

# TECNICA DELL'INQUINAMENTO

## IL MOTORE A CICLO OTTO E IL MOTORE A CICLO DIESEL

**DESCRIZIONE 4**

### LA COMBUSTIONE

**LA COMBUSTIONE IDEALE E QUELLA REALE 10**

**RAPPORTO DI MISCELA E INDICE DI ECCESSO D'ARIA 14**

**I COMBUSTIBILI 18**

**LE FORME DI COMBUSTIONE ANOMALA 20**

**INQUINANTI PRODOTTI DALLA COMBUSTIONE 27**

## CARATTERISTICHE DEI MOTORI CHE INFLUENZANO GLI INQUINANTI

**I RENDIMENTI 35**

**I VARIATORI DI FASE 36**

**I MOTI ORGANIZZATI DELLA CARICA 37**

**GLI INIETTORI 40**

**LA SOVRALIMENTAZIONE 42**

## I SISTEMI DI POST TRATTAMENTO DEGLI INQUINANTI

**I CATALIZZATORI E IL SISTEMA DI INDUZIONE ARIA 43**

**LA SONDA LAMBDA 46**

**IL FENOMENO DELLA CONTAMINAZIONE 48**

**I PARAMETRI AUTOADATTATIVI DELLA CARBURAZIONE 52**

**SONDA LAMBDA A VALLE DEL CATALIZZATORE NEI MOTORI A CICLO OTTO 55**

**IL RICIRCOLO DEI GAS DI SCARICO (EGR) 57**

**IL BLOW-BY 62**

**IL RICIRCOLO DEI VAPORI DI BENZINA 64**

### IL FAP

**IL FILTRO ANTIPARTICOLATO 67**

**I SENSORI PER LA GESTIONE DEL FILTRO 71**

**L'OLIO LUBRIFICANTE E L'INQUINAMENTO 72**

**LA RIDUZIONE CATALITICA SELETTIVA 77**

**IL FAP SU FIAT GRANDE PUNTO 84**

### GLOSSARIO

**Blow-by:** Ricircolo dei vapori d'olio presenti nel carter motore

**CO:** Monossido di carbonio

**CO<sub>2</sub>:** Anidride carbonica

**DPF:** Diesel Particulate Filter

**FAP:** Filtro antiparticolato

**H<sub>2</sub>O:** Acqua

**HC:** Idrocarburi incombusti

**NO<sub>x</sub>:** Ossidi di azoto

**O<sub>2</sub>:** Ossigeno

**Particolato:** Fuliggine dovuta alla cattiva combustione di alcune particelle di gasolio

**Squish:** Turbolenza della carica nel cilindro, ossia le zone dove il combustibile viene compresso e costretto a muoversi nella direzione voluta

**Swirl:** Turbolenza della carica nel cilindro: particolare forma del condotto di aspirazione che imprime alla carica fresca il moto vorticoso intorno all'asse del cilindro

**Tumble:** Turbolenza della carica nel cilindro, moto vorticoso sul piano passante per l'asse del cilindro, che accelera durante la parte finale della corsa di compressione

## **INTRODUZIONE**

I motori sono definiti "macchine motrici termiche", ossia sistemi che convertono in lavoro meccanico, e cioè in movimento, la maggior parte possibile dell'energia che si libera bruciando dei combustibili.

Il residuo della combustione è principalmente costituito da gas inquinanti, che vengono immessi poi in atmosfera.

Nel passato l'obiettivo principale era quello di creare motori le cui prestazioni fossero elevate, senza però porre attenzione al rendimento globale del veicolo, e cioè alla sua capacità di mutare l'energia chimica presente nel combustibile in energia meccanica, sprecandone il meno possibile.

L'incremento delle prestazioni era facilmente ottenibile con tecnologie piuttosto semplici, ma l'approccio adottato comportava grandi sprechi di energia, e quindi di combustibile, e una notevole quantità di inquinanti prodotti.

Oggi, invece, l'obiettivo si è spostato verso la riduzione degli sprechi e dei gas nocivi prodotti dalla combustione.

Dunque, sono state definite delle normative antinquinamento che nel tempo evolvono, imponendo limiti sempre più restrittivi.

Questo ha obbligato le case costruttrici ad un grande sforzo progettuale per ottimizzare tutti i meccanismi che governano il funzionamento del motore, nonché all'adozione di tecnologie e materiali sempre più sofisticati per incrementare le prestazioni e nel contempo limitare le emissioni.

### IL MOTORE A CICLO OTTO E IL MOTORE A CICLO DIESEL

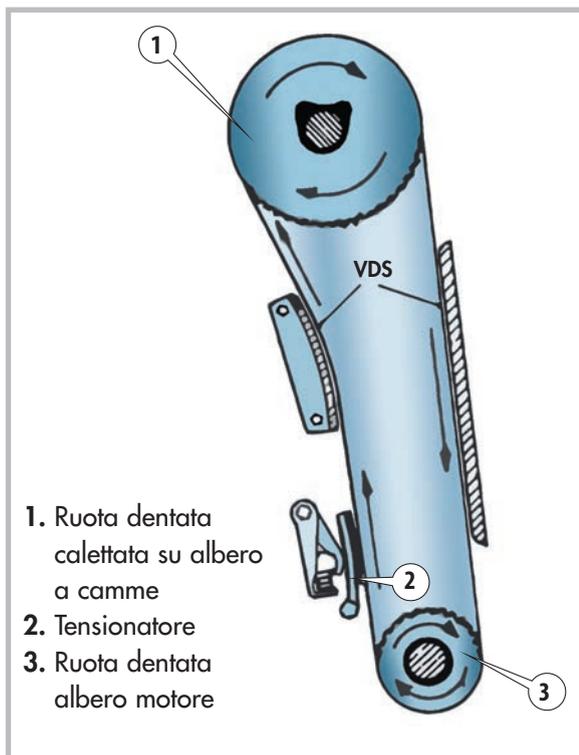
#### DESCRIZIONE

È necessario conoscere perfettamente il principio di funzionamento del motore a ciclo Otto (alimentato con benzina) e a ciclo Diesel (alimentato con gasolio), per diagnosticare i loro specifici malfunzionamenti che provocano anche l'incremento delle emissioni inquinanti. La differenza sostanziale tra i due consiste nel modo con cui viene regolato il loro funzionamento.

Tale regolazione è determinata dal tipo di combustione e dai differenti rapporti di miscela necessari.

Nel motore a ciclo Otto, detto anche motore ad accensione comandata, vengono usati combustibili sufficientemente volatili da poter essere premiscelati con l'aria in modo omogeneo, prima che la combustione venga avviata grazie alla scintilla che scocca tra gli elettrodi della candela di accensione.

Il compito del sistema di alimentazione sarà quindi quello di dosare le quantità di aria e



◀ **A sinistra** è visibile uno schema di distribuzione con catena che muove la ruota dentata calettata sull'albero a camme. La catena è azionata dall'albero motore tramite una seconda ruota dentata ed è tenuta in posizione dal tensionatore e dai pattini (VDS).

▼ **In basso** un esempio di catena della distribuzione montata sulle ruote dentate degli alberi a camme di scarico ed aspirazione di un motore.

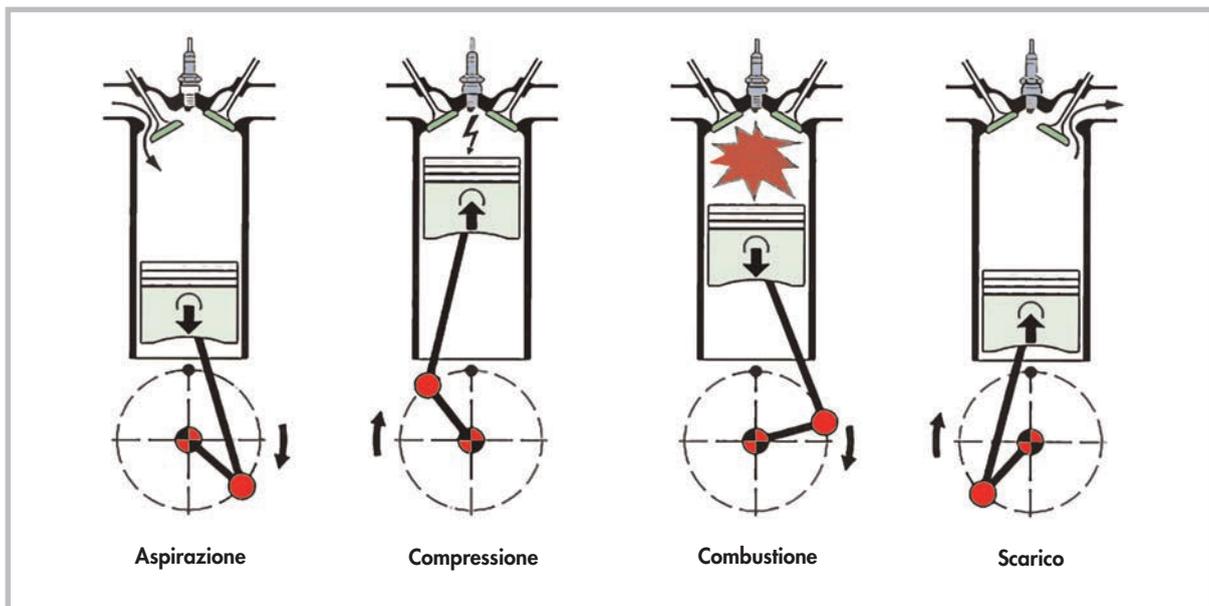


## Tecnica dell'inquinamento

di benzina per ottenere il rapporto di miscela più idoneo alle necessità del motore in ogni particolare condizione di funzionamento.

La miscela aria/benzina viene aspirata nel cilindro attraverso la valvola di aspirazione. Ciò viene realizzato in alcuni rari casi con il carburatore, ma in campo automobilistico è praticamente sempre utilizzata l'iniezione indiretta con gli iniettori posizionati nel collettore di aspirazione.

Se viene utilizzata l'iniezione diretta (l'iniettore si affaccia nella camera di combustione e spruzza la benzina nel cilindro), il motore aspirerà solo l'aria dosata dalla farfalla acceleratore, che si mescolerà poi con la corretta quantità di combustibile all'interno del gruppo termico.



▲ Nel motore a ciclo Otto, durante la fase di aspirazione viene introdotta nel cilindro una miscela di aria-benzina opportunamente dosata dal sistema di alimentazione.

Segue poi la fase di compressione di questa miscela, che culmina con l'innesco della scintilla sulla candela, quando il pistone ha ormai quasi raggiunto il PMS.

La combustione avviene in un tempo ridotto e provoca il repentino innalzamento della pressione nel volume in cui si genera.

Il pistone viene spinto verso il PMI (fase di espansione) e si ottiene la coppia motrice.

Segue infine la fase di scarico durante la quale il pistone, che si muove dal PMI al PMS, espelle i gas di scarico prodotti dalla combustione attraverso la valvola di scarico aperta.

## Tecnica dell'inquinamento

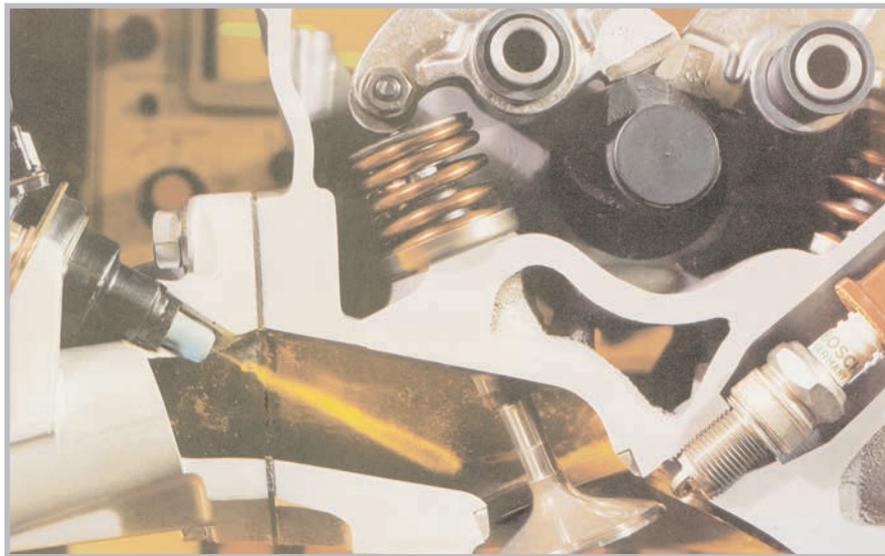
Durante la fase di compressione, ovviamente sia le valvole di scarico che quelle di aspirazione sono chiuse e il pistone inizia la sua corsa dal PMI al PMS: vengono quindi innalzate la pressione e la temperatura della miscela precedentemente aspirata (in caso di iniezione diretta durante questa fase viene iniettata la benzina).

Poco prima che il pistone raggiunga il PMS, il sistema di accensione fornisce alta tensione alla candela che fa scoccare la scintilla tra il suo elettrodo positivo e quello negativo, innescando così il processo di combustione: conseguentemente la pressione in camera di combustione aumenta velocemente.

La combustione dà inizio alla fase detta "di espansione", in cui il pistone viene spinto verso il basso (PMI) dall'innalzamento di pressione nel cilindro; ovviamente durante la corsa discendente del pistone, tale pressione diminuisce.

Poco prima che il pistone raggiunga il suo PMI ha inizio la fase di scarico, durante la quale la pressione residua (restante) permette di espellere i gas dal cilindro.

Tale fase di scarico continua poi con la corsa del pistone stesso dal PMI al PMS. Ovviamente le valvole di scarico vengono aperte dal sistema della distribuzione.



▲ Nel motore a ciclo Otto, la miscela aria-benzina viene formata nel collettore durante la fase di aspirazione, eccetto i casi di iniezione diretta dove la benzina è iniettata nel cilindro durante la fase di compressione.

Quando il pistone ha quasi concluso la fase di compressione, e perciò si trova in prossimità del PMS, scocca la scintilla tra gli elettrodi della candela per innescare il processo di combustione.