



**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM



**ASELUBE**

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LUBRICANTES



**POLITÉCNICA**

## **Acto de presentación de la Memoria de ASELUBE 2009**

Madrid, 21 de abril de 2010

# **Conferencia**

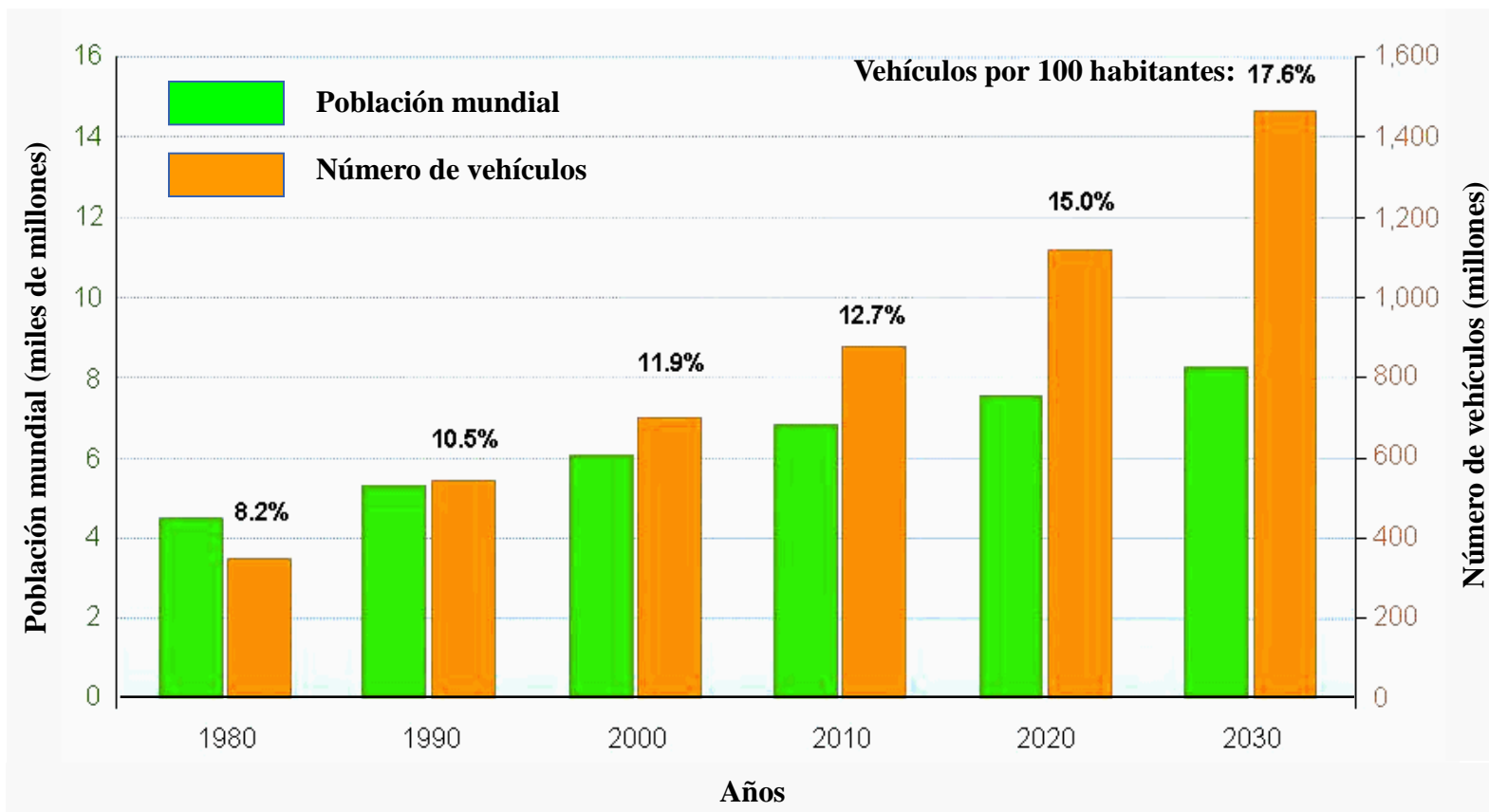
## **Tendencias en los motores y evolución futura**

Jesús Casanova Kindelán

Catedrático de Máquinas y Motores Térmicos

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

Universidad Politécnica de Madrid



Fuente: GM/Opel – OCT2005

Introducción

La energía

El medio ambiente

Pautas de futuro

Sumario y conclusiones

- Sistemas de propulsión:

- **Motor de potencia**

- Térmico (Otto o Diesel)
- Eléctrico
- Neumático
- Hidráulico
- Acoplamiento entre los anteriores

- **Transmisión de potencia**

- Mecánica
- Hidráulica (o neumática)
- Eléctrica (por cable)

- Energía acumulada en el vehículo:

- **Química** (combustible)

- Para combustión
- Para pila de combustible

- **Eléctrica**

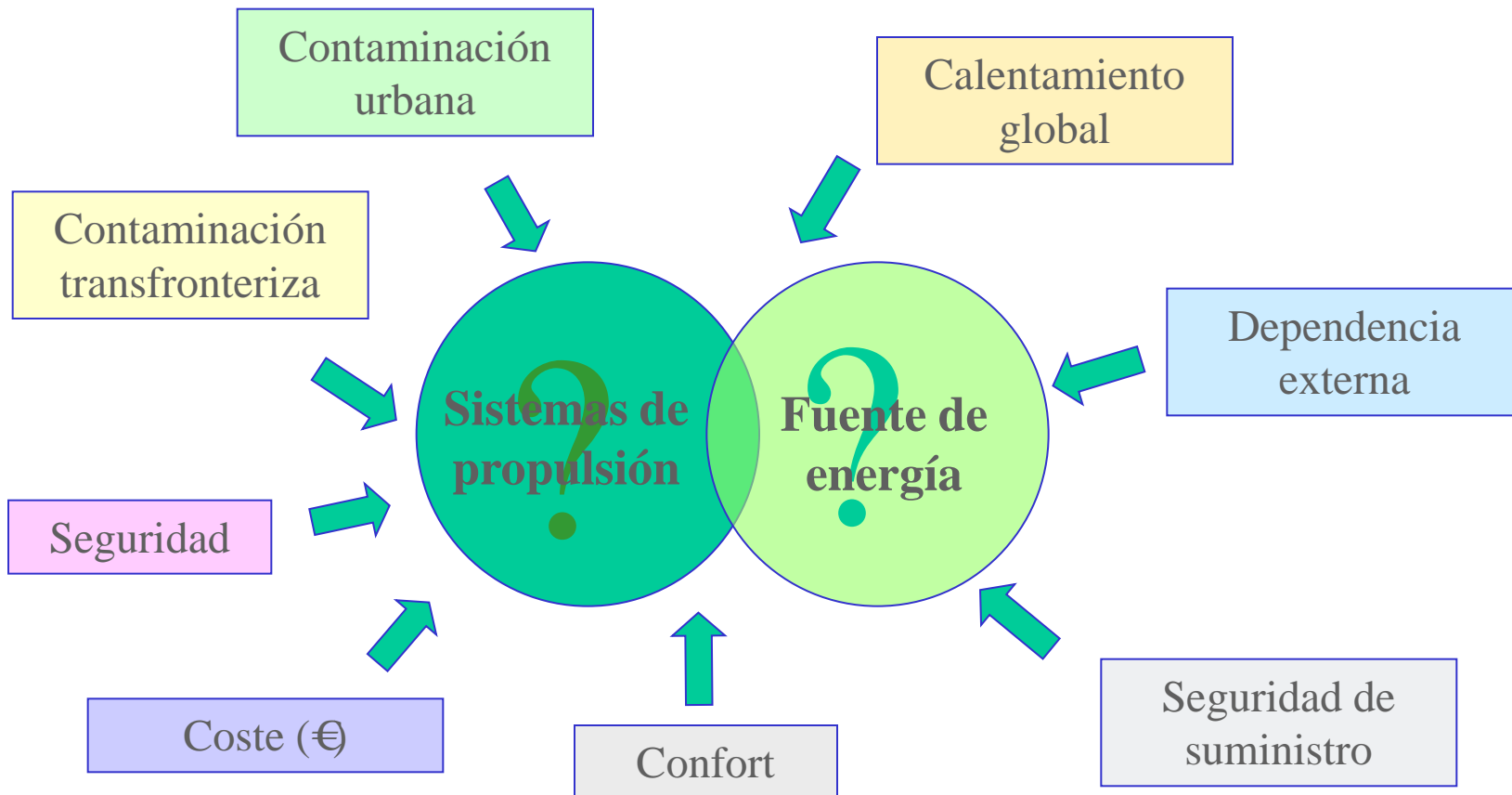
- Acumuladores:
  - Baterías
  - Supercapacidades

- **Mecánica**

- Inercias rotativas

- Combustibles

- Convencionales (petróleo)
- Alternativos fósiles (GN, GLP, ...)
- Alternativos “bio”
- Hidrógeno



Los sistemas de propulsión y sus combustibles forman un conjunto que se diseñan y se desarrollan paralelamente

Introducción

La energía

El medio ambiente

Pautas de futuro

Sumario y conclusiones

- El consumo de energía en el transporte crece más que en otros sectores
  - En Europa es más del 30 % del consumo total de energía
  - En España más del 39 %

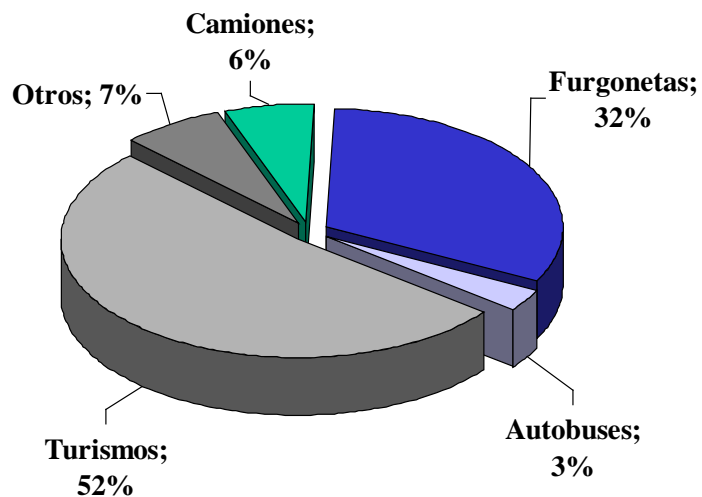
- Consumo de combustibles en España en 2009:

Gasolina:

8.300 millones de litros (↓ 4,3 % respecto a 2008))

Gasóleo:

28.400 millones de litros (↓ 6,5 % respecto a 2008)



Los países de la OCDE consumen el 90% de los combustibles de automoción, pero solo la mitad de la energía mundial

País	Energía Total	Energía en transporte
<b>EE.UU. + Canadá</b>	<b>25 %</b>	<b>45 %</b>
<b>Europa Occidental</b>	<b>15 %</b>	<b>35 %</b>
<b>Japón</b>	<b>5 %</b>	<b>5 %</b>
<b>Resto del mundo</b>	<b>55 %</b>	<b>15 %</b>

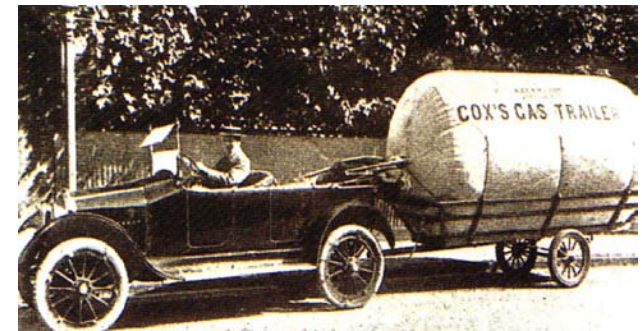
### Generales

- Disponibilidad de reservas de petróleo.
- Dependencia externa y seguridad de suministro.
- Medio ambiente escala local, regional y transfronteriza.
- Calentamiento de la atmósfera (efecto invernadero).
- Costes de producción y distribución.



### Específicos del transporte por carretera

- Densidad de energía (kW·h/kg).
- Disponibilidad de suministro en ruta.
- Manejo por personal inexperto.



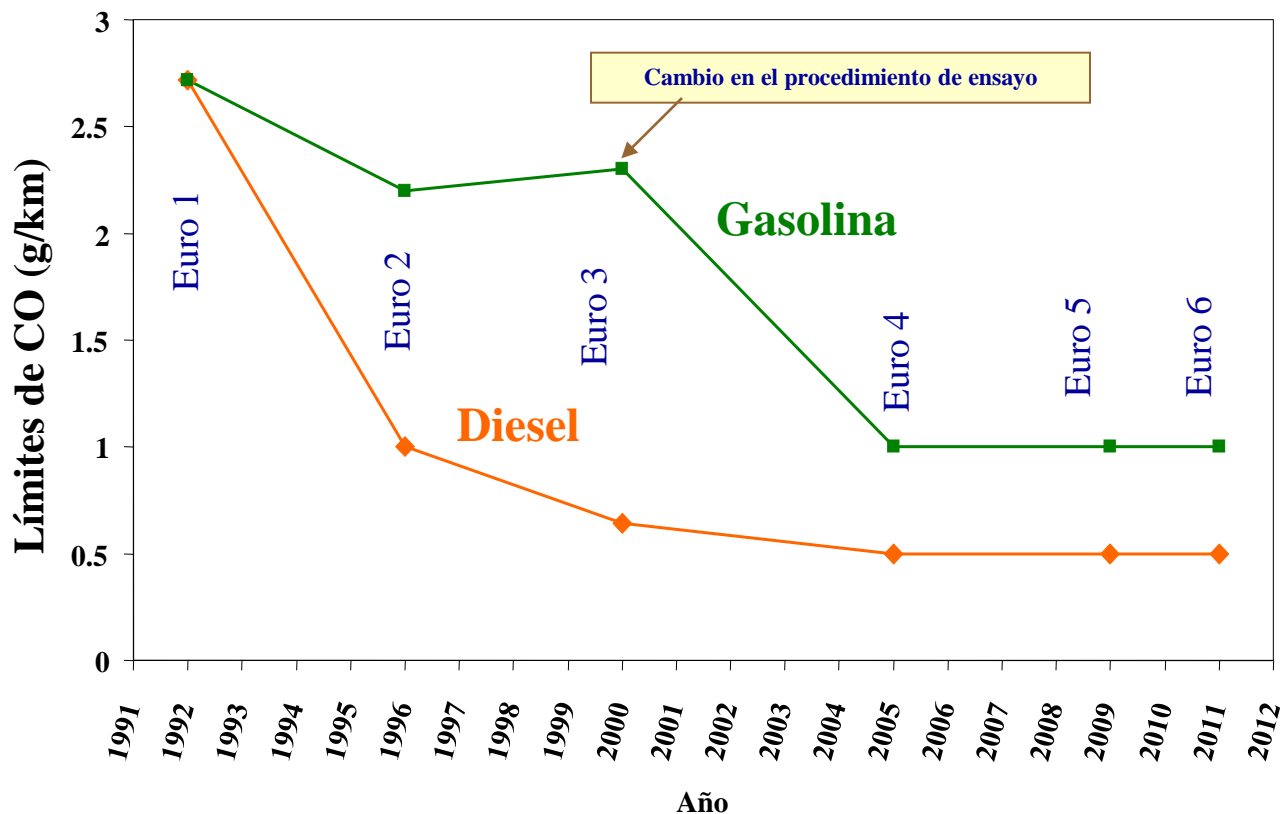
Las tendencias de los combustibles del futuro están ligadas al desarrollo futuro de los sistemas de propulsión

- **Fósiles** (petróleo, gas natural, carbón):
  - Carburantes derivados del petróleo evolucionados:
    - Gasolina, gasóleos, metanol, GLP (Gas Licuado de Petróleo)
  - Gas natural y sus derivados:
    - GNC (comprimido), GNL (licuado), GLP, DME (Dimetil éter), GTL (Gas To Liquid), etc
  - Hidrógeno posible obtenerlo por reformado.
- **Renovables** (biomasa, solar, hidráulica, eólica, etc.):
  - Combustibles derivados de biomasa:
    - Etanol, EMAG (Éster Metílico de Ácidos Grasos), BTL (Biomass To Liquid), biogás, etc.
  - Hidrógeno de electricidad renovable:
    - De la red
    - Generación distribuida.
- **Nuclear** (fisión, fusión):
  - Solo posible hidrógeno (obtenido de energía nuclear)

- Emisiones de **gases por el tubo de escape**  $\Rightarrow$  motor.
  - Gases principales:  $N_2$ ,  $H_2O$ ,  $O_2$ , y  $CO_2$  ( $\rightarrow$  G.E.I.)
  - Productos contaminantes en pequeñas concentraciones
- Emisiones de **partículas sólidas o líquidas** en suspensión en el gas de escape (PM)
  - Combustión + aceite
- Emisión de **partículas de desgaste**
  - Frenos, embrague y neumáticos.
- **Gases de la gasolina** en la carga y del tanque del vehículo
  - Control en carga desde camión pero no en boquerel.
  - “Cannister” en vehículos de gasolina
- Gases de **carter del motor**.
  - Por normativa son recirculados.



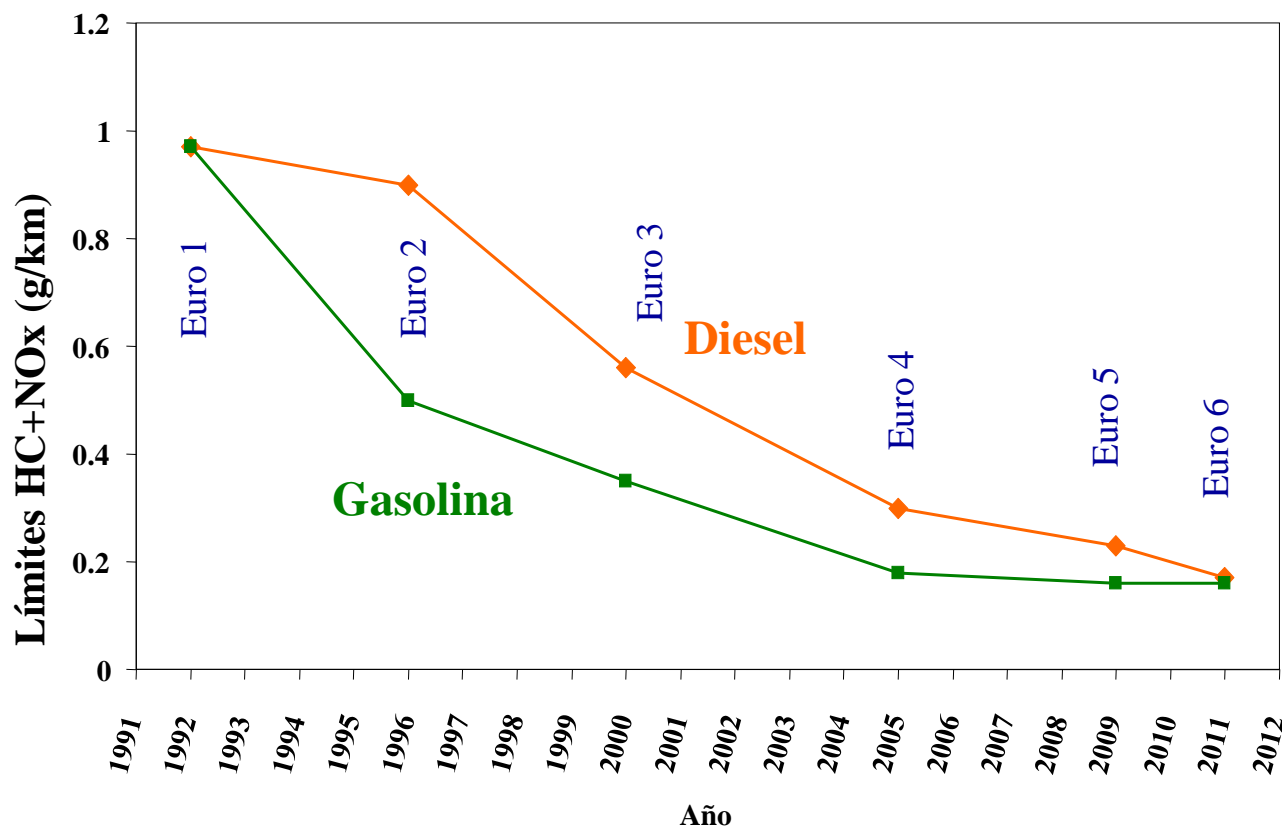
Límites de emisiones para **vehículos ligeros** en gramos por kilómetro



Diesel: PM y NO<sub>x</sub> difícil reducir simultáneamente

Gasolina: CO reducción de emisiones difícil (arranque en frío)

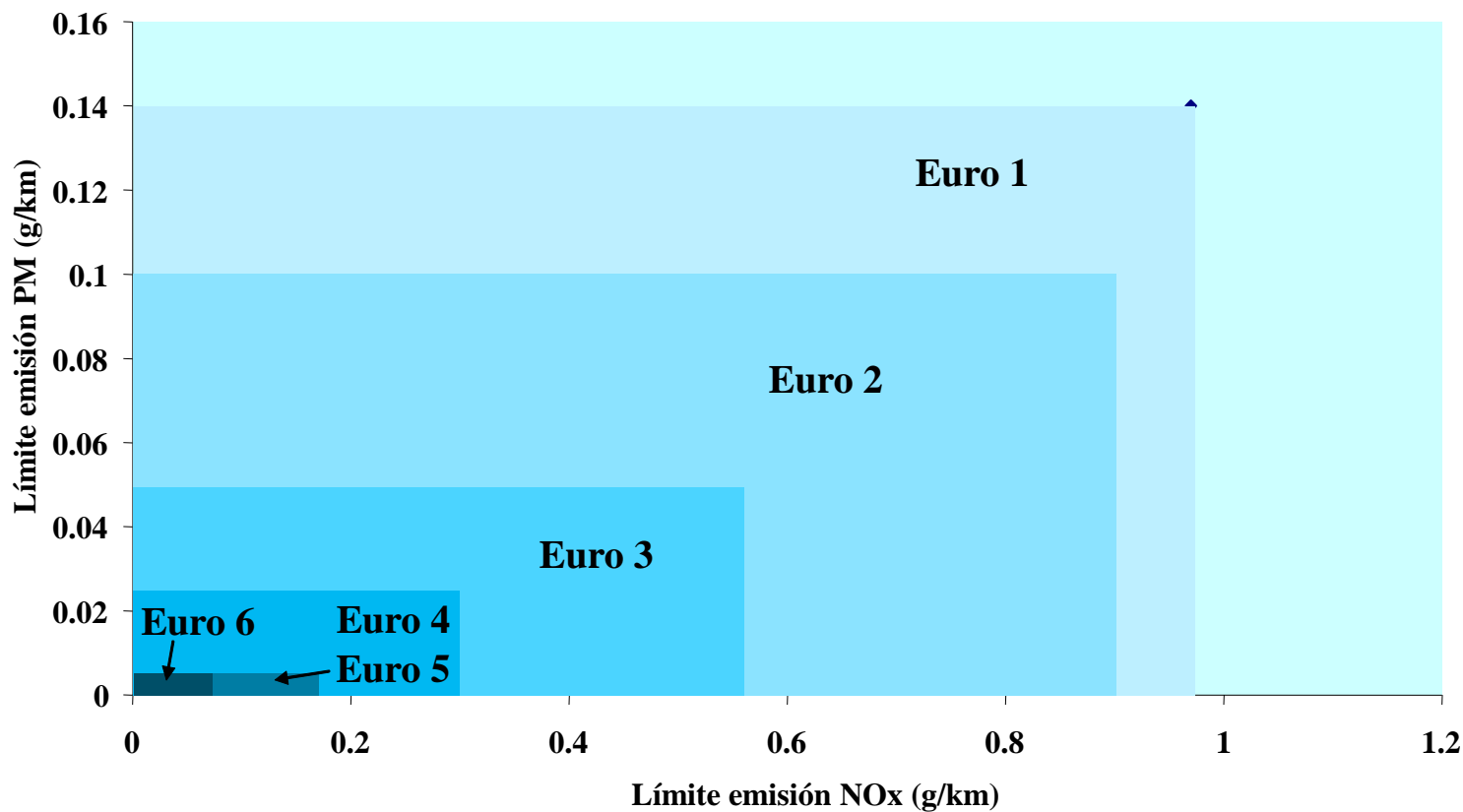
Límites de emisiones para **vehículos ligeros** en gramos por kilómetro



Diesel: PM y NOx difícil reducir simultáneamente

Gasolina: CO reducción de emisiones difícil (arranque en frío)

Límites de emisiones para **vehículos ligeros** en gramos por kilómetro



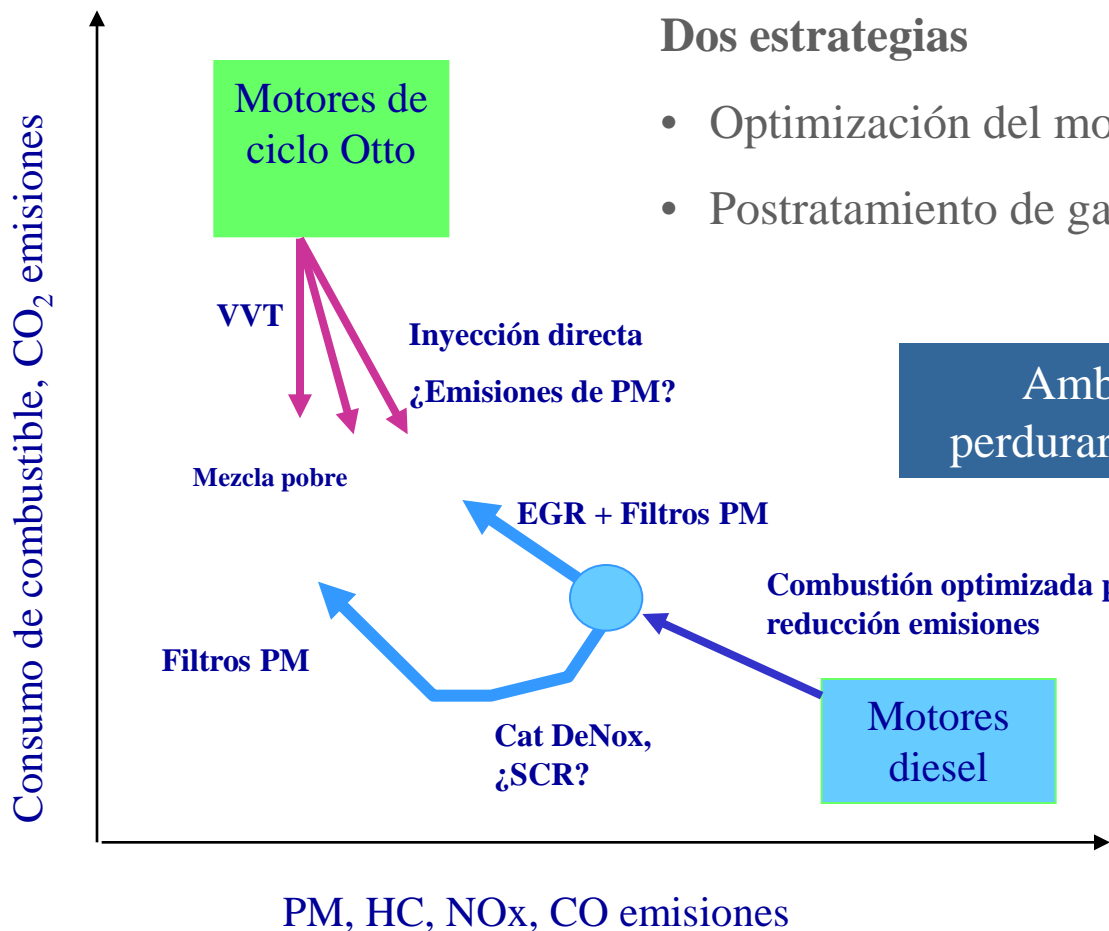
Introducción

La energía

El medio ambiente

Pautas de futuro

Sumario y conclusiones



## Dos estrategias

- Optimización del motor
- Postratamiento de gases de escape

Ambos sistemas perdurarán en el tiempo

¿Hacia un hermanamiento de conceptos?

- Motores diesel de menor impacto ambiental.
  - Combustión de baja temperatura (EGR)
  - Postratamiento (Filtros, SCR)
- Motores de gasolina de menos consumo (menor emisión de CO<sub>2</sub>)
  - Inyección directa
  - Distribución flexible o no mecánica
  - Sobrealimentación
- Cajas de cambio convencionales, accionamiento automático computerizado
- Aumento de las funciones de gestión electrónica del motor.
- Electrificación de cada vez más funciones:
  - Bombas de refrigerante y de combustible
  - Stop – Start, ayuda en aceleración
  - Transmisión eléctrica

} Menor rendimiento

## Objetivo:

- Eliminar o reducir las emisiones del motor antes de abandonar el vehículo

## Sistemas en estudio

- **Catalizadores**  $\Rightarrow$  Aumentan la velocidad de reacción (Pt, Rh, Pd, Ce):
  - Catalizadores de oxidación (diesel) y de 3 vías (gasolina)
  - Catalizadores de cuatro vías (tres vías + PM)
  - Catalizadores DeNOx en atmósfera oxidante
- **Filtros químicos; Adsorbedores**  $\Rightarrow$  Almacenan emisiones en forma química (regeneración)
- **Reactores químicos**  $\Rightarrow$  Tratan químicamente los gases; SCR con urea
- **Filtros físicos**  $\Rightarrow$  Atrapan partículas sólidas (regeneración)



Fuente: R. Bosch

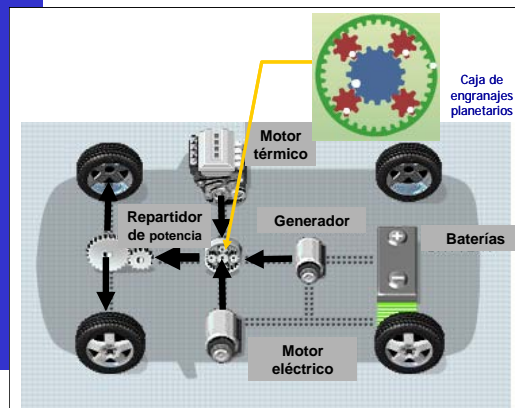
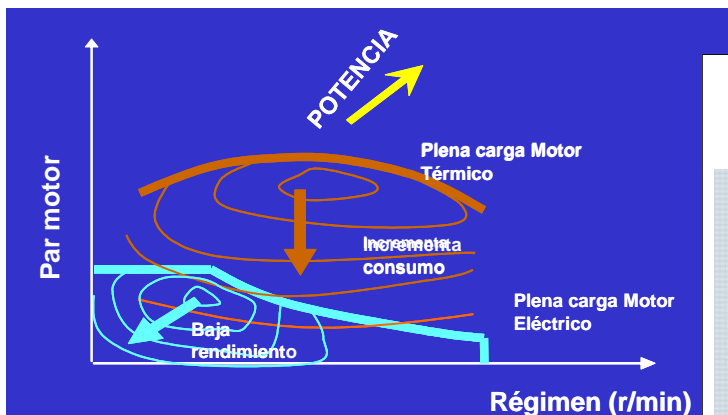
- **Propulsión eléctrica pura.** Solo motor eléctrico + acumulador
  - Problema: peso y volumen de acumulación de energía eléctrica
  - Suministro y carga.
  - Emisiones y consumo: “mix” de generación eléctrica
- **Propulsión híbrida:** No es un “vehículo eléctrico”
  - Térmica + eléctrica + acumulador de energía
    - Sistemas mecánicos: inercias rotativas, acumuladores hidráulicos o neumáticos
    - Sistemas eléctricos: baterías, supercondensadores
  - ¿Pilas de combustible con acumulación de energía?
  - Posibilidad de enchufar a red eléctrica para recargar energía (híbrido enchufable, o “plug-in”)

La propulsión híbrida es básicamente una optimización de la gestión de la energía (térmica, eléctrica y mecánica) en el vehículo

- Dos principios:
  - **Vehículo eléctrico** que tiene motor térmico para aumentar autonomía y recargar baterías.
  - **Vehículo con motor térmico** que incorpora sistemas de acumulación y gestión de, al menos, dos tipos de energías para optimizar su eficiencia.

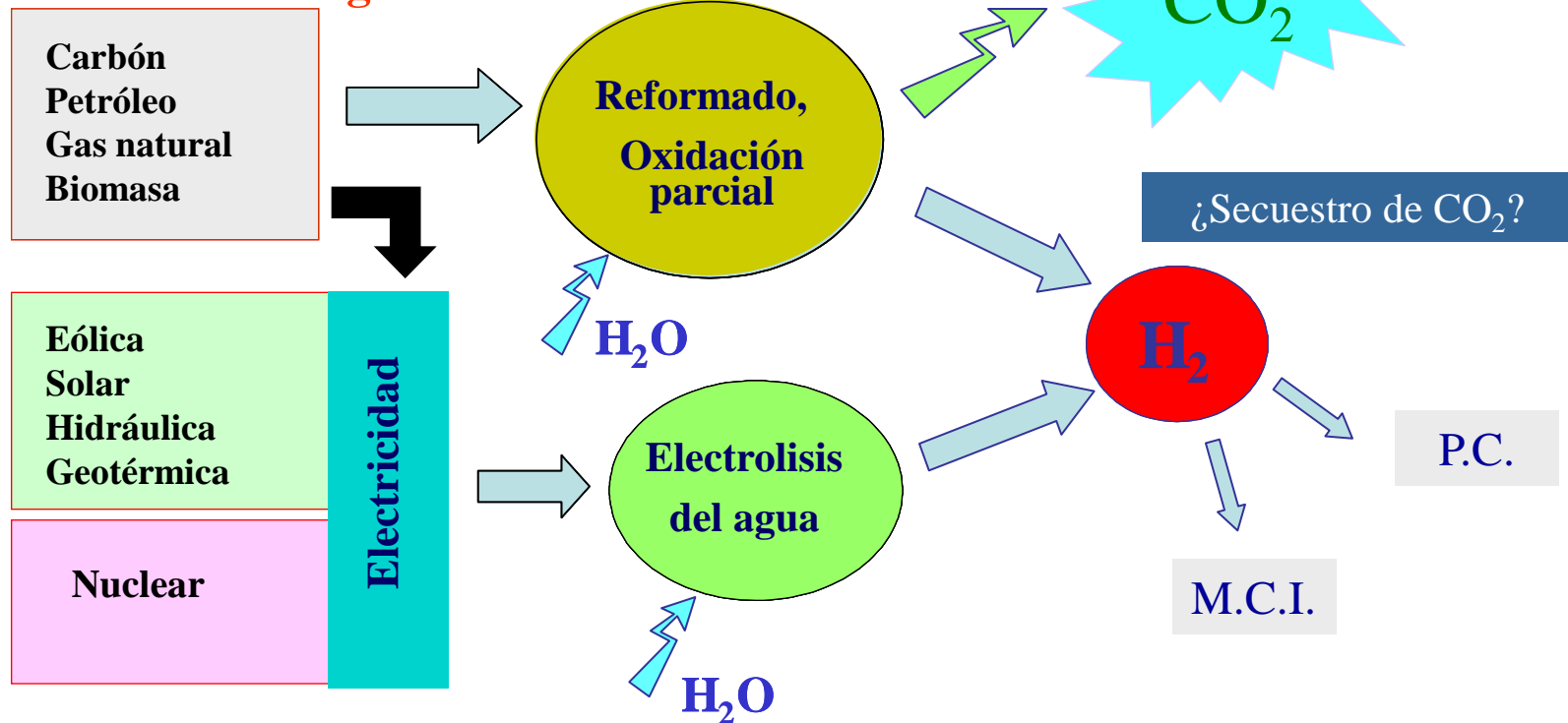
## Evolución

- “Stop – Start”: parar motor en detenciones
- Híbrido suave: motor eléctrico ayuda a motor térmico.
- Híbrido serie – paralelo: 4 sistemas se complementan:
  - Motor térmico + Motor eléctrico + Generador + Baterías



¡Pero el hidrógeno NO ES UNA FUENTE DE ENERGÍA!

**Fuentes de energía**



El problema es cómo obtener hidrógeno de fuentes renovables sin quitar estas fuentes de la red eléctrica

- Ligado al futuro de los motores de combustión interna y transmisión por engranajes: no se esperan cambios notables, solo evolución:
  - Mismos conceptos de motores y de cajas de cambios pero más sofisticados.
  - Hibridación: oportunidad para aceites para máquinas eléctricas.
- Los aceites lubricantes deben adaptarse a:
  - Mejorar arranque en frío y en caliente. Arranques frecuentes.
  - Reducción de fricción.
  - Aumento de periodos de cambio.
  - Capacidad de combustión en el motor.
  - Adaptación a dilución con biocombustibles.
  - Composición (aditivos) compatibles con sistemas de postratamiento.

- Los vehículos de motor convencional con combustibles convencionales de origen fósil o biológico aun muchos años. No cambian conceptos fundamentales.
- La emisión de CO<sub>2</sub> (g/km en ciclo de vida) es lo que condiciona la evolución futura de los sistemas de propulsión y sus combustibles.
- Los motores de ciclo Otto emiten menos contaminación urbana (NO<sub>x</sub> y PM), pero más emisiones de CO y HC (en frío) y algo más de CO<sub>2</sub> que los diesel:
  - Limitaciones de emisiones cada vez más estrictas ⇒ reducción de emisiones del parque al renovarse los vehículos.
  - Electrónica de control + auto diagnosis ⇒ mantenimiento de bajas emisiones en el tiempo.
- Corto y medio plazo: en Europa aumento de motores ciclo Otto + descenso del diesel (con combustibles convencionales o alternativos).
- La hibridación con máquinas eléctricas mejora la eficiencia energética

Introducción

La energía

El medio ambiente

Pautas de futuro

Sumario y conclusiones

- Tendencia hacia la participación de biocombustibles por emisiones de CO<sub>2</sub> y otras cuestiones estratégicas.
- Los combustibles alternativos no modifican sustancialmente la tecnología de los sistemas de propulsión
- Hibridación: buena solución para uso urbano en vehículos pequeños, pero aún muy costosa. Peso de acumuladores.
- Pila de combustible: años de desarrollo para bajar (mucho) el coste, dificultades para buenos rendimientos.
- Hidrógeno: producción y almacenamiento. Uso actual: ¿motor de combustión interna?. Proyectos de demostración.

Introducción

La energía

El medio ambiente

Pautas de futuro

Sumario y conclusiones

# Gracias por su atención

[jesus.casanova@upm.es](mailto:jesus.casanova@upm.es)