in modo discontinuo.
- **Controllo della turbolenza nella camera di combustione:** con condotti di aspirazione multipli e sezioni a passaggio di gas variabile.
- **Refrigerazione modulabile gestita elettronicamente:** rendimento del sistema ottimizzato in funzione del carico del motore, della temperatura ambiente e dei gas di scarico per evitare un eccessivo raffreddamento della camera di combustione. Refrigerazione attiva della testa dei pistoni mediante getto d'olio a controllo elettronico.
- **Riduzione dell'attrito nei componenti del treno alternativo del motore e della distribuzione:** segmenti e cilindri realizzati con materiali specifici, distribuzione a catena o a cinghia immersa in olio, alberi a camme su boccole anti-attrito e pistoni con rivestimento a basso sfregamento.
- **Lubrificanti a bassa viscosità e pressione di lubrificazione a regolazione elettronica:** pressione/portata dell'olio variabile a seconda delle condizioni di lavoro del motore.
- **Controllo intelligente della carica dell'alternatore:** rendimento del generatore regolato elettronicamente in base allo stato di carica della batteria e alla coppia motrice richiesta dal conducente.
- **Riduzione del consumo elettrico del sistema di controllo del motore:** vengono utilizzati sensori e attuatori che richiedono una tensione e un'intensità di corrente inferiori per il loro lavoro. La trasmissione di segnali in formato digitale aumenta la precisione e l'affidabilità delle informazioni riducendo al contempo il consumo di energia elettrica.
- **Riscaldamento attivo del motore:** riduzione del tempo necessario per raggiungere la temperatura di esercizio ottimale. L'annullamento del flusso di refrigerazione e l'attivazione delle candlette a incandescenza dopo l'avviamento a freddo facilitano il rapido riscaldamento della camera di combustione, riducendo il consumo di combustibile.



Basso numero di giri



Attuatore di controllo della turbolenza



Elevato numero di giri

## Riduzione di NO<sub>x</sub>

L'ossigeno e l'azoto nella camera di combustione sono relativamente più elevati in un motore diesel sovralimentato che in un motore atmosferico della stessa cilindrata e di conseguenza anche le emissioni di NO<sub>x</sub>. Tuttavia, le emissioni di CO e HC sono inferiori. La soluzione adottata dai produttori per ridurre, per quanto possibile, la formazione di NO<sub>x</sub> in queste circostanze, senza perdita di rendimento termico, è quella di reindirizzare parte dei gas di scarico di nuovo verso il circuito di aspirazione dell'aria del motore, utilizzando una tecnica denominata **EGR** (ricircolo dei gas di scarico).

I vantaggi che si ottengono sono i seguenti:

- Ridurre il raffreddamento dovuto al rinnovo del carico.
- Ridurre la quantità di ossigeno rispetto all'azoto, arricchendo la miscela.
- Favorire la dispersione, la penetrazione e la gassificazione del combustibile.
- Rallentare il processo di combustione.
- Ridurre le emissioni di HC e CO quando il carico è molto basso (regime minimo).

Allo stesso tempo, si hanno i seguenti svantaggi:

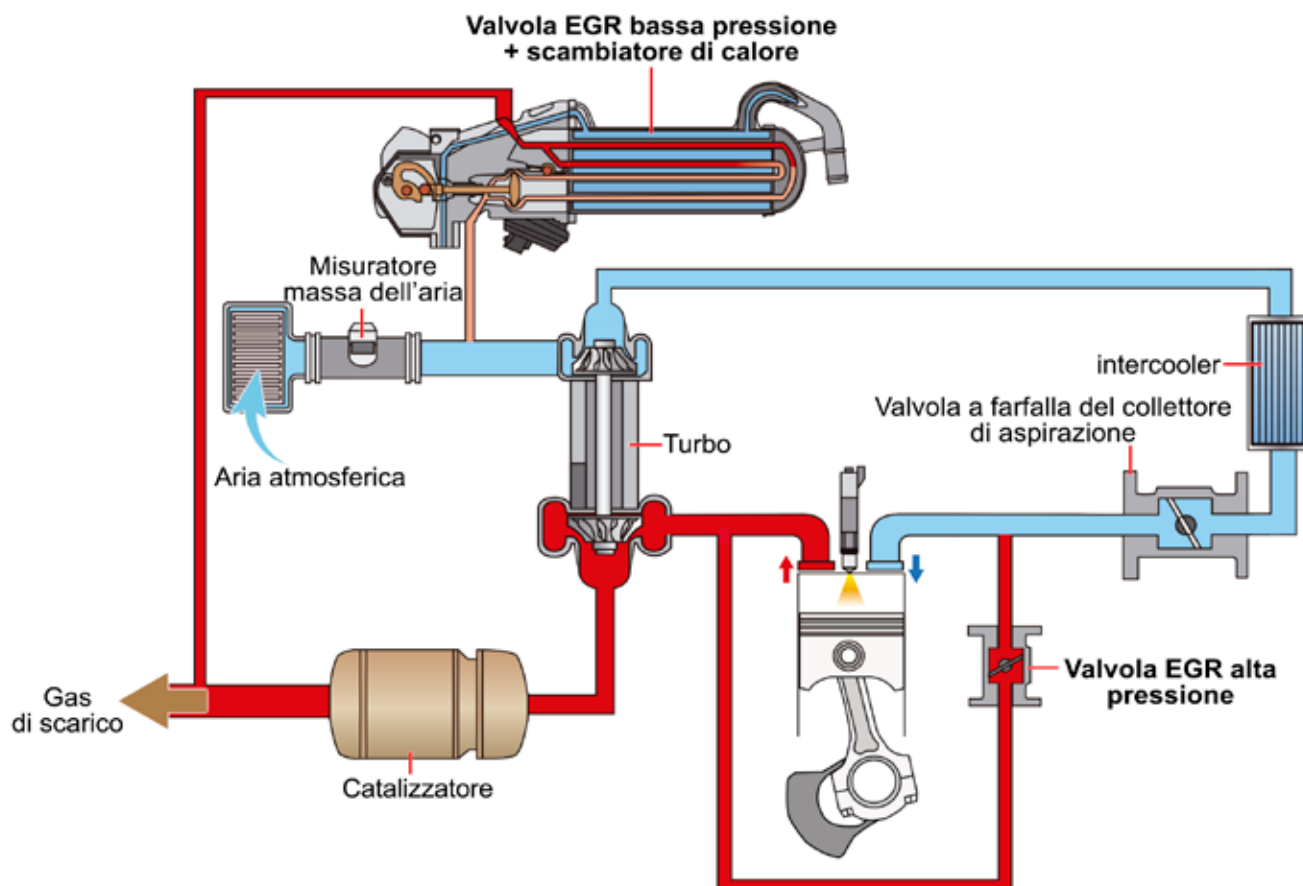
- Si sporca il circuito di ingresso con particolato carbonioso, che rende difficile il riempimento dei cilindri.
- Si aumenta la produzione di particelle a causa della mancanza di ossigeno e della bassa temperatura.

### Evoluzione del sistema EGR

Il sistema si concentra sul **miglioramento della precisione** e sull'**aumento del margine di lavoro**. I primi sistemi **funzionavano solo a regime minimo**, mentre oggi il sistema rimane attivo tranne quando si lavora con un carico molto elevato. La massa di gas messi in ricircolo viene utilizzata anche durante la fase di riscaldamento del motore per **raggiungere il prima possibile la temperatura di esercizio**. La portata dei gas messi in ricircolo nei sistemi EGR **riduce il flusso di gas sulla turbina di scarico del turbocompressore**, compromettendone la capacità di soffiaggio a basso regime e la velocità di risposta.

Nei sistemi a **doppio EGR**, i gas di scarico a bassa pressione sono condotti sul lato di aspirazione del turbocompressore, garantendo la quantità richiesta a carico, con un effetto minimo sul rendimento del turbocompressore. L'energia cinetica che forniscono al rotore durante il passaggio attraverso la turbina di scarico è la stessa che accumulano sul lato di aspirazione e compressione. La riconduzione dei gas di scarico, una volta trattati dai sistemi di inquinamento (circuito a bassa pressione), **impedisce la presenza di particelle solide (PM)** nel gas di carico e riduce ulteriormente il contenuto di ossigeno. Una parte dell'O<sub>2</sub> non coinvolto nella combustione è stata combinata con altri elementi nel catalizzatore (trasformazione di CO in CO<sub>2</sub> e di HC in CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O), per cui **la sua concentrazione è ancora più bassa**.

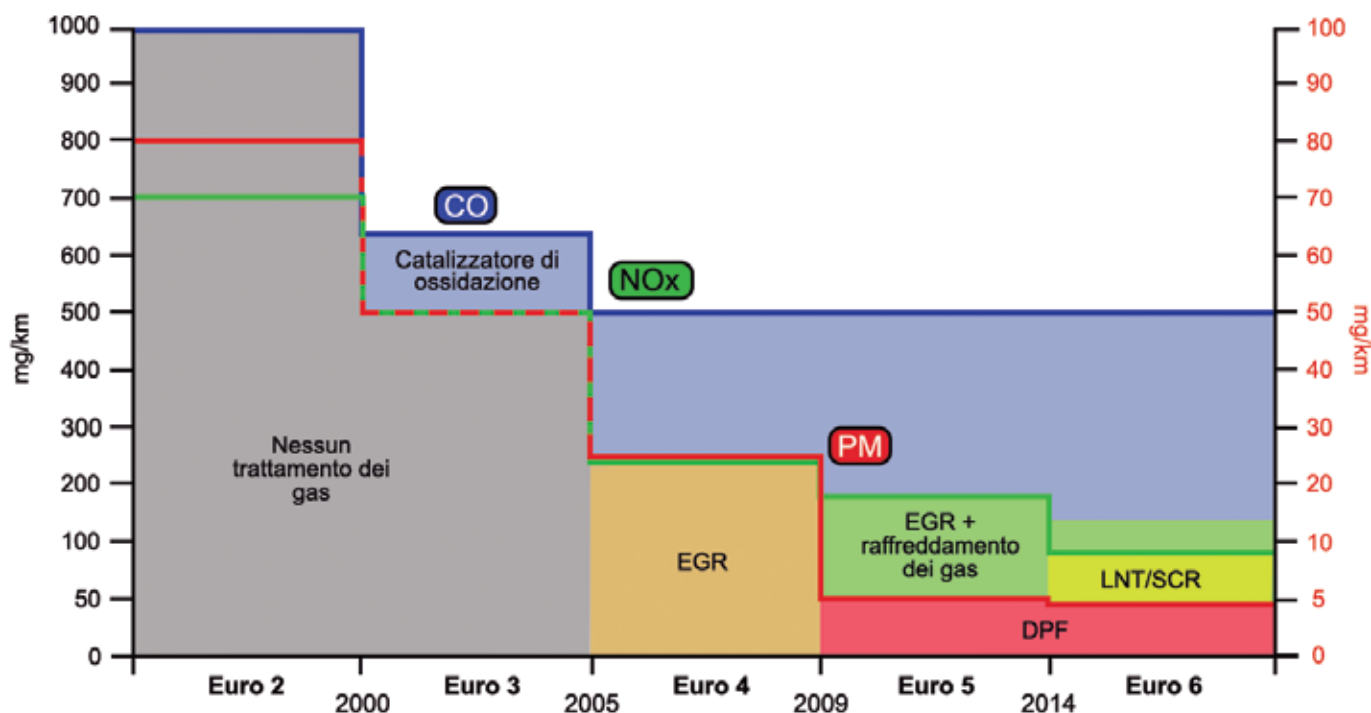
Per ridurre ulteriormente gli ossidi di azoto, i gas di scarico vengono raffreddati, con il motore caldo, facendoli passare attraverso un radiatore di ricircolo dei gas di scarico raffreddato ad acqua.



## TRATTAMENTO DEI GAS DI SCARICO

Le soluzioni tecniche ricercate dai produttori per migliorare la combustione non sono sufficienti per rispettare le restrizioni richieste nei test di omologazione. Da anni, per ottenere l'omologazione, è necessario trasformare le sostanze inquinanti derivanti dalla combustione in sostanze non nocive per la salute o l'ambiente, mediante sistemi di riduzione o trasformazione chimica.

La diversa natura fisica e chimica degli inquinanti prodotti dai motori diesel implica, per la loro trasformazione, la necessità di elementi e sistemi sia passivi che attivi, specifici per la riduzione di ciascuno di essi.

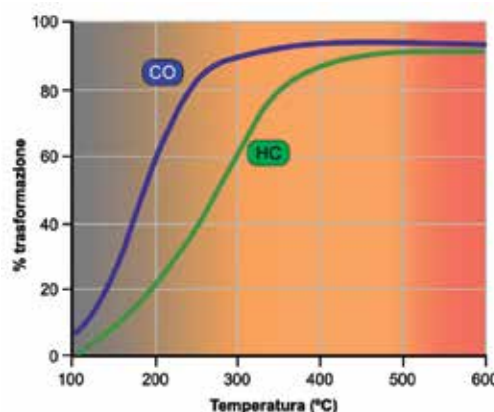


Lo sviluppo, l'applicazione o l'evoluzione dei sistemi antinquinamento esistenti corrisponde in molti casi all'applicazione delle nuove normative, sia per l'inclusione nei test di sostanze non previste in precedenza, sia per la notevole riduzione richiesta a quelle già standardizzate.

I seguenti sistemi di trasformazione e depurazione dei gas di scarico utilizzati sono in ordine cronologico di introduzione:

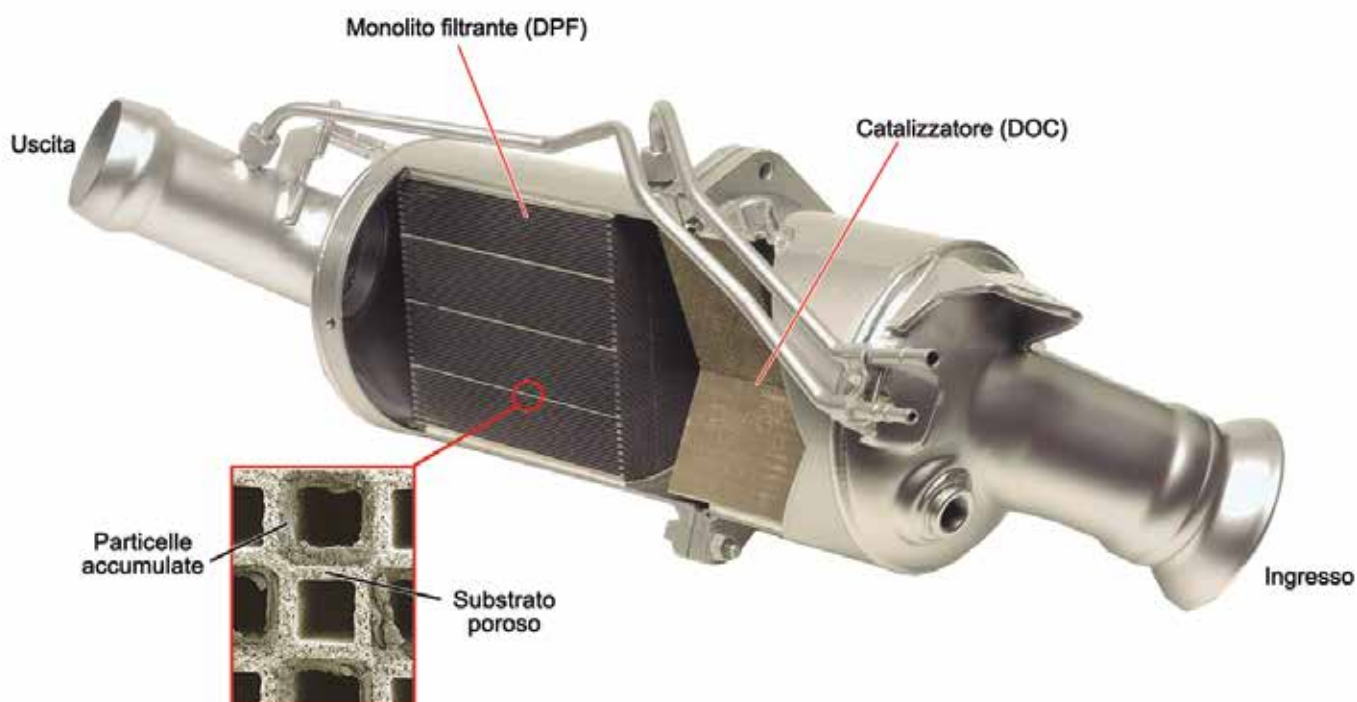
### Catalizzatore di ossidazione (DOC)

I gas inquinanti prodotti dalla combustione, generalmente CO e HC, subiscono una trasformazione chimica all'interno del catalizzatore di ossidazione incorporato nei motori diesel. Questo catalizzatore ossida il monossido di carbonio e gli idrocarburi incombusti in diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) e acqua (H<sub>2</sub>O). All'ingresso del catalizzatore, oltre ai gas CO e HC, è presente anche NO<sub>x</sub>, la cui quantità può essere inizialmente ridotta attraverso un sistema di ricircolo dei gas di scarico.



Il catalizzatore di ossidazione è costituito da una scatola in acciaio inossidabile e da un monolito in ceramica all'interno. Il corpo ceramico ha una struttura a celle la cui superficie è ricoperta da uno strato di ossido di alluminio vaporizzato con platino e palladio. I gas di scarico passano attraverso queste celle e riscaldano il catalizzatore, iniziando la conversione dei contaminanti in composti inerti. I metalli nobili sono quelli che ossidano i gas di scarico, ottenendo così la riduzione del monossido di carbonio e degli idrocarburi incombusti.

I catalizzatori di ossidazione sono montati il più vicino possibile al motore in modo da raggiungere rapidamente la temperatura necessaria per svolgere efficacemente la loro funzione. La reazione chimica di ossidazione del monossido di carbonio e degli idrocarburi è efficace a temperature superiori a 200 °C.



### Filtro antiparticolato (DPF)

La sua missione è quella di filtrare e immagazzinare le particelle di fuliggine prodotte durante il processo di combustione del motore. Assicura inoltre la combustione delle particelle di fuliggine durante la fase di rigenerazione.

Il filtro antiparticolato è costituito da un corpo ceramico in carburo di silicio alloggiato in un involucro metallico. All'interno, i gas di scarico circolano alternativamente attraverso piccoli condotti paralleli chiusi. Queste pareti sono porose per i gas di scarico ma non per le particelle di fuliggine, che vengono tratteneute. Le pareti del corpo ceramico sono rivestite con una combinazione di platino e ossido di cerio. Il contatto dei gas con il rivestimento in platino genera biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ),

che provoca un'ossidazione delle particelle di fuliggine al di sopra dei 350 °C, con conseguente rigenerazione passiva nel filtro.

L'ossido di cerio contenuto nel rivestimento accelera la rigenerazione termica con ossigeno ( $\text{O}_2$ ) a temperature superiori ai 580 °C. Ciò avviene quando la rigenerazione viene attivata dall'unità di comando del motore. Per attivare la rigenerazione, si tiene conto della misurazione realizzata dal sensore di pressione differenziale, che misura la pressione di ingresso e di uscita del filtro antiparticolato e informa l'unità di comando del motore dove viene determinato il grado di saturazione del motore.

### Sistemi di riduzione di $\text{NO}_x$ LNT

Si tratta di un sistema accumulatore/catalizzatore che trattiene i  $\text{NO}_x$ . È costituito da un monolito a struttura reticolare quadrata aperta, con un rivestimento di platino e ossido di bario, situato dietro al catalizzatore DOC e di solito davanti al DPF.

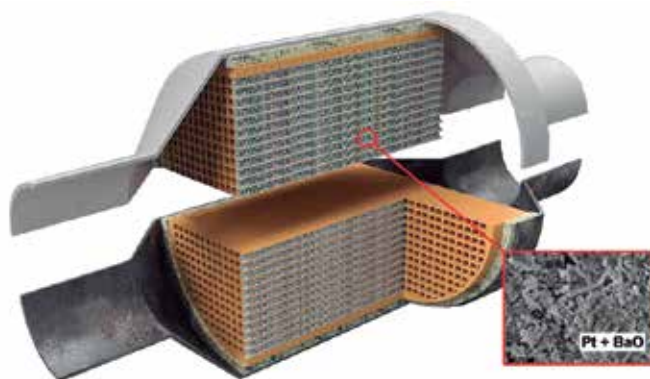
In periodi di miscela povera ( $\lambda > 1$ ) il platino attira i  $\text{NO}_x$  formati durante la combustione e facilita l'ossidazione del NO combinandolo con

l'eccesso di  $\text{O}_2$  proveniente dalla combustione per formare  $\text{NO}_2$ . Per vicinanza fisica, l'ossido di bario ( $\text{BaO}$ ) cattura i  $\text{NO}_x$  per formare nitrati  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , motivo per cui questa fase è chiamata **assorbimento**.

L'unità di comando del motore valuta il rapporto di  $\text{NO}_x$  dopo l'accumulatore tramite un sensore di  $\text{NO}_x$ . L'alta percentuale di  $\text{NO}_x$  indica la saturazione del filtro; per questo motivo è necessario ripristinarla

trasformando i  $\text{NO}_x$  trattenuti in  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Per fare ciò, l'unità di controllo del motore **arricchisce** brevemente il rapporto combustibile/aria fino a superare la capacità di trasformazione istantanea del catalizzatore DOC. La presenza di **HC** e di **CO** nell'accumulatore insieme alla bassa presenza di  $\text{O}_2$  provoca la decomposizione dei nitrati e il rilascio di  $\text{N}_2$  quando il suo ossigeno si combina con il **CO** per formare  $\text{CO}_2$  o con il carbonio e l'idrogeno dell'**HC** per formare  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Il bario ritorna così al suo stato originale (**BaO**), recuperando la sua capacità di assorbimento e accumulo di  $\text{NO}_x$ .

Durante la fase di riduzione, la produzione di particelle solide, CO e idrocarburi durante la combustione aumenta momentaneamente, **comportando anche un aumento del consumo di combustibile**. Il rendimento del catalizzatore LNT è al massimo tra **150 e 450 °C** ed è particolarmente ridotto nelle fasi di rigenerazione del filtro DPF a causa dell'elevata temperatura dei gas di scarico richiesta durante periodi di tempo prolungati.



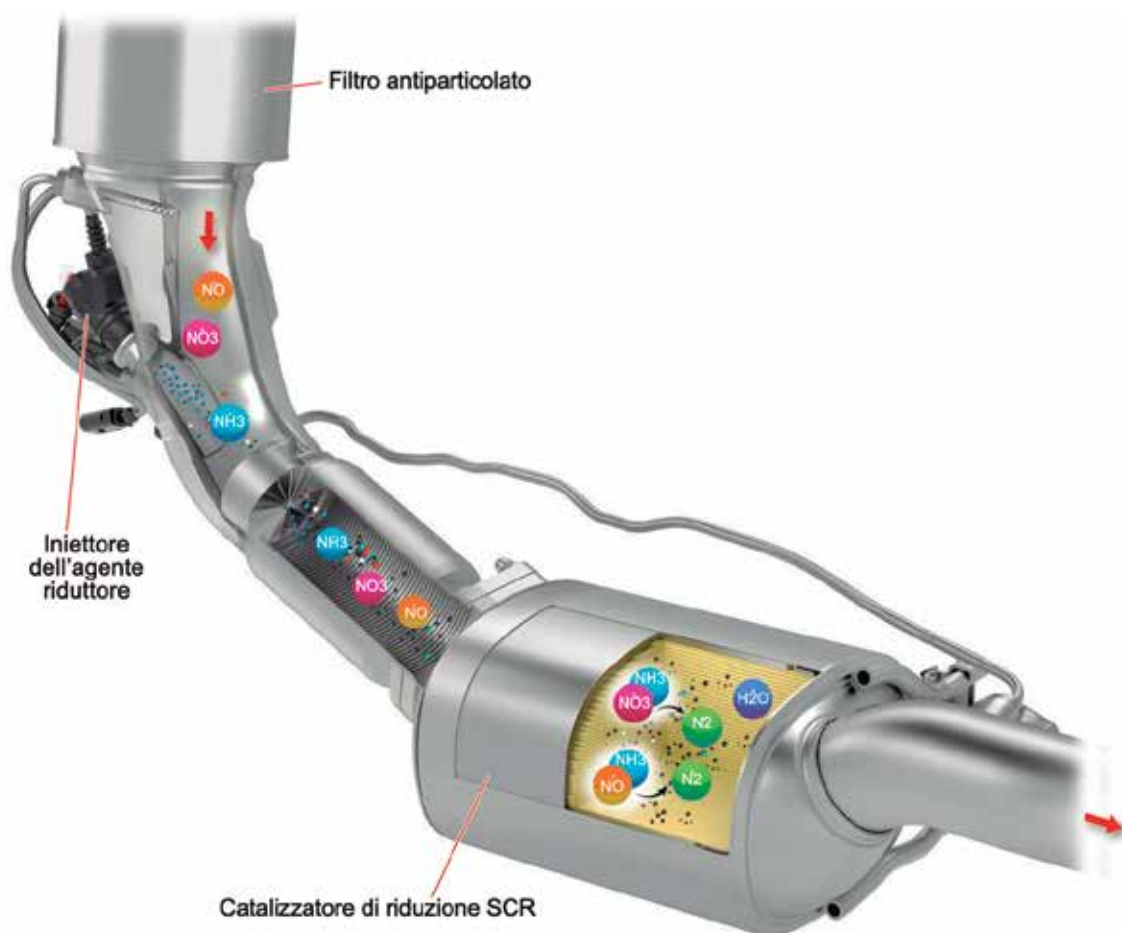
### Sistemi di $\text{NO}_x$ SCR

Il sistema sopra descritto aumenta la produzione di particelle solide (PM) e il loro accumulo nel filtro DPF, il che implica rigenerazioni più frequenti e aumenta il consumo di combustibile. L'altra alternativa attualmente utilizzata dalla maggior parte dei fabbricanti di veicoli leggeri si basa sulla tecnologia **SCR** (Selective Catalytic Reduction).

La caratteristica principale di questo sistema è l'uso aggiuntivo dell'agente riducente AdBlue per il suo funzionamento. Gli elementi chimici necessari (AdBlue) vengono iniettati nel flusso di gas di scarico attraverso un iniettore per ottenere la trasformazione continua dei  $\text{NO}_x$  in  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . L'agente riducente AdBlue viene trasformato in ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) mediante termolisi, cioè una reazione chimica condizionata dal calore e dall'idrolisi (reazione chimica condizionata dall'acqua).

- **Termolisi:**  $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{NHCO}$
- **Idrolisi:**  $\text{NHCO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2$

A seconda della temperatura dei gas di scarico, si ottiene in tal modo una riduzione compresa tra il 90 e il 95% dei  $\text{NO}_x$  prodotti dal motore. I sistemi SCR sono costituiti principalmente da un catalizzatore specifico, da un circuito idraulico e dagli elementi del sensore e dell'attuatore necessari per regolare la quantità di additivo iniettato nello scarico in funzione della concentrazione di  $\text{NO}_x$ .



# Eure!Car<sup>®</sup>

CERTIFIED MASTERCLASSES

# techn

# auto



**bilsteingroup<sup>®</sup>**



**SWAG**



**BOSCH**



**brembo**

**Continental**



**KYB**

*Our Precision, Your Advantage*

**MAHLE**

**MANN  
FILTER**

**PHILIPS**

**SCHAEFFLER**

**SKF<sup>®</sup>**



Brand of NTN corporation

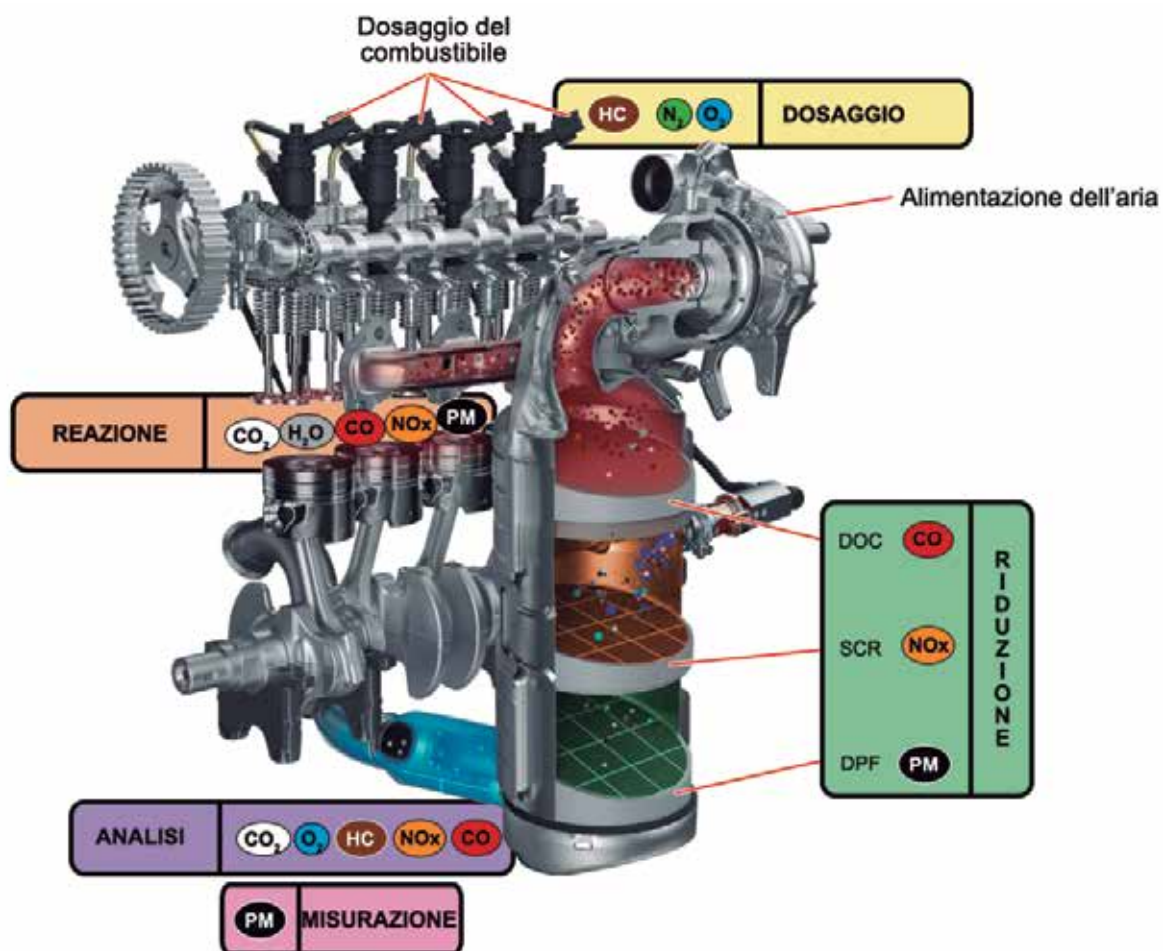
# Technical education for professional automotive repairers

[www.eurecar.org](http://www.eurecar.org)



# ANALISI DEI GAS DIESEL

## Controllo delle emissioni di scarico nei motori diesel



Lo scopo principale dell'analisi dei gas negli attuali motori diesel è quello di controllare l'efficacia dei diversi sistemi antinquinamento, il cui malfunzionamento può o meno influire sulle normali prestazioni del motore ed essere sia causa sia conseguenza diretta di diversi guasti.

I valori massimi di sostanze inquinanti accettabili per ogni veicolo dipendono logicamente dai sistemi antinquinamento installati e dalla norma di omologazione applicabile, tenendo presente che la capacità di riduzione di alcuni di essi non è assoluta e che la loro efficacia dipende in molti casi dalla temperatura di esercizio e da altri fattori esterni.

Il funzionamento dei sistemi antinquinamento attivi dipende anche dalla loro corretta regolazione da parte di un'unità di controllo, funzione

che deve essere verificata mediante strumenti diagnostici. A differenza dei motori a benzina, in cui la composizione finale dei gas di scarico è praticamente la stessa in tutto il regime di lavoro, indipendentemente dal carico, nei motori diesel ciò deve essere eseguito in condizioni di lavoro diverse e tenendo conto delle emissioni di NO<sub>x</sub>.

Anche la formazione di particelle solide, la maggior parte delle quali sono invisibili, deve essere presa in considerazione come fase preliminare alla misurazione dei gas. Oltre al controllo obbligatorio dell'opacità dei fumi o alla verifica dell'efficacia dei sistemi antiparticolato, la produzione di particelle in eccesso è un chiaro indicatore di problemi di dosaggio o di combustione. La formazione di particelle solide modifica il risultato chimico della combustione, diminuisce la produzione di CO<sub>2</sub> e aumenta la quantità di O<sub>2</sub> in eccesso, facilitando così la formazione di NO<sub>x</sub> se la temperatura è sufficiente.

## Apparecchiature per la misurazione dell'opacità

La possibile produzione, durante la reazione di combustione, sia di gas che di particelle solide, caratteristica dei motori diesel, implica la necessità di utilizzare per la loro valutazione due strumenti di misurazione indipendenti.

La quantità di particelle solide da anni viene verificata per mezzo di **opacimetri** con il motore in fase di accelerazione dal regime minimo fino al limite di rotazione superiore. In questo modo, la massa d'aria che entra nei cilindri durante ogni ciclo di lavoro aumenta fino a

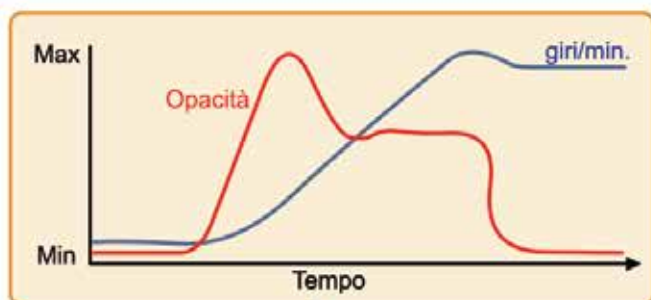


una certa velocità (massima efficienza di riempimento e momento di coppia massimo) per poi diminuire progressivamente in seguito. In queste condizioni, la massa di combustibile iniettata in ciascun ciclo è regolata nella quantità massima durante l'accelerazione e deve poi essere ridotta per limitare il regime del motore.

La possibilità di formazione di particelle solide se il riempimento dell'aria o il dosaggio del combustibile non sono corretti, o se ci sono guasti di combustione, è massima in queste circostanze, in quanto la

verifica viene eseguita a regime variabile, in estremo arricchimento e in riduzione della portata ad alta velocità.

Attualmente, la maggior parte degli opacimetri sul mercato funziona in combinazione con un computer fisso o portatile, che svolge le funzioni di calcolo e visualizzazione dei risultati misurati.



## Analisi di 5 gas

I sistemi di misurazione delle sostanze inquinanti utilizzati durante i test di omologazione sono assoluti e cumulativi, in quanto le normative prevedono le quantità massime consentite per km (su banco o nell'utilizzo su strada) in diverse condizioni e cicli di funzionamento. La misurazione assoluta (di massa) delle sostanze quando si tratta di gas richiede volumi di accumulo e costosi sistemi di separazione o rilevamento, rendendoli praticamente inaccessibili per le officine di riparazione.

Gli analizzatori di gas di scarico diesel disponibili e accessibili per le officine sono invece strumenti di misurazione proporzionali, che funzionano determinando la composizione relativa di un flusso di gas in condizioni di portata stabilizzata continua e sufficiente.

Gli analizzatori di gas adatti per veicoli diesel devono valutare i seguenti elementi:

- **CO<sub>2</sub>**: prodotto della combustione completa del combustibile dosato, della trasformazione del CO nel catalizzatore in CO<sub>2</sub> e della formazione di CO<sub>2</sub> per decomposizione di AdBlue nei sistemi di NO<sub>x</sub> SRC.
- **O<sub>2</sub>**: eccedente dalla combustione, che non ha partecipato ai processi di trasformazione delle sostanze inquinanti.
- **CO**: prodotto della combustione incompleta degli idrocarburi che deve essere trasformato in CO<sub>2</sub> nel catalizzatore.
- **HC**: combustibile gassificato che deve essere ossidato nel catalizzatore DOC.
- **NO<sub>x</sub>**: risultato della combinazione di O<sub>2</sub> e N<sub>2</sub> durante la combustione o nel catalizzatore DOC. La sua produzione è limitata mediante l'EGR o viene trasformato in N<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> da sistemi LNT o SCR.

Con i 4 valori iniziali è possibile calcolare matematicamente il rapporto aria/combustibile (fattore  $\lambda$ ) dosato in base alla proporzione dei gas derivanti dalla combustione e agli idrocarburi incombusti. È inoltre necessario tener conto della formazione di H<sub>2</sub>O come prodotto della combustione. La diversa composizione chimica di benzina e gasolio implica calcoli diversi per determinare il fattore  $\lambda$  su ciascuno di questi motori.

La maggior parte degli analizzatori a 5 gas è compatibile con entrambi i combustibili (dopo la configurazione da parte dell'utente), tuttavia i vecchi analizzatori a 4 gas di solito non hanno questa opzione. I valori indicati da queste macchine sono riferiti in % volumetrica rispetto al totale istantaneo del campione (valore 100) o in numero concreto di particelle su una quantità predefinita del campione analizzato (ppm-particelle per milione), stabilendo così la proporzionalità matematica delle diverse sostanze rispetto a un parametro comune e tra di esse (volume totale o un milione di particelle rispettivamente).

Come regola generale, essi indicano in ppm le sostanze la cui proporzione nel volume totale è così bassa da richiedere troppi decimali (NO<sub>x</sub> e HC) per essere significativa. 100 ppm equivalgono allo 0,01%. Il riferimento al totale del campione gassoso come denominatore comune permette di effettuare l'analisi comparativa tra i gas di scarico, per determinare se la loro variazione e proporzione in diversi stati di funzionamento sia o meno concorde al dosaggio e alle condizioni in cui avviene la combustione.

Come gli opacimetri, gli attuali analizzatori di gas funzionano spesso in combinazione con un computer fisso o portatile, che svolge le funzioni di controllo del dispositivo di misurazione, calcolo e visualizzazione.



Oltre a ridurre i costi delle apparecchiature di misurazione, la combinazione consente lo sviluppo e l'esecuzione di test specifici per la verifica dei sistemi di depurazione dei gas di scarico. La rappresentazione grafica della composizione dei gas e della loro evoluzione facilita la comprensione dei dati e l'analisi dei risultati.

Per questi analizzatori di gas è importante eseguire la manutenzione necessaria, come la sostituzione dei filtri e le calibrazioni. In questo modo la macchina può continuare a essere utilizzata con la massima precisione.

## NOTE TECNICHE

In questa sezione sono riportati i guasti più comuni relativi al trattamento dei gas di scarico. A seconda dei produttori e dei modelli, il numero di guasti registrati può variare nel corso degli anni.

Questi guasti sono stati selezionati dalla piattaforma online: [www.einavts.com](http://www.einavts.com). Tale piattaforma dispone di una serie di sezioni in cui vengono indicati: marca, modello, gamma, impianto interessato e impianto secondario. A seconda del tipo di ricerca desiderata è possibile selezionare indipendentemente ciascuna sezione.

### AUDI

Q5 (8R) 2.0 TDI (CAHA), Q5 (8R) 2.0 TDI (CAHB)

Sintomo	<p>P20EE00: catalizzatore SCR di ossido di azoto (NO<sub>x</sub>), banco 1, bassa efficienza.  P229F00: banco 1, sensore 2 di ossido di azoto (NO<sub>x</sub>), segnale non plausibile.  Codice di guasto registrato nell'unità di controllo motore.  Il veicolo presenta uno o più codici di guasto precedenti.  Spia guasto motore (MIL) accesa.  Spia sistema di preriscaldamento accesa.  In officina si osserva il seguente sintomo: "Errore di funzionamento del sistema AdBlue"  N.B.: Le presenti indicazioni riguardano solamente i veicoli fabbricati entro un intervallo di tempo preciso.</p>
Causa	<p>Malfunzionamento del sensore di misurazione degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>).</p>
Rimedio	<p>Procedura per la riparazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eseguire la lettura dei codici di guasto registrati nell'unità di controllo del motore (UCE), con l'ausilio dell'apposito strumento di diagnosi.</li> <li>Verificare che vengano visualizzati i codici di guasto indicati nel campo del sintomo delle presenti indicazioni.</li> <li>Sostituire il sensore per misurare gli ossidi di azoto.</li> <li>Cancellare i codici dei guasti registrati nell'unità di controllo del motore (UCE) con l'apposito strumento di diagnosi.</li> <li>Fare un giro di prova con il veicolo.</li> <li>Eseguire una seconda lettura dei codici di guasto nell'unità di controllo motore (UCE) con l'ausilio dello strumento di diagnosi e confermare che NON si visualizzano i codici di guasto indicati nel campo del sintomo delle presenti indicazioni.</li> </ul> <p>ATTENZIONE: durante il giro di prova, il sistema AdBlue esegue un autotest e, una volta completato, le spie di avvertimento sul cruscotto si spengono.</p>

## LAND ROVER

RANGE ROVER II (LP) 2.5 TD (25 6T (BMW)), RANGE ROVER II (LP) 4.0 (42 D), DISCOVERY II (LJ, LT) 2.5 Td5 (10 P), DISCOVERY II (LJ, LT) 4.0 V8 (56 D), DEFENDER (LD) 2.5 Td5 4WD (10 P), DEFENDER Station Wagon (LD) 2.5 Td5 4WD (10 P), DEFENDER Pick-up (LD_) 2.5 Td5 4WD (10 P)	
Sintomo	Perdita di potenza. Funzionamento errato del motore. Il rendimento del motore è scarso. Eccessivo fumo dallo scarico. Fumo nero dallo scarico. False esplosioni.
Causa	Usura dell'anello di tenuta interno della valvola di ricircolo dei gas di scarico (EGR).
Rimedio	Procedura per la riparazione: <ul style="list-style-type: none"> <li>Controllare lo stato e il funzionamento della valvola di ricircolo dei gas di scarico (EGR).</li> <li>Sostituire la valvola di ricircolo dei gas di scarico modificandone le guarnizioni.</li> </ul>

## CITROËN

C3 (FC_), C4 (LC_)	
Sintomo	P20E9: pressione dell'additivo riducente troppo alta. N.B.: La presente nota informativa riguarda solamente i veicoli dotati di sistema antinquinamento EURO 6. Durante la lettura dei codici di guasto, è possibile che si registrino codici diversi da quelli menzionati.
Causa	Difetto del sistema antinquinamento AdBlue dopo un intervento sul circuito.
Rimedio	Procedura per la riparazione: <ul style="list-style-type: none"> <li>Eseguire la lettura dei codici di guasto registrati nell'unità di controllo del motore con l'ausilio dell'apposito strumento di diagnosi.</li> <li>Verificare che venga visualizzato il codice di guasto indicato nel campo del sintomo delle presenti indicazioni.</li> <li>Verificare che siano presenti i sintomi indicati nel campo Sintomo della presente nota informativa.</li> <li>Spurgare il circuito AdBlue.</li> <li>Cancellare i codici dei guasti registrati nell'unità di controllo del motore con l'apposito strumento di diagnosi.</li> <li>Eseguire una seconda lettura dei codici di guasto nell'unità di controllo motore (UCE) con l'ausilio dello strumento di diagnosi e confermare che NON si visualizzano i codici di guasto indicati nel campo del sintomo delle presenti indicazioni.</li> </ul> Per ulteriori informazioni consultare l'assistenza tecnica abituale. N.B.: se nella diagnosi compaiono difetti diversi dal codice di guasto menzionato nel campo dei sintomi di questa nota informativa, essi devono essere trattati individualmente. <b>IMPORTANTE:</b> Non è necessario sostituire nessuna unità né componente per riparare il guasto.

## OPEL

ASTRA H 1.9 CDTI (Z 19 DT), SIGNUM 1.9 CDTI (Z 19 DT), ASTRA Mk V (H) Fastback 1.9 CDTI (Z 19 DT), VECTRA Mk II (C) station wagon 1.9 CDTI (Z 19 DT), ASTRA Mk V (H) station wagon 1.9 CDTI (Z 19 DT), ZAFIRA Mk II (B) 1.9 CDTI (Z 19 DT), ASTRAVAN Mk V (H) 1.9 CDTI (Z 19 DT)	
Sintomo	P1901: errato funzionamento della linea del circuito del sensore di pressione del filtro antiparticolato. Perdita di potenza. Veicolo in modalità degradata o d'emergenza. Spia guasto motore (MIL) accesa.
Causa	Il filtro antiparticolato diesel (DPF) si è intasato a causa di diversi cicli di rigenerazione del DPF interrotti. Il tipo di guida non è in linea con la tecnologia del veicolo (cicli continui di tragitti brevi o guida continua in città).
Rimedio	Procedura per la riparazione: <ul style="list-style-type: none"> <li>Eseguire la rigenerazione statica del filtro antiparticolato con l'apparecchio di diagnosi.</li> <li>Eseguire la lettura dei codici di guasto registrati nell'unità di controllo del motore (UCE), con l'ausilio dell'apposito strumento di diagnosi.</li> <li>Cancellare i codici dei guasti registrati nell'unità di controllo del motore (UCE) con l'apposito strumento di diagnosi.</li> <li>Riprogrammare l'unità di controllo del motore ((UCE)) con un software aggiornato.</li> <li>Eseguire una seconda lettura dei codici di guasto nell'unità di comando con l'ausilio dello strumento di diagnosi.</li> </ul> N.B.: Informare l'utente del veicolo della necessità di adattare un ciclo di guida continuo di circa 20 minuti a un regime elevato di giri; il relativo avvertimento apparirà sul cruscotto facendo lampeggiare una resistenza a spirale.



## Uno sguardo sulla tecnologia automotive

La newsletter Eure!TechFlash è complementare al programma di formazione ADI Eure!Car e ha una missione chiara:

fornire una visione tecnica aggiornata delle innovazioni all'interno dell'ambiente automotive.

Con l'assistenza tecnica del Centro Tecnico AD (Spagna), e la collaborazione dei maggiori produttori di componenti, Eure!TechFlash mira a demistificare le nuove tecnologie rendendole trasparenti al fine di stimolare i riparatori professionisti a rimanere al passo con la tecnologia e a motivarli a investire continuamente nella formazione tecnica.

Eure!TechFlash verrà pubblicato da 3 a 4 volte l'anno.

**Eure!Car**<sup>®</sup>  
CERTIFIED MASTERCLASSES

Il livello di competenza tecnica del meccanico è vitale e, nel futuro, potrebbe risultare decisivo

sede a Kortenberg, Belgio ([www.ad-europe.com](http://www.ad-europe.com)). Il programma Eure!Car comprende un'ampia gamma di formazioni tecniche di alto profilo per i riparatori professionisti che vengono dispensate dalle organizzazioni nazionali AD e dai corrispondenti distributori di componenti in 39 nazioni.

per garantire la sopravvivenza stessa dell'attività del riparatore professionista.

Visitare [www.eurecar.org](http://www.eurecar.org) per maggiori informazioni o per visionare i corsi di formazione.

Eure!Car è un'iniziativa di Autodistribution International, con

Eure!Car a supporto dei partner industriali.

bilsteingroup<sup>®</sup>



**BOSCH**



## Start and charge systems



**Clausola esonerativa:** Le informazioni contenute in questa guida non sono esaustive e sono date a puro titolo informativo. Non impegnano in modo alcuno la responsabilità del loro autore.