

**Diplomado en Contaminación Atmosférica:
Emisiones Vehiculares
19, 21 de Junio 2007**

Introducción al motor de combustión interna

***Expositor: Dr. Mauricio Osses
Departamento de Ingeniería Mecánica
Universidad de Chile***



Emisiones Vehiculares

Clasificación de contaminantes atmosféricos vehiculares

- Las emisiones antropogénicas emitidas por los vehículos motorizados se pueden clasificar según su origen, su efecto sobre el medio ambiente o simplemente según la legislación vigente
- Emisiones antropogénicas son aquellas producidas por la acción del hombre en el medio
- En términos generales, las fuentes de emisión se clasifican en fijas y móviles, y las últimas emiten contaminantes a la atmósfera como emisiones evaporativas, de escape o por desplazamiento
- Según su efecto nocivo sobre el medio ambiente, las emisiones pueden ser primarias o fotoquímicas
- Existen algunos contaminantes que se encuentran regulados por leyes o estándares de emisión y otros que no, aún cuando su efecto nocivo esté científicamente demostrado.

Emisiones Vehiculares

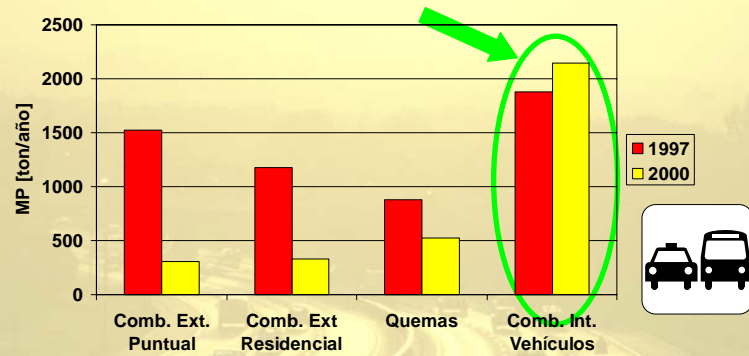
Emisiones emitidas por vehículos motorizados

Existen tres fuentes principales y algunas secundarias:

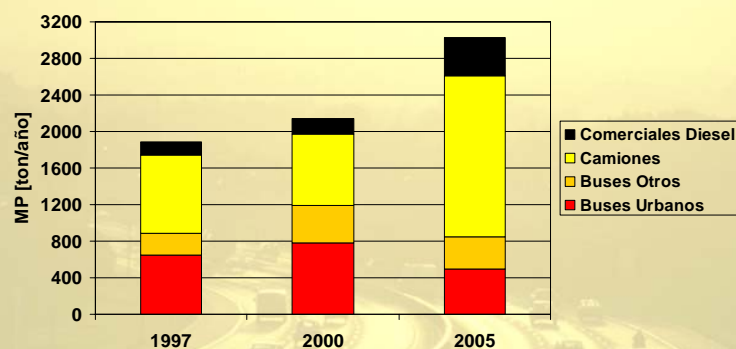
- Por los respiraderos del motor, donde escapes de gas del pistón o vapores de aceite son evacuados (CO, HCT)
- En el sistema de combustible, donde emisiones evaporativas desde el carburador o la entrada de aire de la inyección de combustible, y el tanque de combustible son evacuadas a la atmósfera (HCT)
- En el sistema de escape, donde los productos de una combustión incompleta son expelidos desde el tubo de escape a la atmósfera (CO, HCT, NOx, PM10)
- También se consideran las emisiones producidas por el desplazamiento del vehículo sobre un camino sucio con material particulado o polvo, el cual es resuspendido en la atmósfera (PM10)
- El desgaste de neumáticos participa en la emisión de material asociado a partículas en suspensión, así como el desgaste de frenos. Ambos temas están en estudio actualmente y su incidencia es discutida

Emisiones Vehiculares

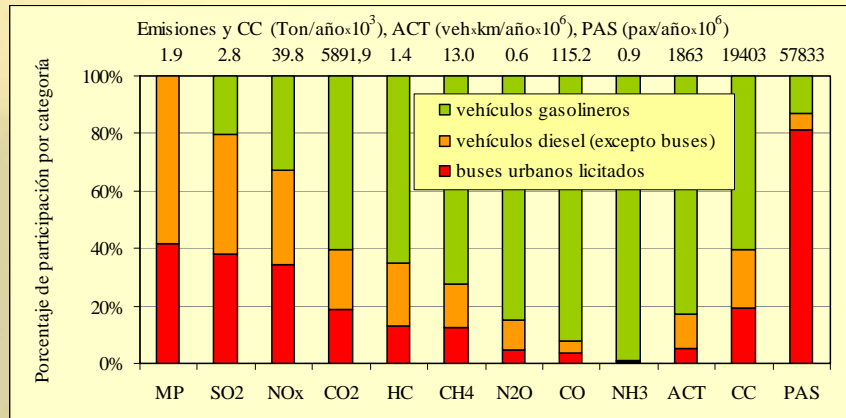
Comparación de fuentes en la emisión de Material Particulado



Responsabilidad de vehículos diesel en la emisión de MP



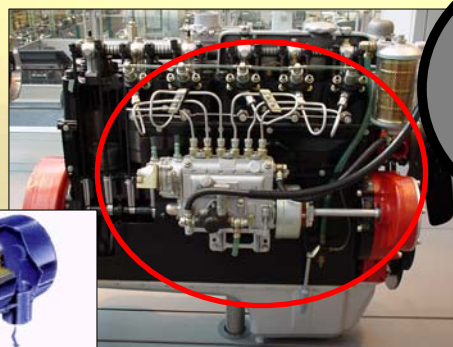
Comparación diesel-gasolina Emisiones y Actividad 2000



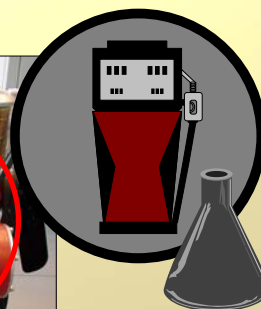
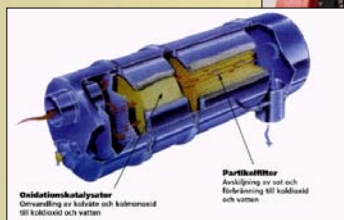
Emisiones Vehiculares

Principales causas de emisión de MP y algunos mecanismos de control

Proceso de combustión interna



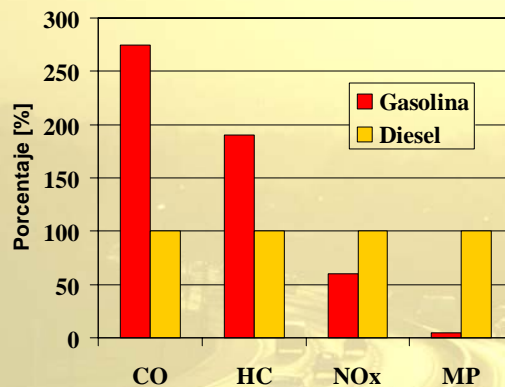
Tratamiento de gases de escape



Combustibles

Emisiones Vehiculares

Formación de MP y contaminantes gaseosos en motores diesel y gasolina



Ventajas motor diesel:

Buen rendimiento
Bajas emisiones de gases
Durabilidad y seguridad

Razones:

Baja temperatura
Alta compresión
Mezcla por autoencendido

Desventajas:

Mayor mantenimiento
Material particulado
Mayor peso y ruido

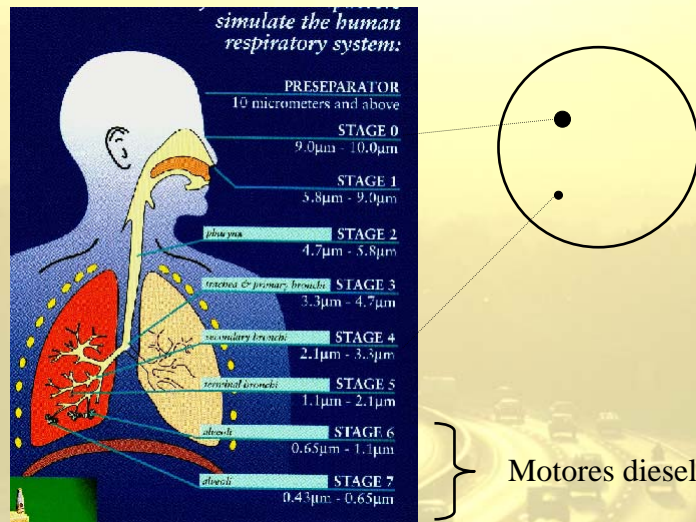
Emisiones Vehiculares

Emisiones de MP: efectos en la salud

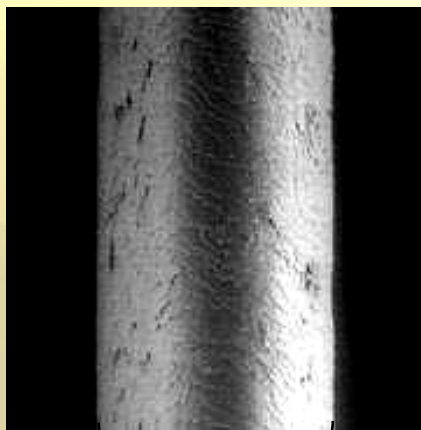
- La presencia de hollín indica la existencia de altos niveles de material particulado. Sin embargo, no existe una relación directa entre hollín (opacidad, índice de ennegrecimiento) y material particulado respirable (MP_{10}).
- El material particulado emitido por motores de combustión interna diesel es altamente respirable debido a su pequeño tamaño y, además, posee características químicas de efecto cancerígeno, las que se suman a su efecto nocivo sobre el sistema respiratorio.

Emisiones Vehiculares

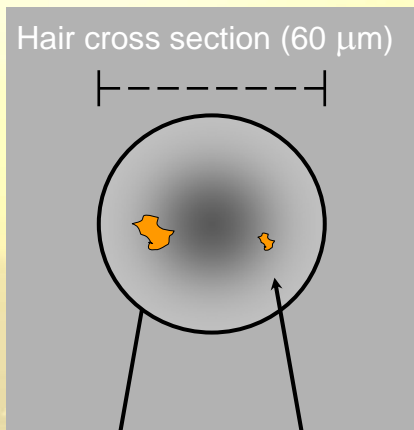
Emisiones de MP: efectos en la salud



Emisiones Vehiculares



Human Hair
(60 μm diameter)

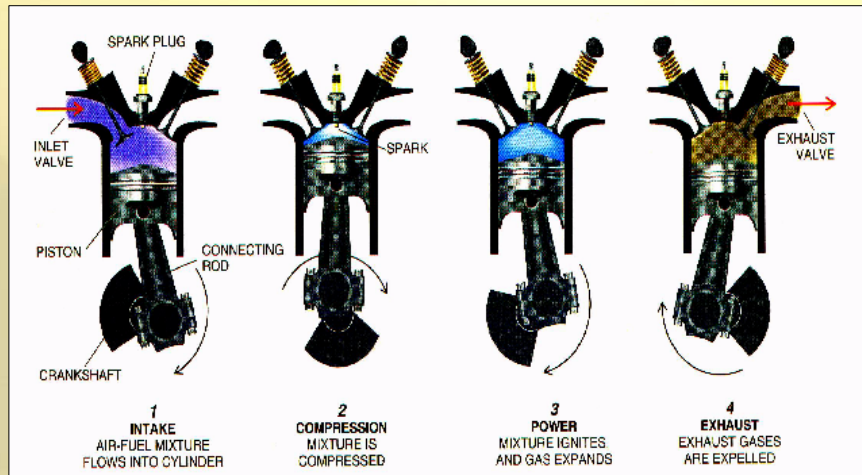


PM₁₀
(10 μm)

PM_{2.5}
(2.5 μm)

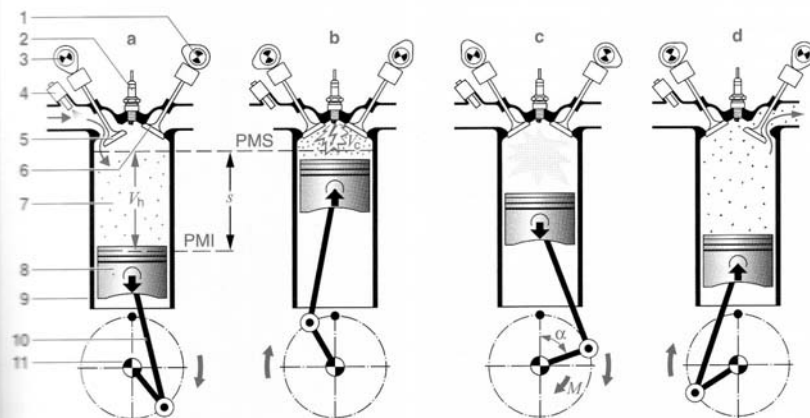
Emisiones Vehiculares

Ciclo de cuatro tiempos



Emisiones Vehiculares

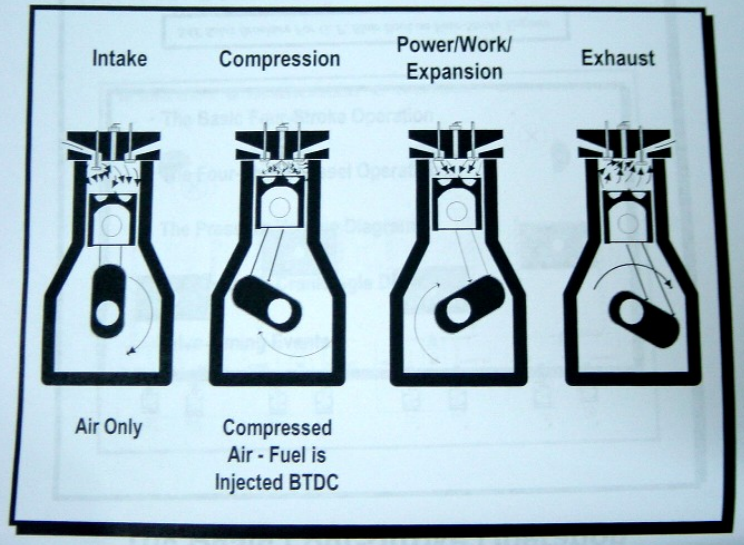
1 Ciclo de trabajo del motor de gasolina de 4 tiempos (tomando como ejemplo un motor de inyección en el tubo de admisión y árboles de levas separados para admisión y escape).



© UMM0011-1SP

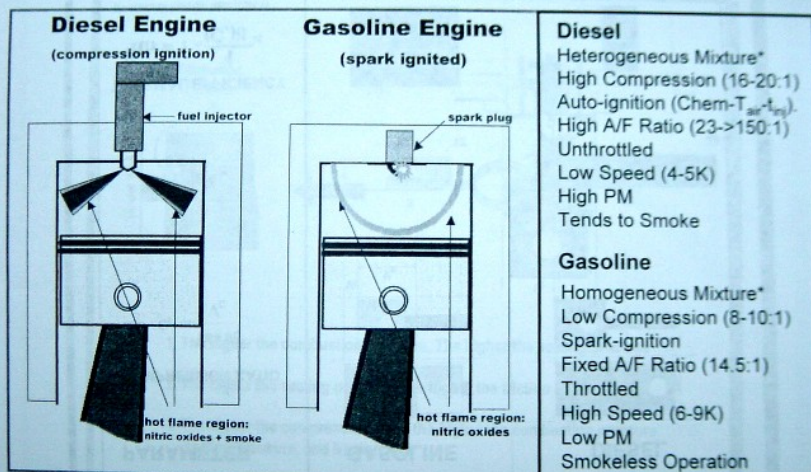
Emisiones Vehiculares

The Four-Stroke Diesel Operation



Emisiones Vehiculares

Brief Comparison Between Diesel and Gasoline



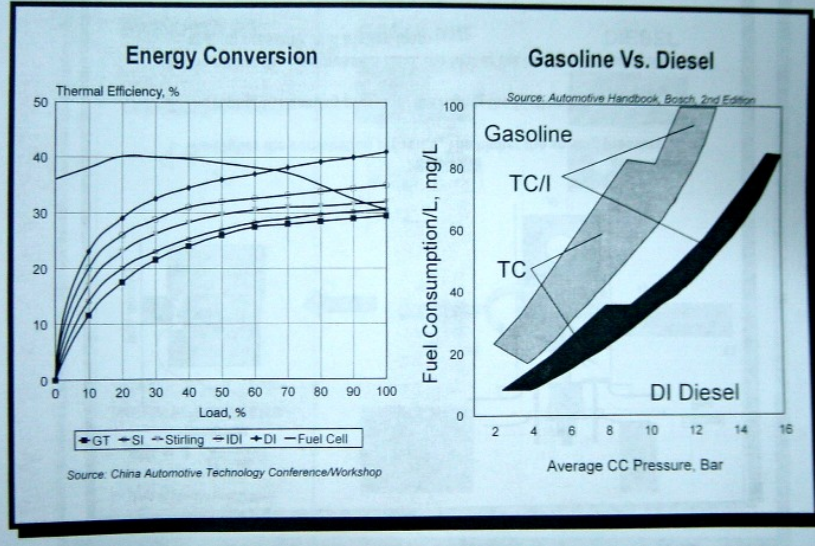
*Heterogeneous: Fuel is injected into air

*Homogeneous: Fuel is pre-mixed with air

Adapted From Caterpillar-K. Duffy-DEER 2002

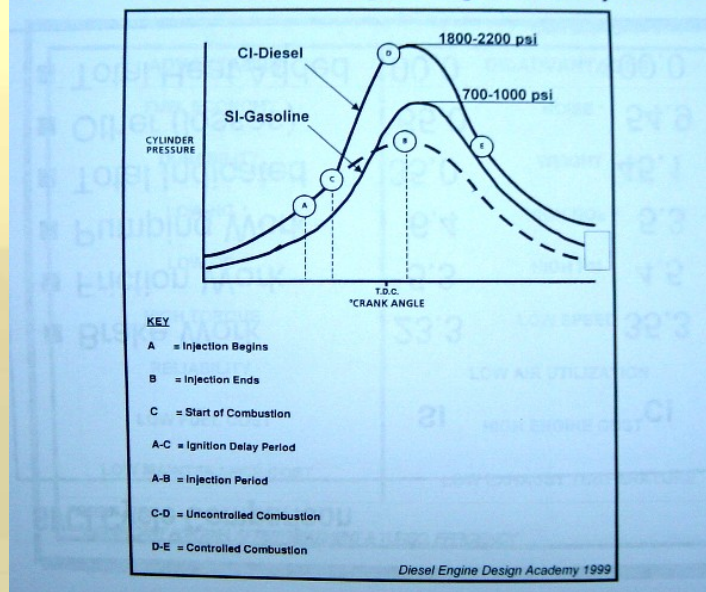
Emisiones Vehiculares

Fuel Consumption



Emisiones Vehiculares

SI/CI Pressure-Crank Angle Diagram Comparison



Emisiones Vehiculares

SI/CI Cycle Comparison

	SI	CI
■ Brake Work	23.3	35.3
■ Friction Work	5.3	4.5
■ Pumping Work	6.4	5.3
■ Total Indicated	35.0	45.1
■ Other (losses)	65.0	54.9
■ Total Heat Added	100.0	100.0

Diesel Engine Design Academy 1999

Emisiones Vehiculares

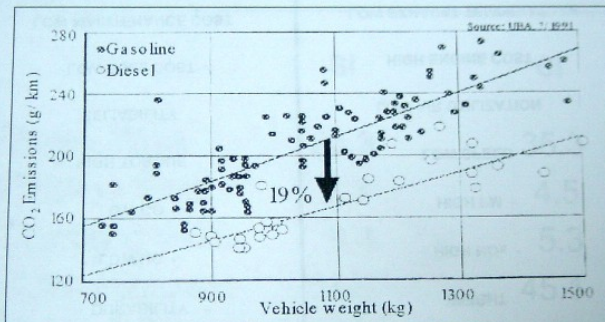
Ventajas motores diesel

Advantages and Disadvantages of Diesel Engines

Advantages	Disadvantages
Fuel Economy	Noise
Durability	Weight
Low HC	High NOx
Low CO	High PM
High Torque	Low Speed
Reliability	Low Air Utilization
Low Fuel Cost	High Engine Cost
Low Maintenance Cost	Low Exhaust Temperature

Emisiones Vehiculares

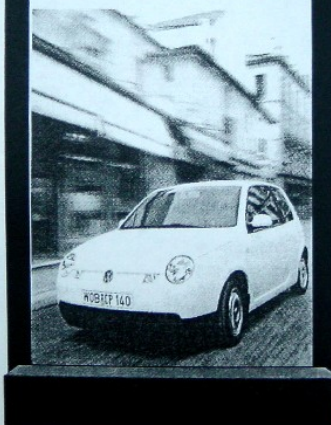
CO₂ Emission and The Future For Diesels



Emisiones Vehiculares

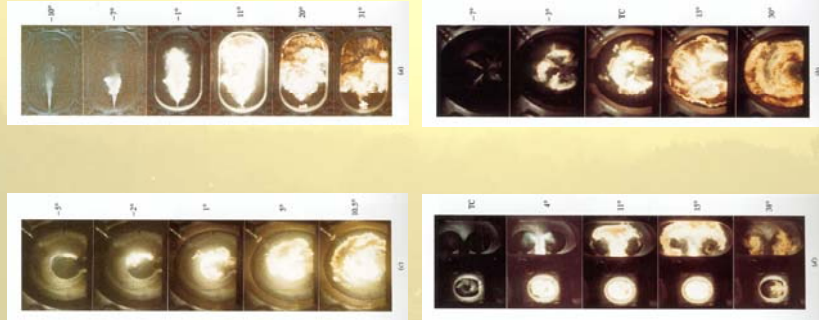
I'm Not a Hybrid

78 mpg

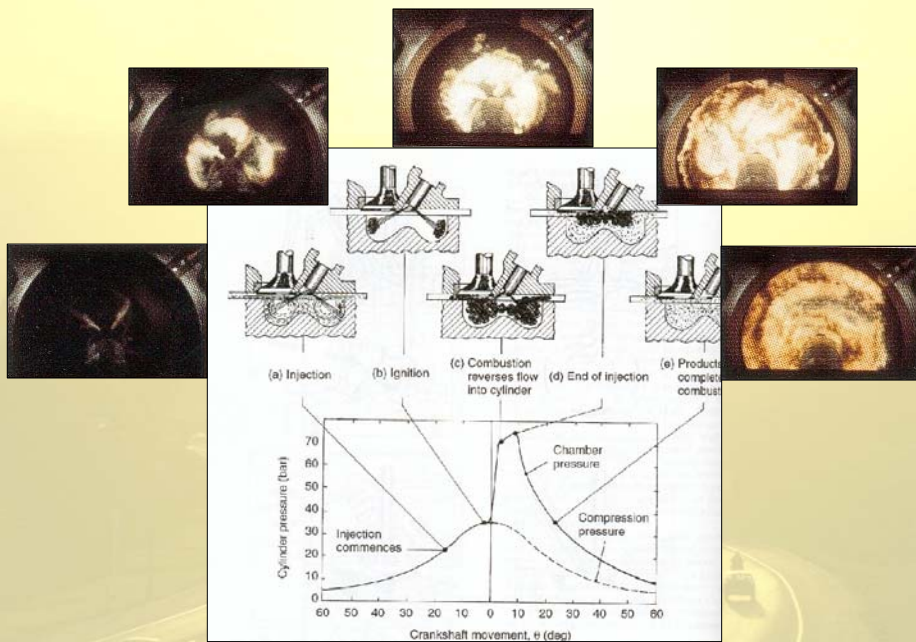


Emisiones Vehiculares

Sistema de Inyección



Emisiones Vehiculares



Emisiones Vehiculares

Calidad de inyección y su efecto en las emisiones de MP

- La presencia de hollín en las emisiones de escape diesel es una indicación de combustión pobre, producto de un mal funcionamiento o mala calibración del motor.
- El hollín se puede entender como partículas, sólidas o líquidas, suspendidas en los gases de escape, las cuales obstruyen, reflejan o refractan la luz.
- Hollín blanco/azul visible bajo iluminación directa, consiste en una mezcla de combustible y aceite lubricante.
- Hollín gris/negro en apariencia consiste en partículas sólidas de carbón producto de combustión incompleta.

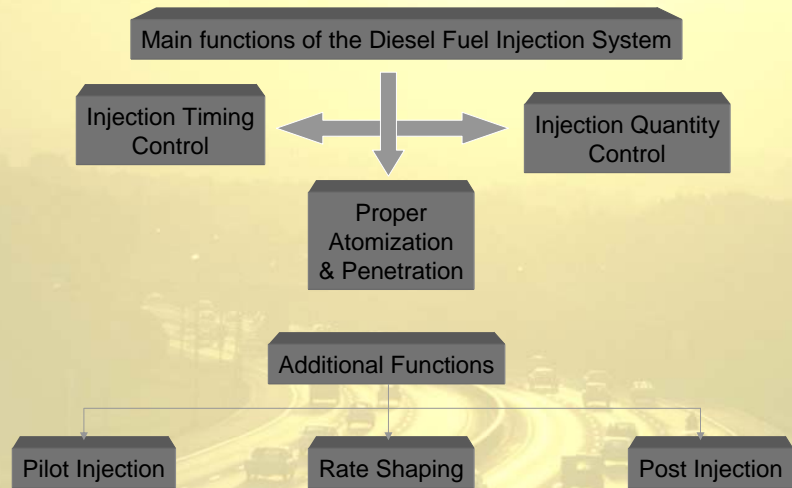
Emisiones Vehiculares

Calidad de inyección y su efecto en las emisiones de MP

- Azul: exceso de aceite lubricante en la cámara de combustión. Sin embargo, combustible no quemado puede presentarse como hollín azul (diámetro 0,5 micras).
- Blanco: producto de baja temperatura en la cámara de combustión durante condiciones transientes al inicio de la operación en zonas frías o de altura. También puede producirse por inyección tardía o falla de diseño (baja relación de compresión o inapropiada combinación de condiciones de operación).
- Gris/negro: es producido a plena carga y exceso de combustible, o por restricción del aire de admisión. Las principales causas de excesivo hollín negro durante el servicio del vehículo son falta de mantenimiento de los filtros de aire y/o inyectores de combustible, así como calibración inadecuada de la bomba inyectora.

Emisiones Vehiculares

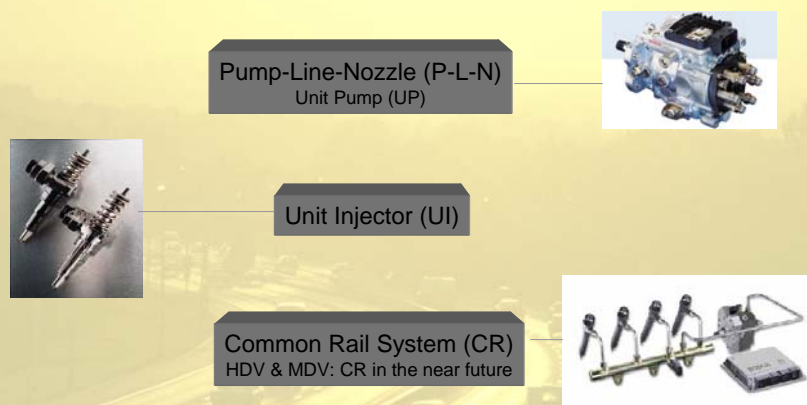
Sistema de Inyección



Emisiones Vehiculares

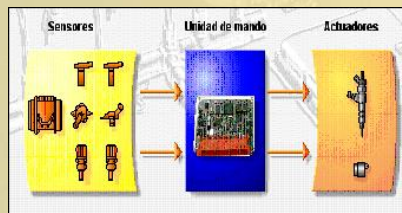
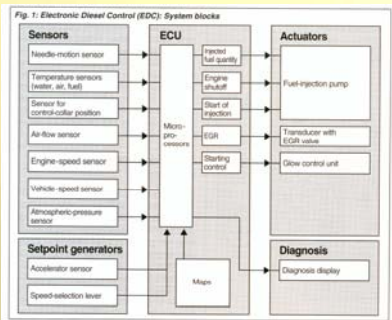
Sistema de Inyección

Types of Diesel Fuel Injection Systems



Emisiones Vehiculares

Sistema de Inyección

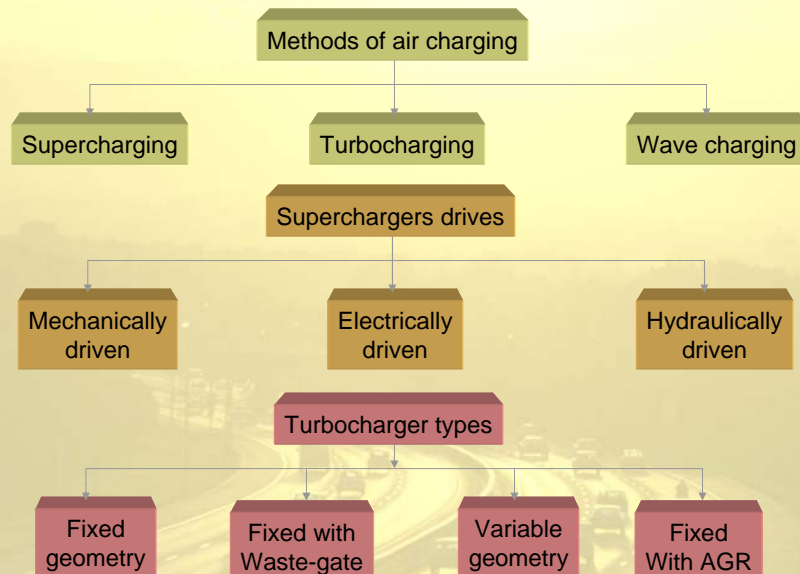


Motivation for using electronically-controlled Injection Systems in diesel engines

- ✓Emissions regulations
- ✓Improved engine response
- ✓Improve fuel economy while complying with emission regulations
- ✓Customized engines for various applications
- ✓Value added features
- ✓Lower cost to cumbersome mechanical add-ons
- ✓Full-authority parameter control and flexible implementation of control strategies
 - ✓Flexible injection timing
 - ✓Flexible injected quantity metering
 - ✓Reduced shot-to-shot variability
 - ✓Reduced cylinder-to-cylinder variability
 - ✓Smoke control strategies

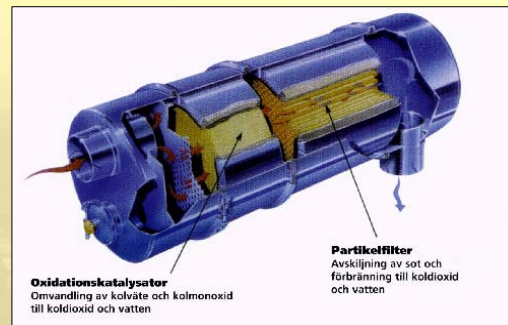
Emisiones Vehiculares

Sistema de admisión de aire



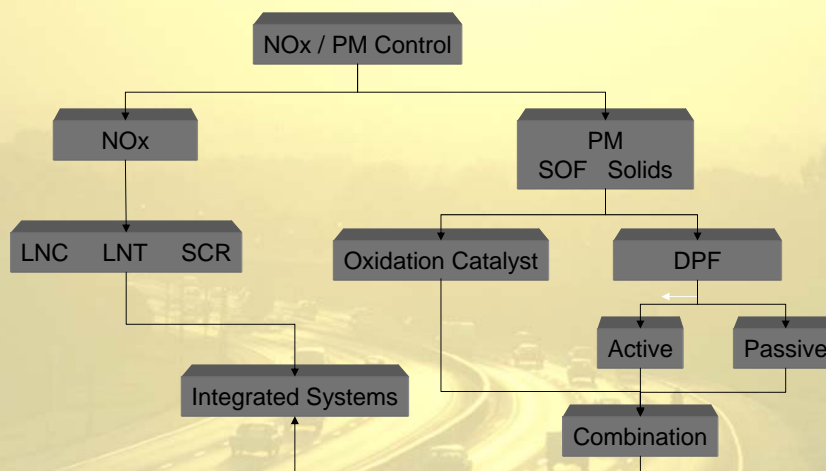
Emisiones Vehiculares

Tratamiento de gases diesel



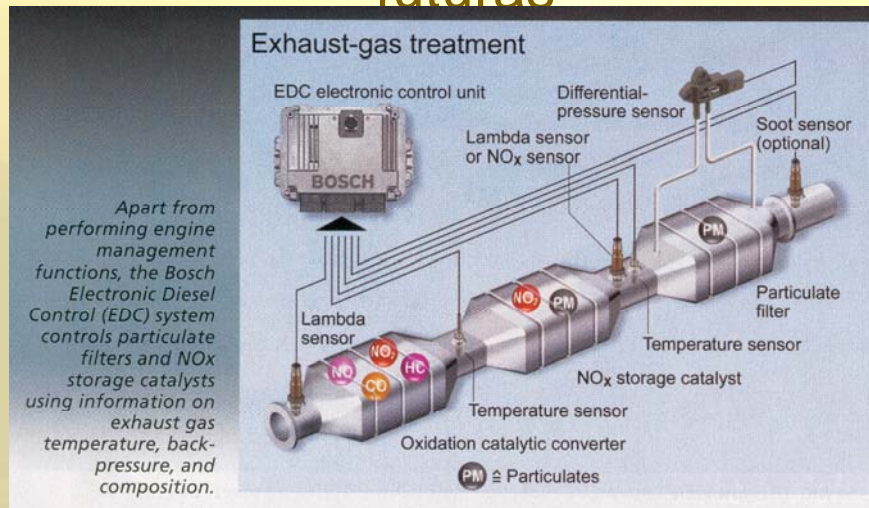
Emisiones Vehiculares

Tecnologías diesel actuales y futuras

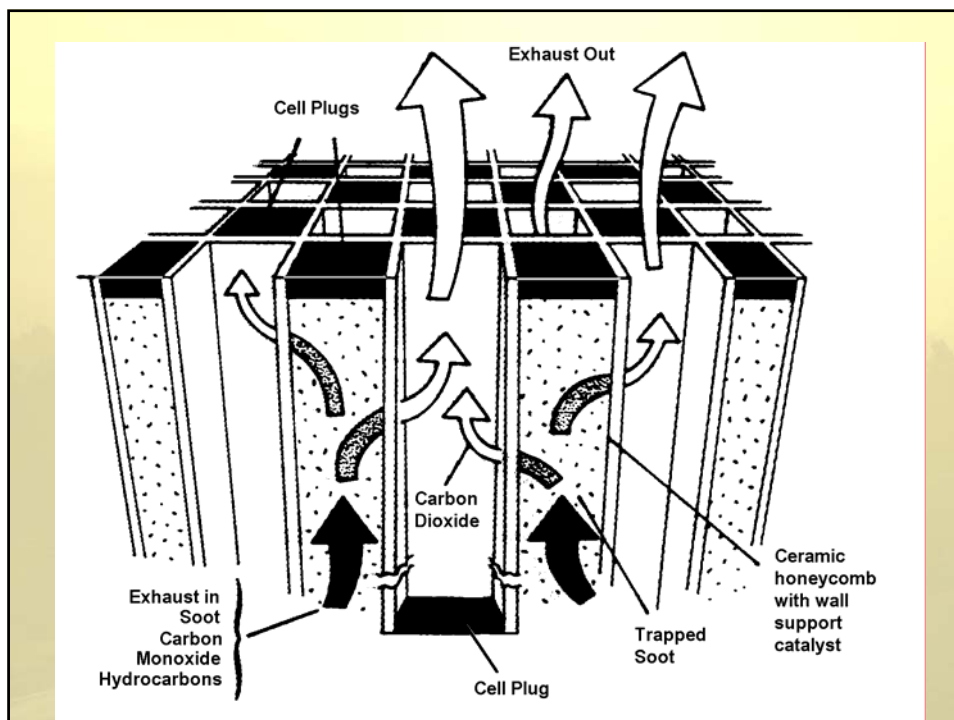


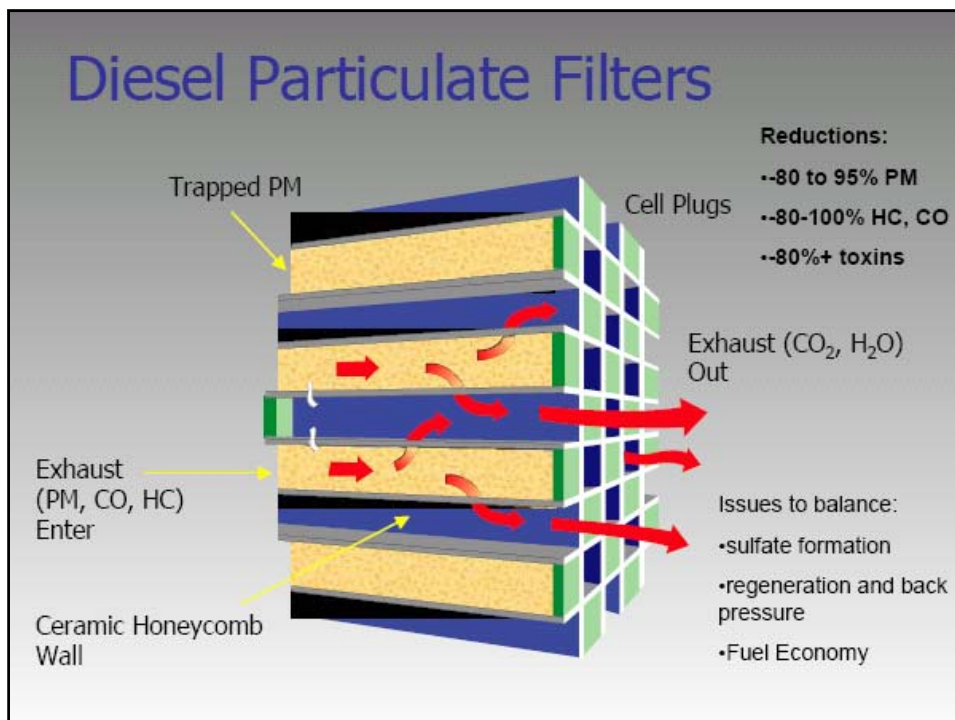
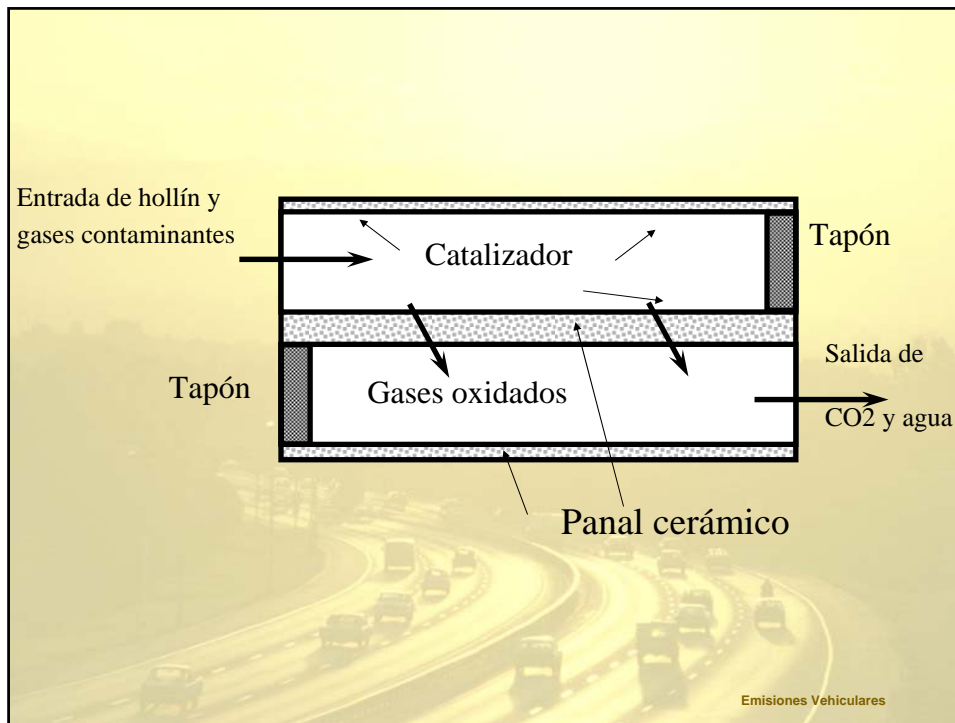
Auxiliary Emission Control Devices (AECD) – Formerly Aftertreatment Systems

Tecnologías diesel actuales y futuras

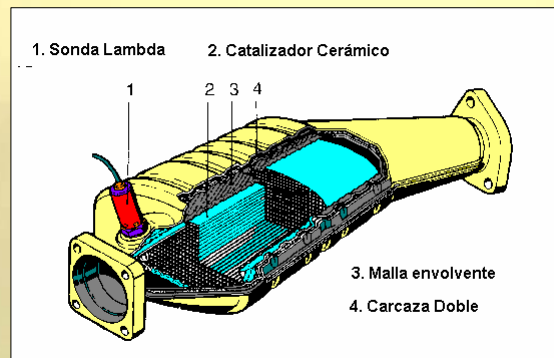


Auxiliary Emission Control Devices (AECD) – Formerly Aftertreatment Systems



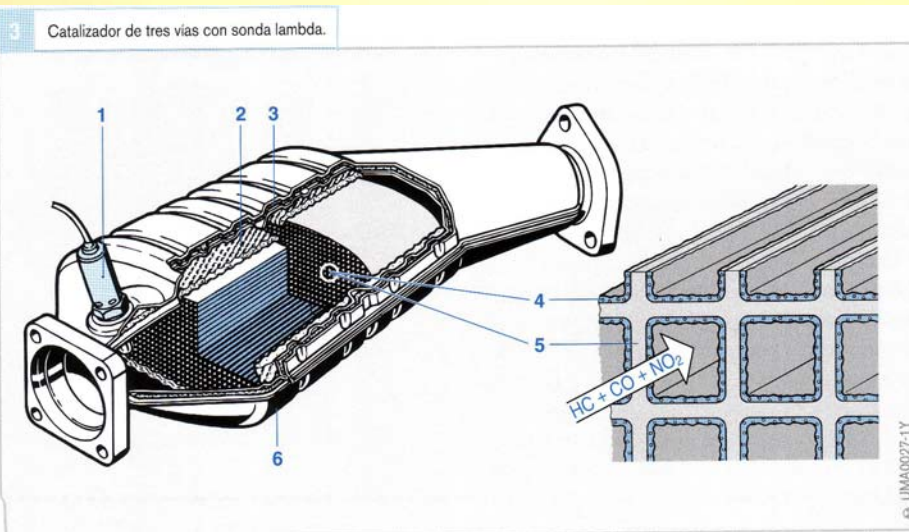


Tratamiento de gases gasolina



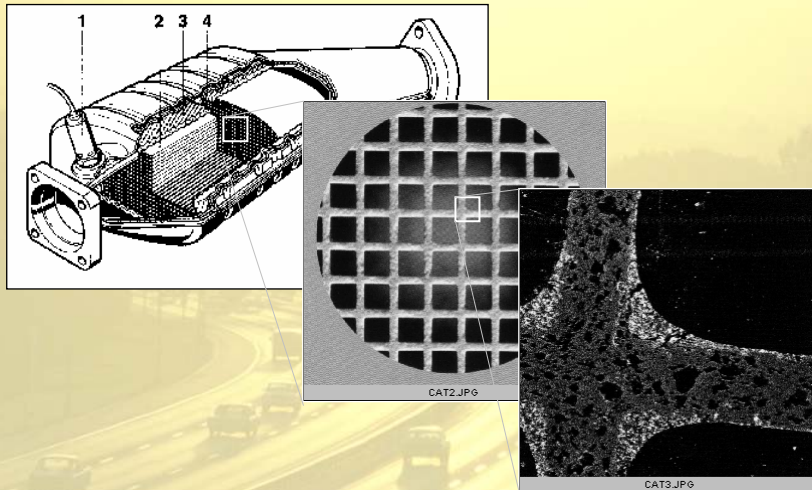
Emisiones Vehiculares

Convertidor 3 vías



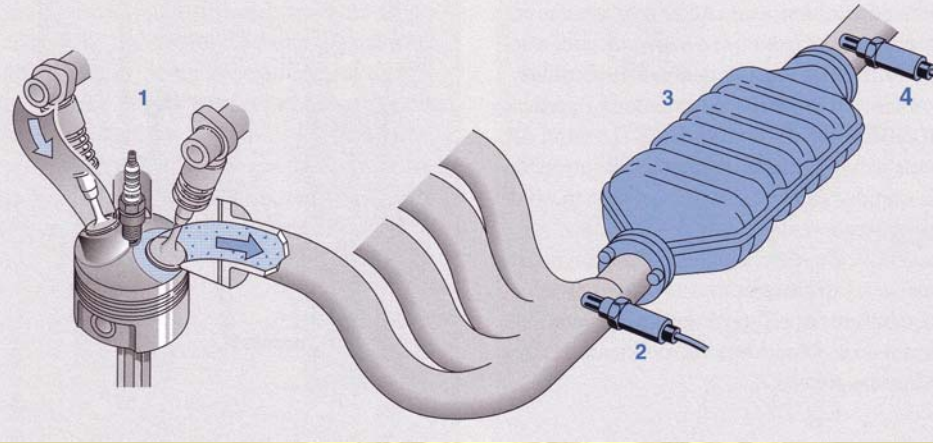
Emisiones Vehiculares

CONVERTIDOR 3 VIAS



Emisiones Vehiculares

1 Tramo del sistema de escape con un catalizador de tres vías montado cerca del motor y sondas lambda.



Emisiones Vehiculares