Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Università degli Studi di Napoli Federico II

Università degli studi di Napoli Federico II
Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale
Corso di Laurea Triennale
in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio

Analisi del funzionamento del motore Diesel Euro 6 ad iniezione d'urea

Relatore:
Prof. Ing. Bruno de Gennaro

Candidato:
Dario Serpico

N49000258

Anno Accademico 2017-2018

Introduzione

Normativa

Analisi della Normativa Euro 6 e delle precedenti categorie

evidenziandone prerogative e limiti soprattutto dal punto di vista delle emissioni inquinanti.

Tecnologie

Descrizione delle tecnologie sviluppate con l'entrata in vigore della direttiva Euro 6

si propongono di abbattere ulteriormente le emissioni inquinanti.

Iniezione ad Urea

Presentazione della riduzione degli inquinanti tramite Urea

come una delle soluzioni più efficaci ed avanzate.

Normativa

Categorie Euro

Regolamentano le emissioni di inquinanti da parte dei veicoli in base alle direttive.

Categoria	Anno	Prerogative
PRE – EURO	Fino al 1993	Indica i veicoli non catalizzati a benzina e i veicol non ecodiesel. Carta di circolazione compilata a mano. Non possono circolare a prescindere dai blocchi del traffico (tranne auto d' epoca).
EURO 1	1993-1997	Obbligo marmitta catalitica e alimentazione a iniezione.
EURO 2	1997-2001	Riduzione inquinanti soprattutto per i motori Diesel.
EURO 3	2001-2006	Riduzione inquinanti, installazione sistema Eobd per il rilevamento di difetti che potrebbero provocare un aumento degli inquinanti. Controlla la qualità del gas di scarico
EURO 4	2006-2009	Ulteriore riduzione di COx e Nox. Ma i livelli di particolato sono ancora alti nei motori Diesel
EURO 5	2009-2015	Diminuzione di particolato grazie all'uso di filtri. Nox restano inalterati quindi ho un netto miglioramento solo per i motori Diesel, è quasi nulla per i benzina.
EURO 6	Dal 2015	Rientrano i motori ibridi a energia elettrica e quelli completamente elettrici. Abbattimento di idrocarburi incombusti e Nox (EGR, sistema SCR).

Parco auto circolante in Italia

Classe	Parco Circolante	Percentuale sul totale
Euro 0	3.839.290	10,1%
Euro 1	1.199.475	3,2%
Euro 2	4.532.420	12%
Euro 3	6.132.690	16,2%
Euro 4	11.773.707	31,1%
Euro 5/6	10.370.668	27,4%

Parco auto datato

Euro 7 fra quanto?

Non in brevi tempi, poiché gli standard sulle emissioni sono fermi all'Euro6c e al massimo arriveranno all' Euro 6d nei prossimi anni.

Motore Diesel è arrivato a un livello di maturità tale che ulteriori interventi per ridurre emissioni di Nox e PM10 risulterebbero essere onerosi e poco efficaci.

Scomparsa delle citycar a Diesel

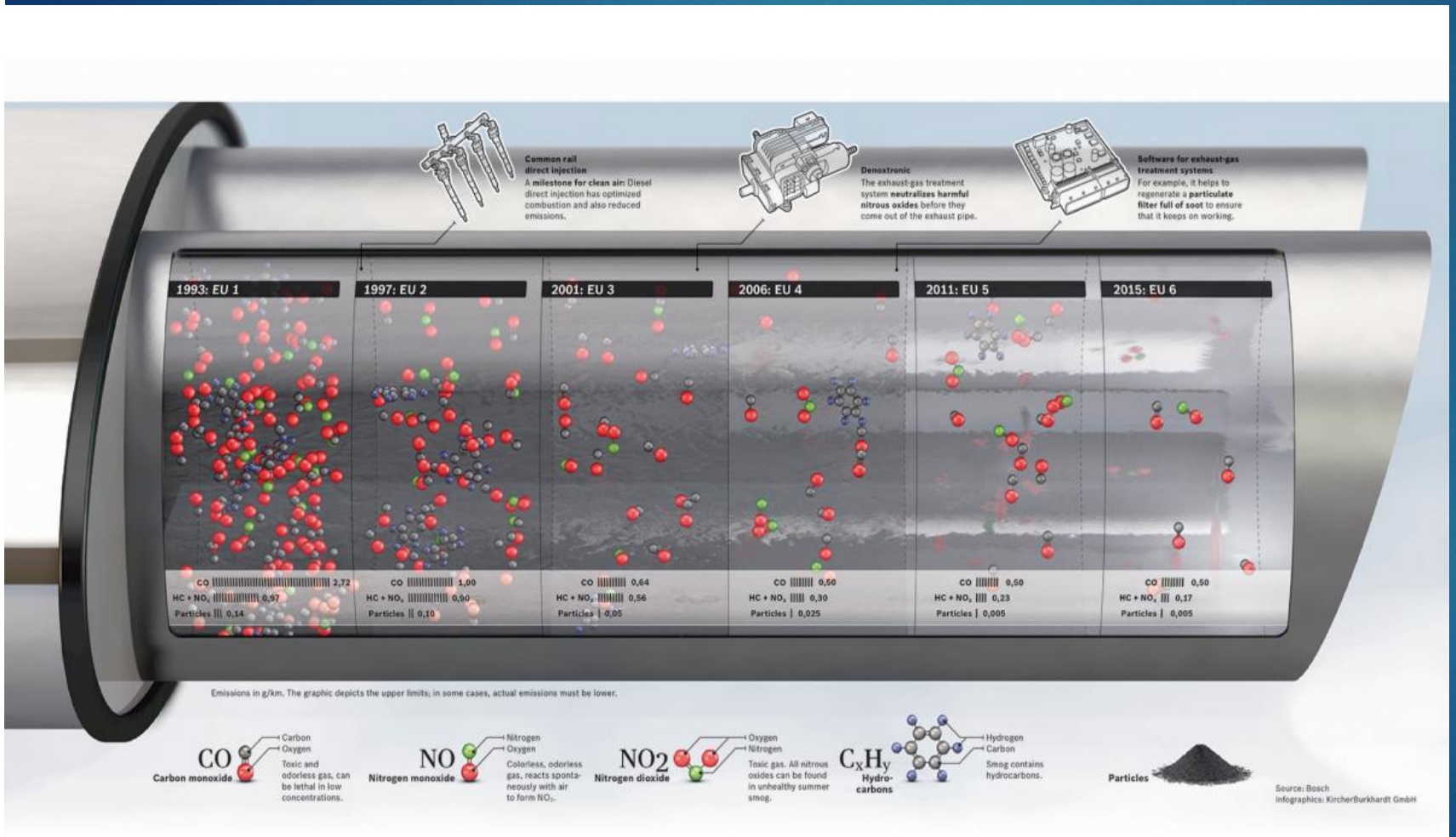
Parco circolante e limiti di emissioni inquinanti

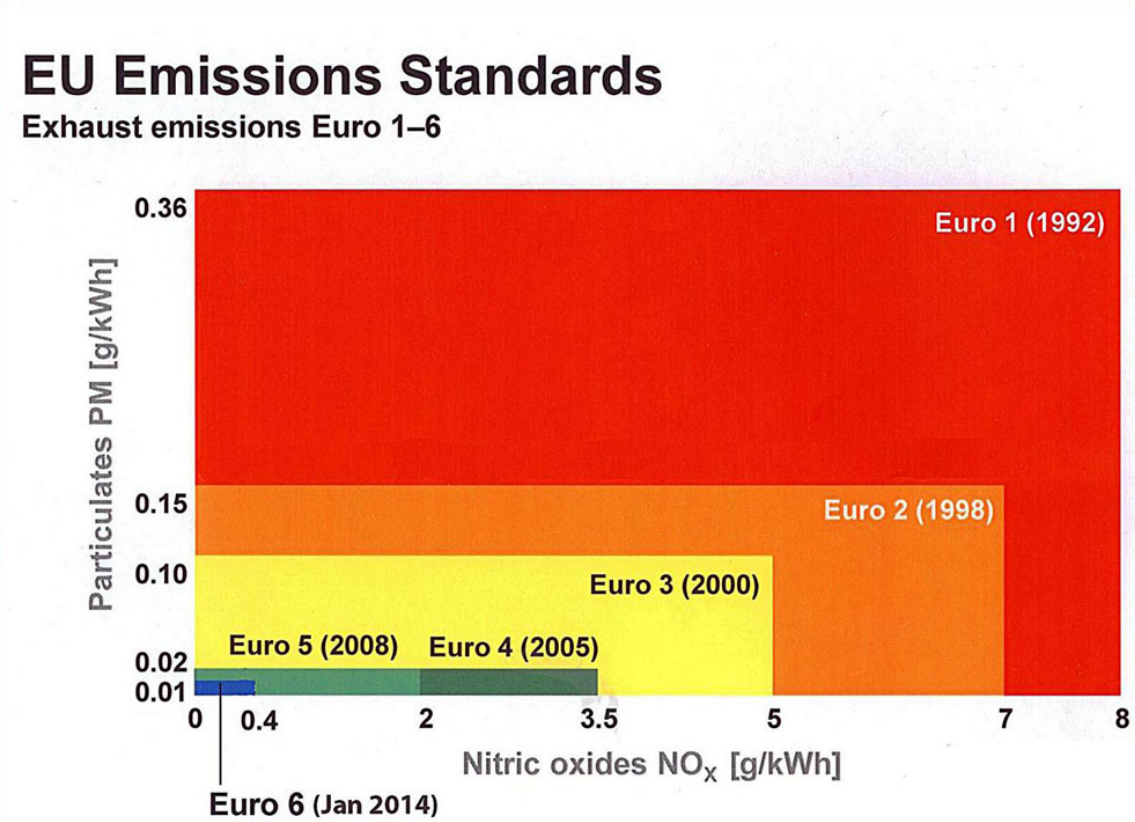
Limiti di emissioni [mg/km]

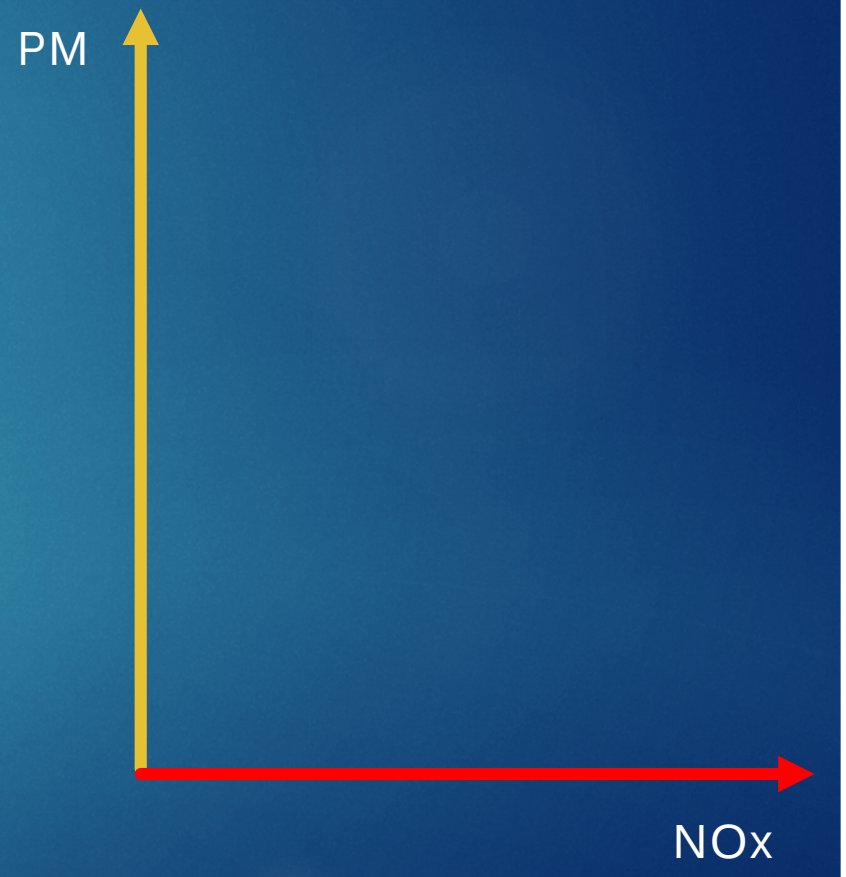
Normativa	CO		HC		NOX		PM	
	benz	dies	benz	dies	benz	dies	benz	dies
Euro 0	-	-	-	-	-	-	-	-
Direttiva 91/441, dal 1992								
Euro 1	2720	2720	-	-	-	-	-	140
Direttiva 94/12, dal 1996								
Euro 2	2200	1000	-	-	-	-	-	80
Direttiva 98/69 A, dal 2000								
Euro 3	2300	640	200	-	150	500	-	50
Direttiva 98/69 B, dal 2005								
Euro 4	1000	500	100	-	80	250	-	25
Regolamento 715/2007, dal 2011								
Euro 5	1000	500	100	-	60	180	5	5
Regolamento 715/2007, dal 2015								
Euro 6	1000	500	100	-	60	80	5	5

Si nota una significativa diminuzione delle emissioni inquinanti passando da una categoria Euro all'altra successiva

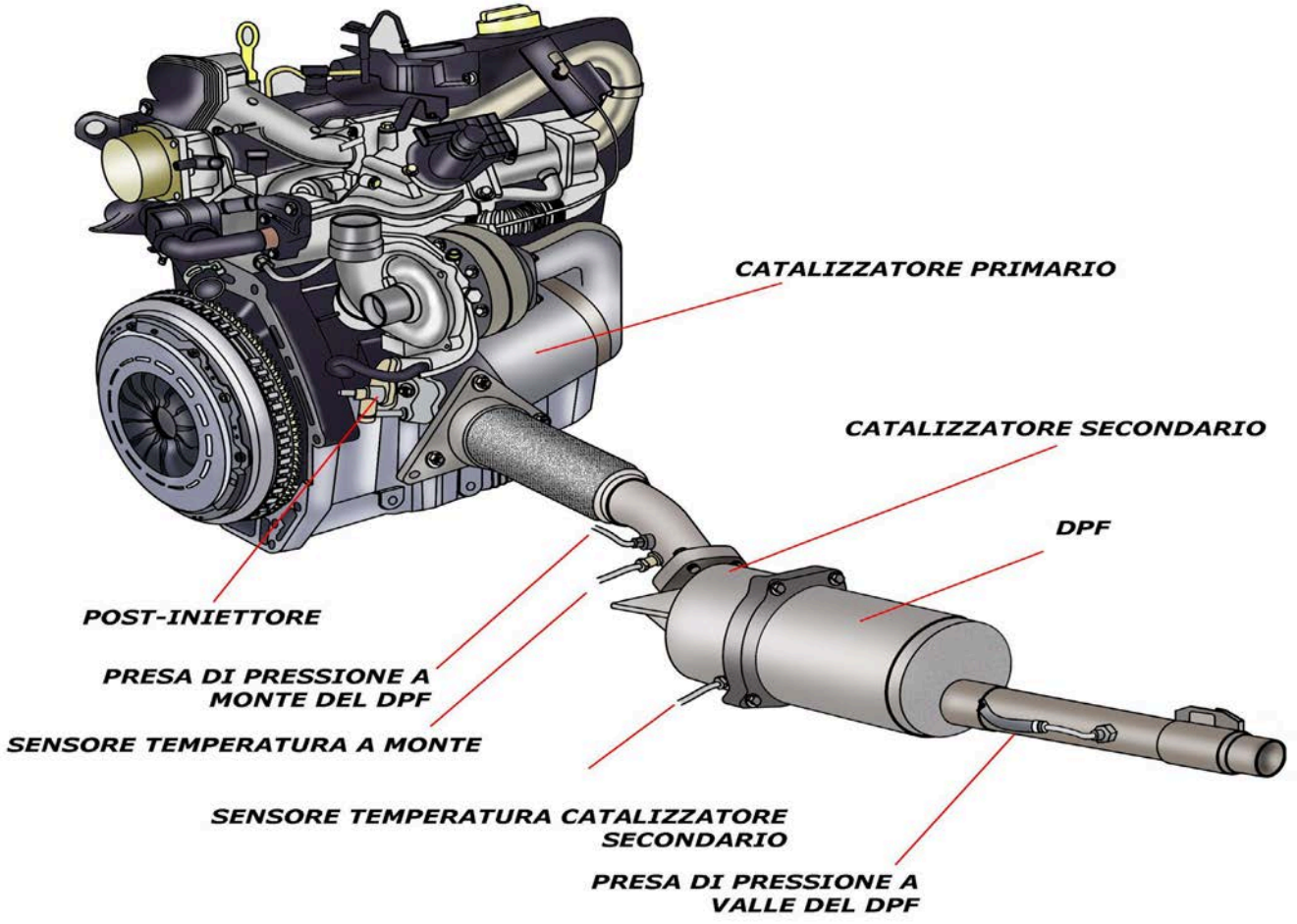
Variazione delle emissioni inquinanti a seconda della categoria Euro




EU Emissions Standards
Exhaust emissions Euro 1–6
Particulates PM [g/kWh]
0.36
0.15
0.10
0.02
0.01
Euro 1 (1992)
Euro 2 (1998)
Euro 3 (2000)
Euro 5 (2008)
Euro 4 (2005)
0
0.4
2
3.5
5
7
8
Nitric oxides NOx [g/kWh]
Euro 6 (Jan 2014)

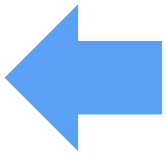

PM
NOx

Come è fatto un motore Euro 6 Diesel



Specifiche tecniche motore Euro 6 Diesel

Aumento della mandata d'aria al motore, quindi rapporto stechiometrico a vantaggio del comburente



Riduzioni emissioni inquinanti

Post trattamento dei gas di scarico tramite catalizzatori ad accumulo di Nox (trappole dove vengono bruciate particelle inquinanti)

Parziale ricircolo dei gas di scarico in aspirazione così da procedere a una seconda combustione con valvola EGR (miscelazione gas più freddi che abbassano temperatura

FAP (Filtri Anti Particolato)

- Anni 2000
- Solo motori Diesel
- Trattiene le PM10 e le brucia quando motore arriva ad alte temperature

Combustione particolato nel FAP

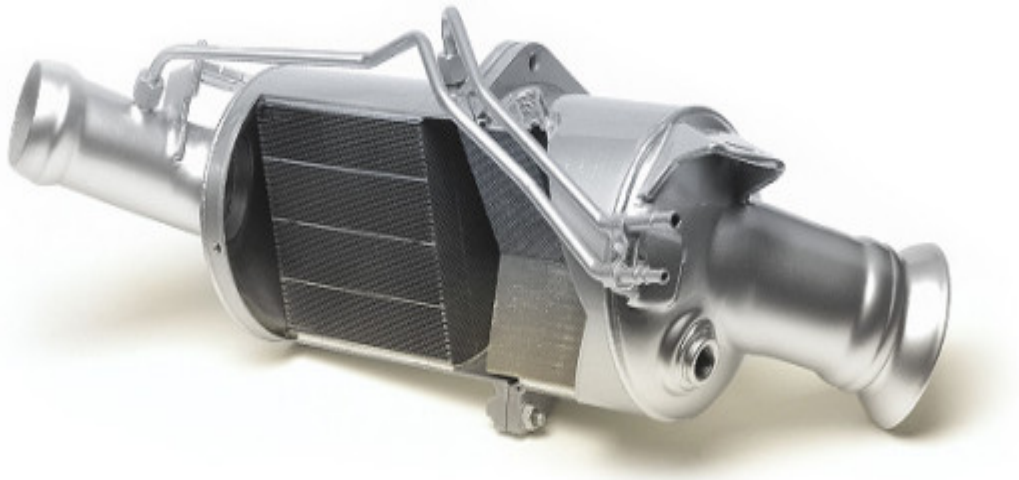
Temperatura: 600/650°C tramite post-iniezioni dopo il PMS (punto morto superiore)

Per abbassare soglia di rigenerazione a 450°C il carburante è additivato con Cerina

Inoltre se i filtri sono ostruiti generano un aumento della pressione a valle del turbo e aumento delle temperature

DPF

- Tipo di filtro anti particolato che non utilizza additivi che si legano al particolato, la temperatura rimane sui 600-650°C grazie anche all'utilizzo di una leggera ricopertura della struttura tramite metalli nobili.
  Caratterizzata da una serie di post-iniezioni e post-combustioni che bruciano il particolato.



Costituito da catalizzatore e filtro antiparticolato, è fatto in carburo di silicio. Presenta grande capacità di immagazzinamento (-99% PM10) per ridurre frequenza della rigenerazione.

La vita di un filtro è determinata dalla quantità di ceneri e dipende da:

1) stile di guida 2) olio nel motore

3) numero di rigenerazioni

Confronto FAP-DPF

VANTAGGI DEL FAP	SVANTAGGI DEL FAP
Bassa temperatura di rigenerazione	Bassa durata per percorrenze prevalentemente extraurbane
Basse contropressioni	Complessità generale del sistema

VANTAGGI DEL DPF	SVANTAGGI DEL DPF
Semplicità generale del sistema	Diluizione dell'olio motore
Nessun utilizzo di additivi	Alte temperature di rigenerazione

Che cos’ è la rigenerazione?

Non è altro che una pulizia dei filtri. Avviene in media ogni 800/1000 Km ed è controllato dalla differenza di pressione registrata a monte e a valle del filtro.

Avviene a 70 Km/h, dura 12 minuti all’ incirca, l’auto non va spenta

Per questo si sconsiglia l’utilizzo di un motore Diesel in ambito prettamente urbano

Tipi di rigenerazione del filtro

Spontanea

Particolato brucia all' interno del filtro. Le condizioni di guida influenzano la temperatura dei gas di scarico e quindi del filtro. Rapporto NO2/PM10 superiore a 10. Risulta difficile da raggiungere nei normali profili guida automobilistici

Comandata

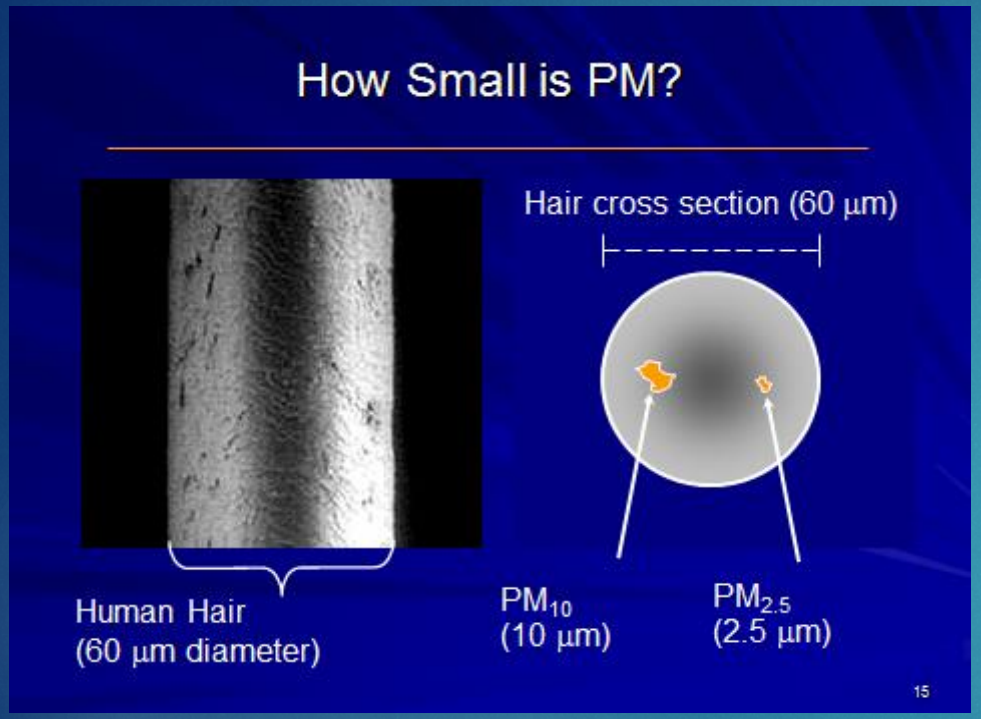
Viene gestita autonomamente dalla centralina motore, durante la marcia su strada, attraverso un insieme di comandi atti ad aumentare la temperatura dei gas di scarico fino alla soglia di combustione del particolato.

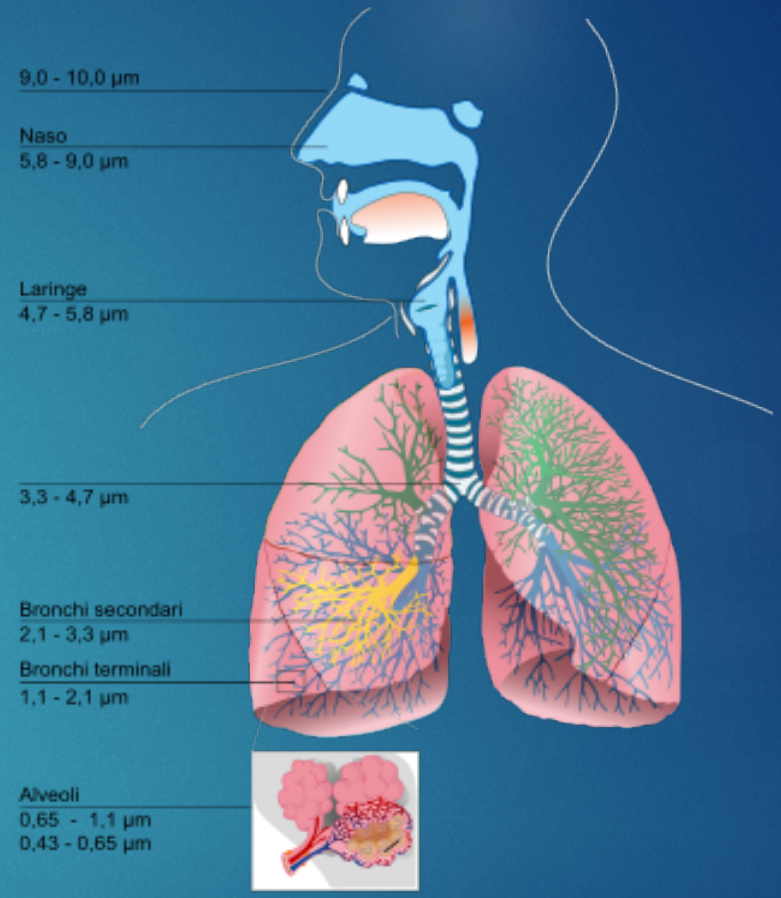
Service

Viene gestita dalla *centralina motore* ma è attivata esclusivamente da un operatore mediante l'utilizzo della strumentazione diagnostica. Tale rigenerazione deve essere attivata a seguito dell'accensione della spia avaria motore

PM10

Unità di misura delle dimensioni delle polveri (diametro).





Come si produce?

La goccia di gasolio spruzzata in camera di combustione non riesce a bruciare tutta

Se inalato causa infiammazioni e irritazioni dell' apparato respiratorio

Come si effettua l' omologazione dei motori e il controllo dei gas di scarico?

- L'auto viene messa in una stanza a temperatura e umidità controllata, poi posizionata su rulli che simulano un percorso, infine vengono analizzati i gas di scarico.

Rimozione del FAP

La rigenerazione di solito dà parecchi problemi quindi spesso si procede all' eliminazione totale o parziale (foratura) del filtro. Ciò comporta una maggior emissione di polveri sottili.

- Per questo è diventata una pratica illegale e si rischia:

  - Multa di 1098 euro
  - Denuncia penale per reato ambientale
  - Sequestro della carta di circolazione
  - Obbligo di ripristinare il FAP

Sostituzione programmata FAP ✓

Sistema SCR e iniezione ad urea

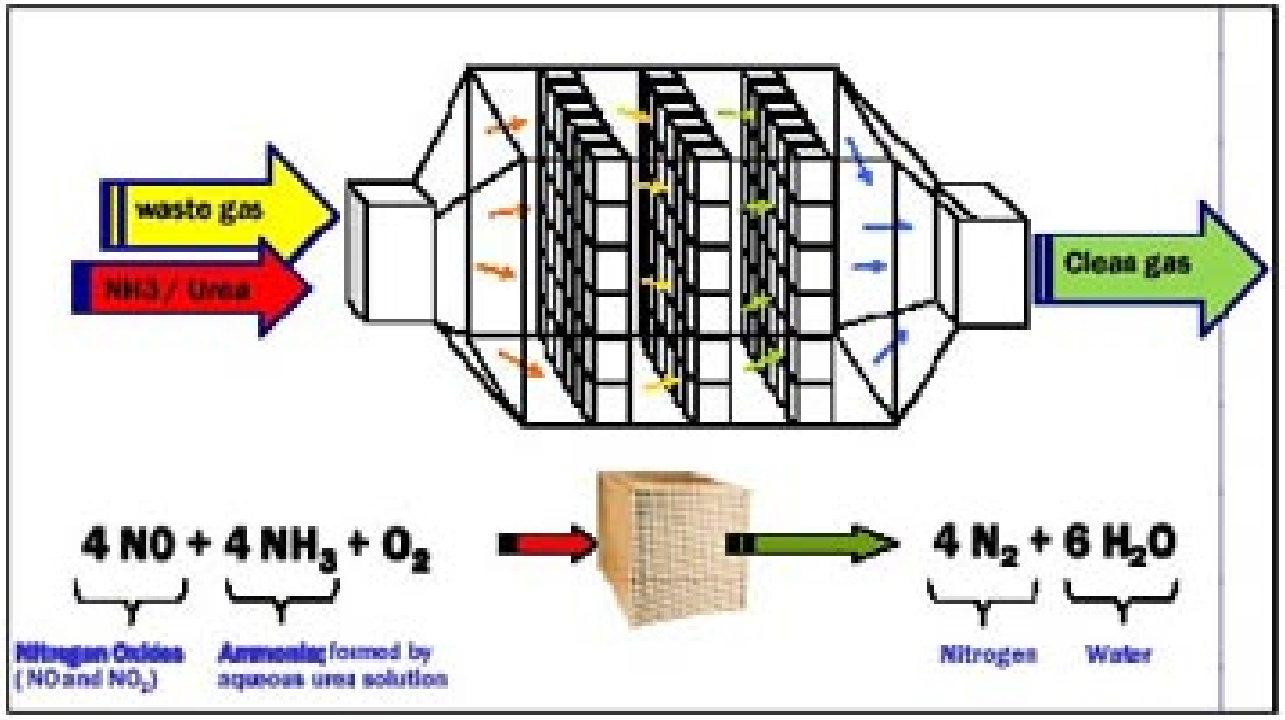
La riduzione degli inquinanti tramite Urea è una delle soluzioni tecniche più avanzate per far rientrare i motori Diesel nella normativa Euro 6 e mira all'abbattimento delle emissioni inquinanti sfruttando la combinazione tra catalizzatore ossidante, filtro antiparticolato e additivo AdBlue, ovvero una soluzione acquosa di urea iniettata nel flusso dei gas di scarico.

L'urea è prodotta dalla sintesi di ammoniaca e CO_2.
Il catalizzatore ossidante, collocato all'uscita della tubazione di scarico, permette di trattare gli idrocarburi incombusti (HC) e il monossido di carbonio (CO), ma non gli ossidi di azoto (Nox)

Si utilizza la tecnologia **SCR (Selective Catalytic Reduction)**, che consiste nell'aggiunta di un catalizzatore supplementare, a monte del filtro antiparticolato.

Iniezione ad urea

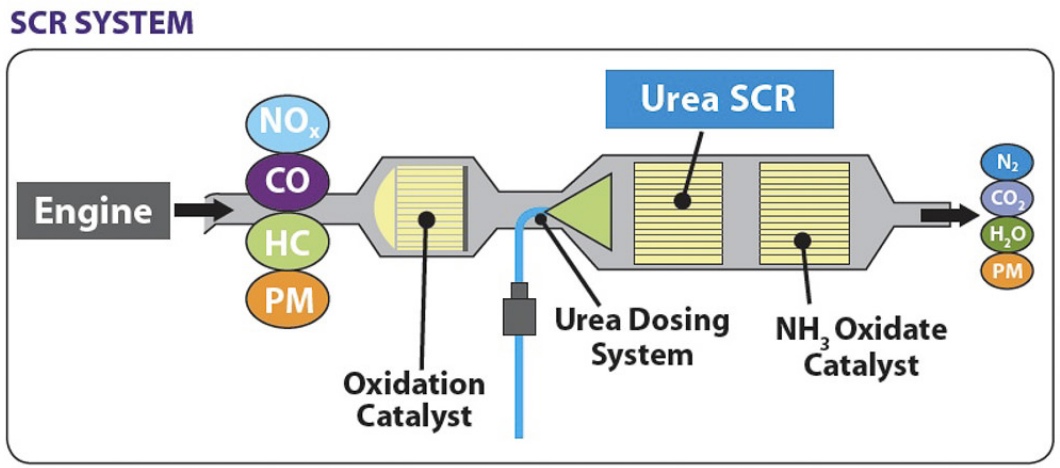
La reazione chimica si ottiene iniettando un liquido a monte del SCR che a contatto con i gas di scarico ad alta temperatura, trasforma l'AdBlue in ammoniaca (NH3), che funge da riduttore e tramite scissione gli ossidi d'azoto (NOx), principale fonte di inquinamento atmosferico e dello smog nei centri urbani, in vapore acqueo (H2O) e azoto (N2), abbassando la quantità di polveri sottili emesse e limitando il fenomeno delle piogge acide.

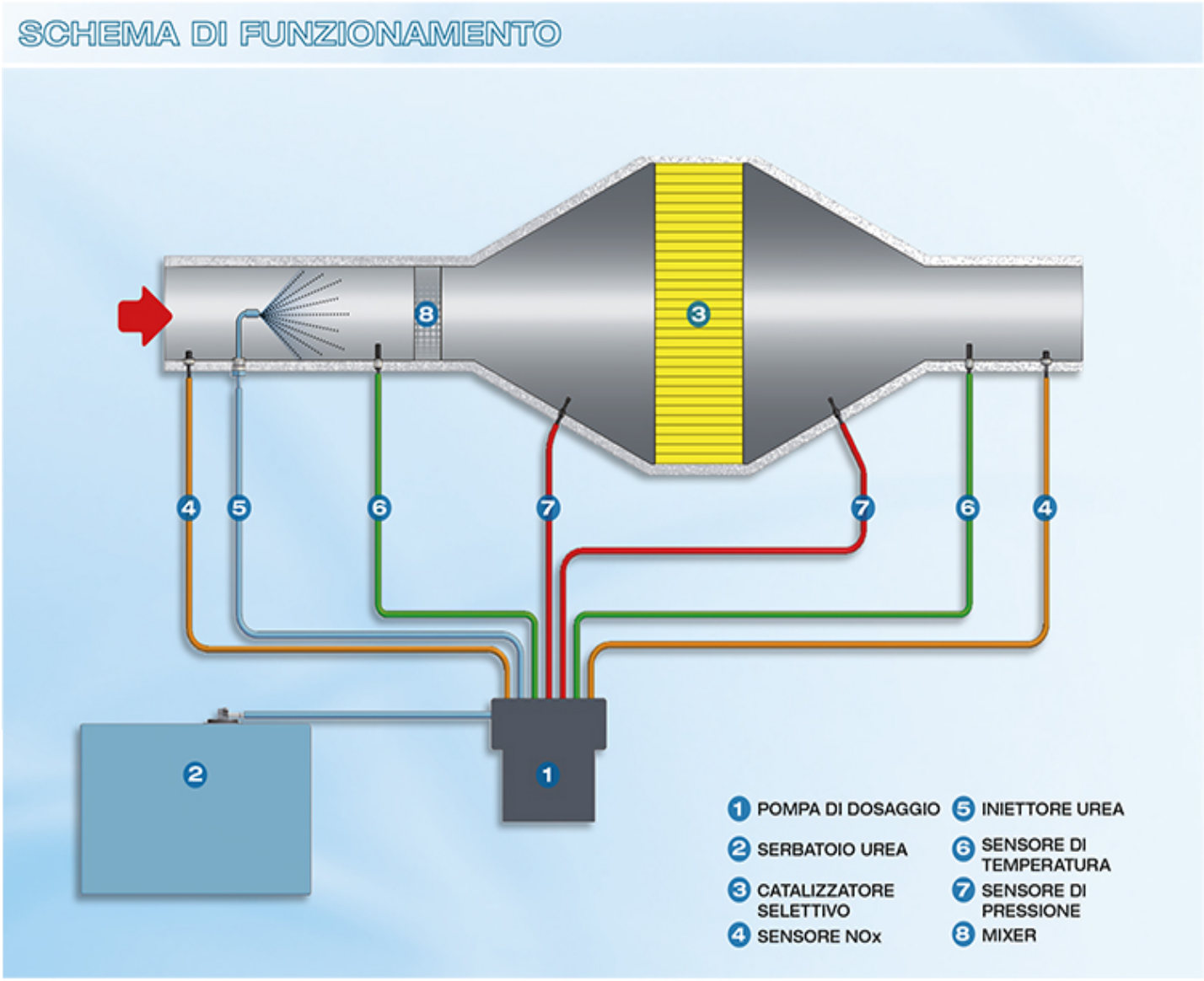


Questa soluzione di urea viene diluita con acqua demineralizzata specificatamente trattata, di altissima qualità e purezza per AdBlue per evitare ogni possibile contaminazione.

Funzionamento SCR

- Il funzionamento dell'SCR è gestito da una centralina elettronica e da rilevatori sia di temperatura, sia di emissioni (NOx) situati lungo l'intero sviluppo della linea di scarico. Il catalizzatore supplementare si attiva quando la temperatura del motore aumenta e, nel caso specifico della posizione a monte del filtro antiparticolato – zona nella quale la temperatura dei gas combusti è particolarmente alta – resta operativo anche durante la marcia in città.





Produzione urea Adblue

- Per sintesi direttamente dal processo di produzione dell'ammoniaca/urea

Garantisce un prodotto nel pieno rispetto delle specifiche e l'azzeramento del rischio di contaminazione

L'urea pura viene trasformata direttamente in AdBlue durante il processo di produzione rimanendo sempre allo stato liquido e senza aggiunta di sostanze

- Per dissoluzione di urea tecnica in acqua demineralizzata

Maggior riscio di ottenere un prodotto fuori specifica

Processo più economico, l'urea viene solidificata e vengono addizionate sostanze (anti-impaccanti) per facilitarne la conservazione e manipolazione
Successivamente viene dissolta in acqua.

Caratteristiche urea

Tuttavia nonostante sia più onerosa l'urea per sintesi consente di risparmiare carburante (fino al 5%) e mantenere meglio il motore, migliorandone le prestazioni ed evitando costosi interventi alle parti meccaniche del motore provocati dall'usura.

Temperatura di conservazione (-10°;30°)
Deve poi essere conservato al riparo dalla luce solare e dalla polvere.

Non è pericoloso, poiché non è infiammabile, nè esplosivo. È stato classificato come fluido trasportabile con rischio minimo. In caso di versamento di AdBlue sulle mani, basta semplicemente lavarle accuratamente con acqua. Tuttavia la soluzione può essere corrosiva per alcuni metalli e deve essere stoccata e trasportata utilizzando materiali appropriati.

Problemi dati da un Adblue fuori specifica

Invecchiamento

- L'invecchiamento è dovuto alla presenza di sostanze che fanno perdere efficienza al catalizzatore e ne riducono la vita (riducendone la superficie utile). Il catalizzatore è progettato per durare tutta la vita del veicolo mentre se si usa un AdBlue con parametri (es. calcio) fuori specifica durerà di meno e dovrà essere sostituito con ingenti costi.

(lento nel tempo)

Avvelenamento

- L'avvelenamento è dovuto alla presenza di metalli (es. zinco o rame) o sostanze che rovinano il catalizzatore e lo rendono inutilizzabile. Il risultato è la necessità immediata di sostituire il catalizzatore in modo da poter di nuovo permettere il funzionamento del sistema SCR.

(immediato)

Conclusioni

In conclusione, tenuto conto delle problematiche incontrate durante l'analisi del motore Euro 6 Diesel, Peugeot e Citroen hanno introdotto l'iniezione tramite Urea come soluzione in quanto permette prima di tutto di ridurre notevolmente le emissioni inquinanti, ma risulta conveniente anche da un punto di vista progettuale ed economico in quanto si evitano frequenti guasti e manutenzioni del veicolo.

Grazie per l’attenzione