



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



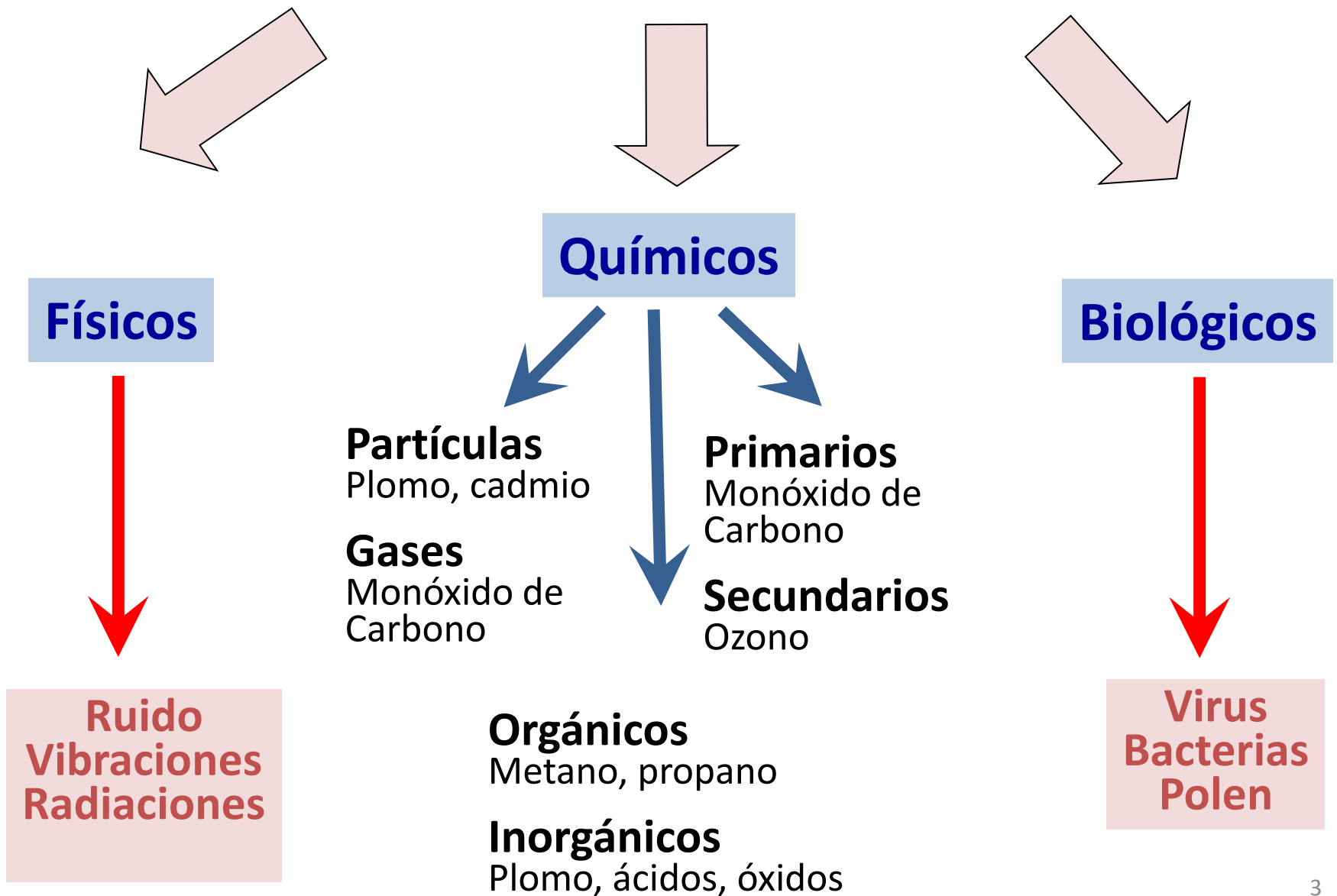
# Control de Emisiones Vehiculares y Límites Máximos Permisibles

Ing. Pedro Dongo

**POR QUE DEBEMOS  
PROTEGER LA  
ATMOSFERA?**



# Tipos de contaminantes del aire



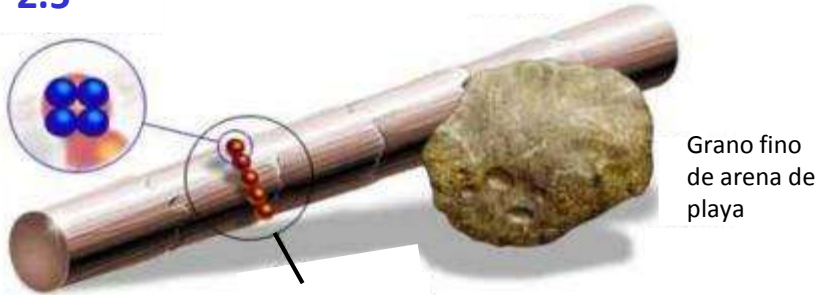
# IMPACTOS EN EL AMBIENTE



# Impactos a Salud

**PM<sub>2.5</sub>**

Pelo Humano

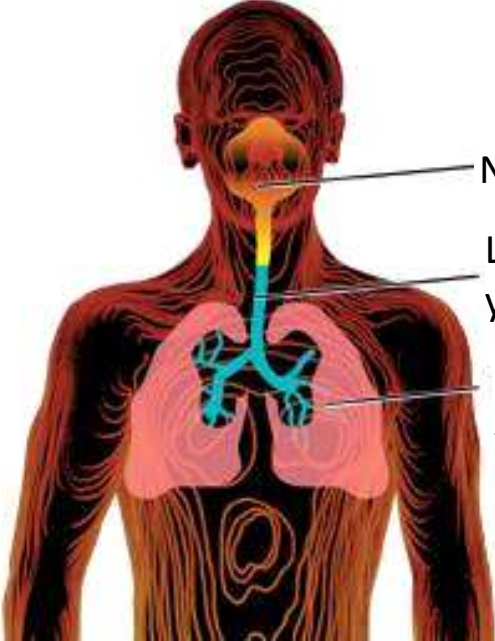


**PM<sub>10</sub>**

Grano fino de arena de playa

¿Dónde se quedan las partículas que respiramos?

## PARTÍCULAS



Nariz y Faringe

Laringe, Tráquea y Bronquios

Bronquiolos y Alveolos

} > 10µm  
} 10µm a 2.5 µm  
} <2.5

# Fuentes de Contaminación e Impactos

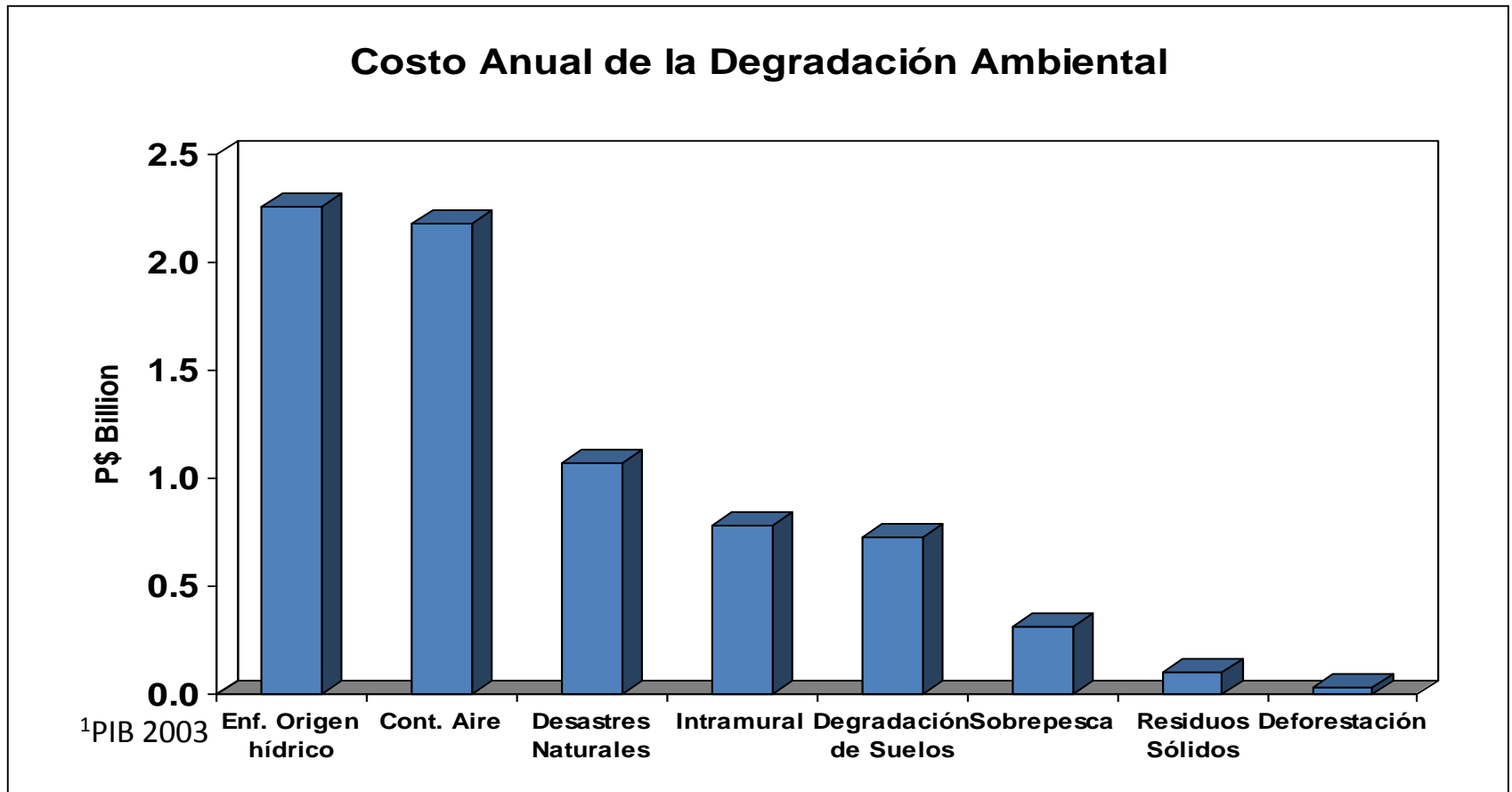
## Ciclo de la Contaminación del Aire



# SITUACION

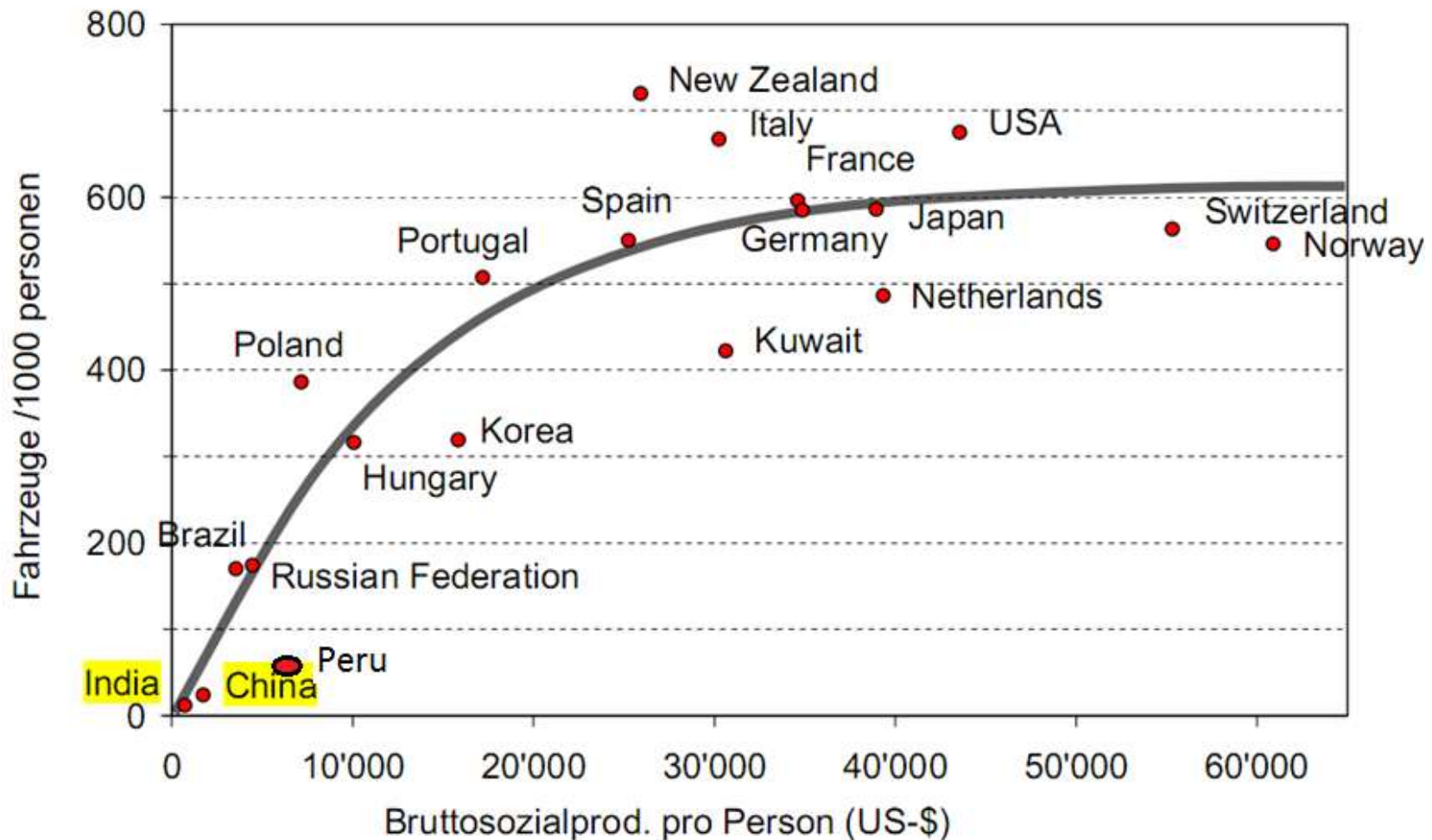
## Costo de la Degradación Ambiental

- S/. 8.2 mil millones por año
- 3.9 por ciento del PBI



# Vehículos por persona – PBI por persona

(2005- World Road Statistics )





# El Transporte

## Objetivo

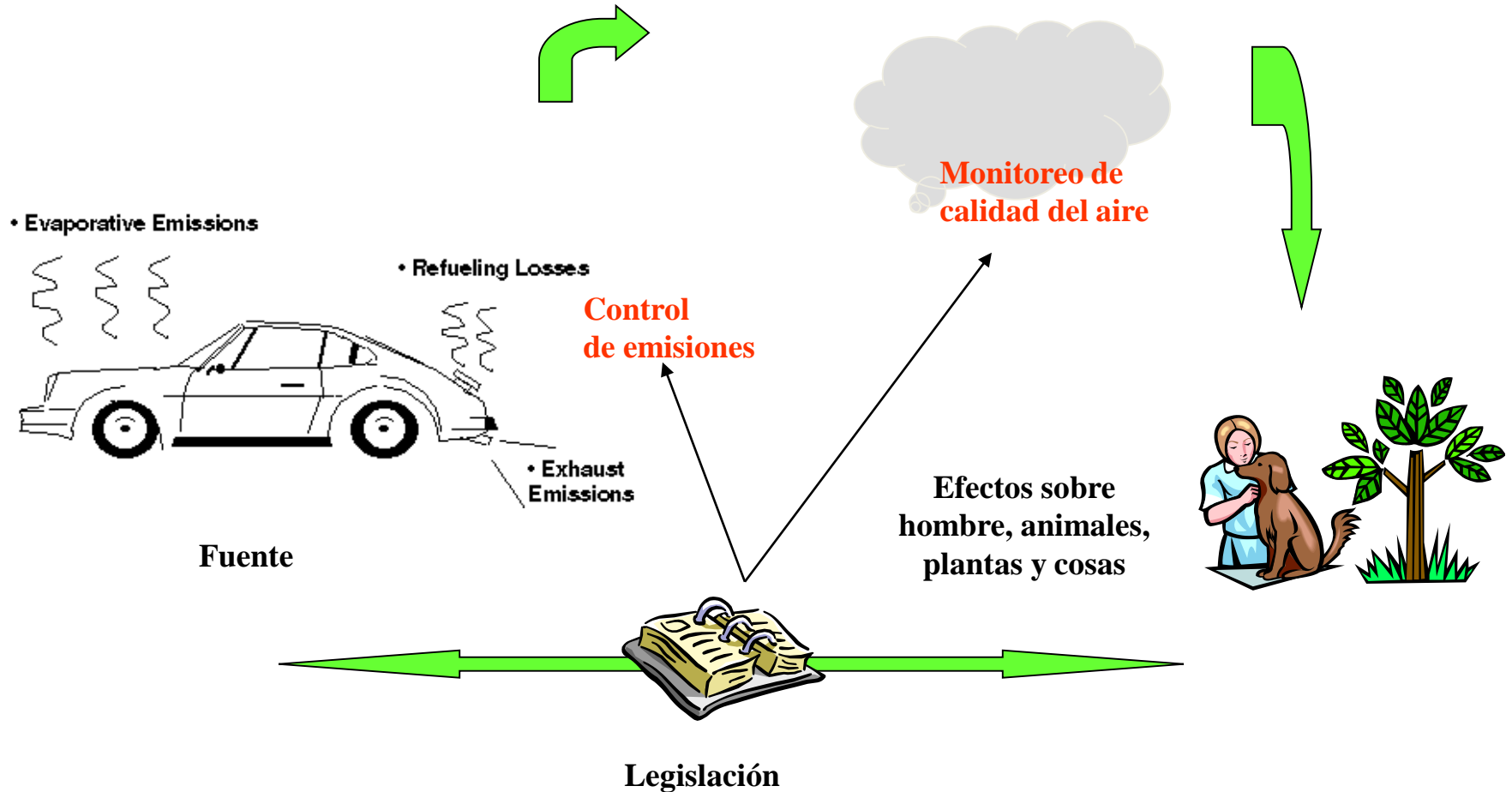
Describir alternativas para controlar y monitorear emisiones vehiculares

- Introducción
- Tecnologías de control
  - Dentro del vehículo: Revisiones Técnicas
  - Fuera del vehículo: Fiscalización y Políticas
- Conclusiones



# Control de la Contaminación del aire

*Es obligación del gobierno garantizar la buena salud de la población*



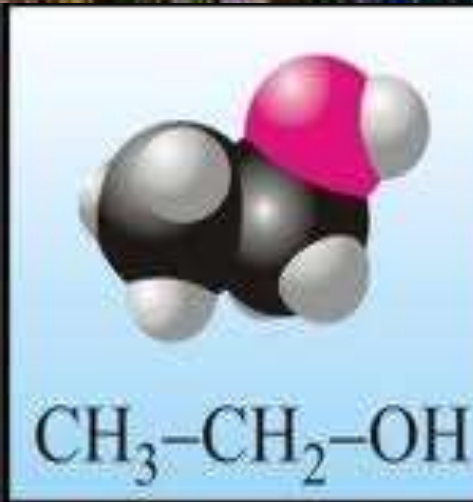
# Métodos de control de la Contaminación del aire por vehículos

Método	Aplicación	Ejemplo	
Controlando la generación	Combustibles	Controlar la calidad del combustible	Reducción del contenido de azufre
		Sustitución de combustibles	GNV – GLP Biocombustibles
		Sustituyendo la fuente energética	vehículos eléctricos e híbridos
	Controlando la combustión	Tecnología de motor	inyección electrónica, OBD, EGR
		Asegurando el mantenimiento	Programas Inspección/Mantto Chatarreo
	Reduciendo el consumo	Mejores técnicas de manejo	Educación de Choferes
		Organizando el sistema de transporte:	Restricción al flujo vehicular Vías dedicadas: Buses de Alta capacidad, Autopistas
		Proveyendo métodos alternativos	Ciclovías y vías peatonales Auto compartido
	Controlando la emisión	Productos de combustión	Catalizador, filtro de partículas
Emisiones evaporativas		Canister	
Mitigando los efectos	Controlando la localización de la fuente	Rutas verdes, Zonas de exclusión de Centro Histórico	
	Estudiando la atmosfera	Pronóstico de Contaminación	
	Protegiendo los receptores	Alertas y Planes de contingencia de calidad de aire	

# Aspectos tradicionalmente regulados en Perú

- Calidad del combustible
- Emisiones contaminantes del vehículo (D.S. 047-2001-MTC)
  - Nuevos
  - Usados (mantenimiento)
    - Partículas (Opacidad para vehículos diesel)
    - CO, HC, CO2 (Pruebas estáticas)
- Tecnología y aditamentos del vehículo (nuevos) en otros países Latinoamérica
  - Inyección
  - Presencia de catalizadores
  - EGR (Recirculación de Gases de Escape)

# Los Combustibles



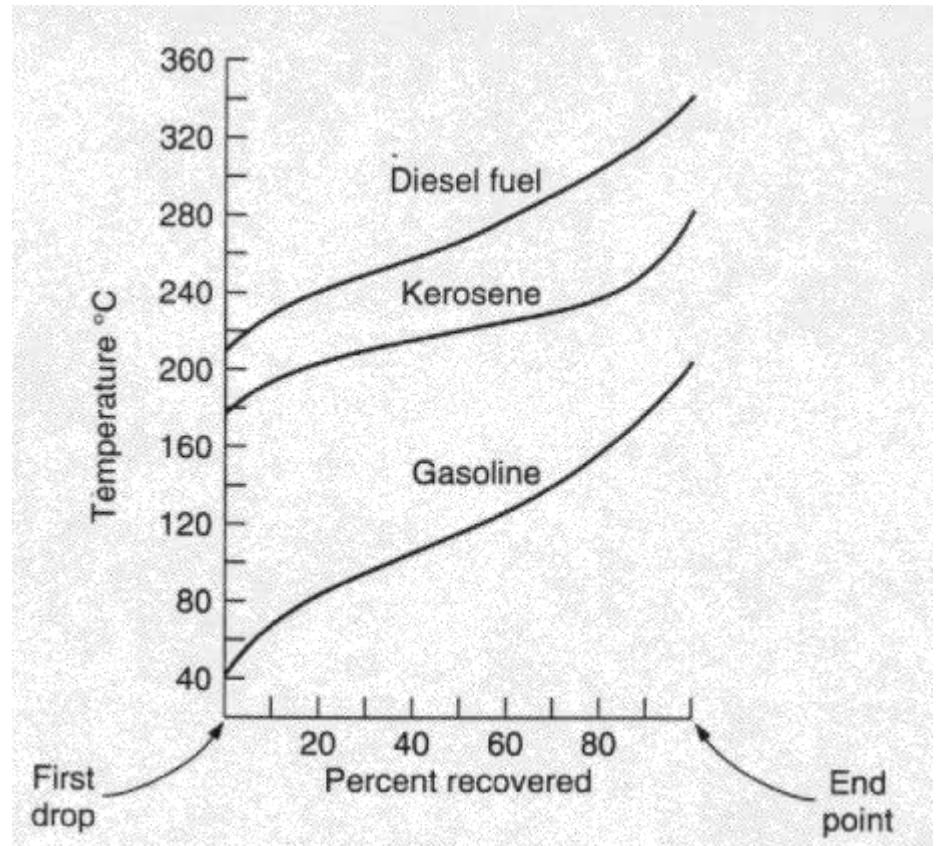
# Curva de destilación de los combustibles derivados del petróleo

## Volatilidad

- *Tendencia de la gasolina a pasar de líquido a vapor*
- *Rate vapor pressure: presión de evaporización*
  - *Facilidad de arranque en frío*
  - *Perdidas por almacenamiento*
  - *Vapor lock*

## Temperatura de 100% de evaporización

- *Formación de depósitos*
- *Consumo de combustible*
- *Emisión de material particulado*



# Calidad de los combustibles: Aspectos regulados

- Curva de destilación
- Contenido de azufre
- Octanaje (gasolina)
  - Resistencia a la auto-ignición
  - NO es una métrica de calidad del combustible
  - Mas alto solo es mejor si se cuenta con motor con alta relación de compresión
- Numero de cetano (diesel)
  - Facilidad de auto ignición
  - Mejor es ~45

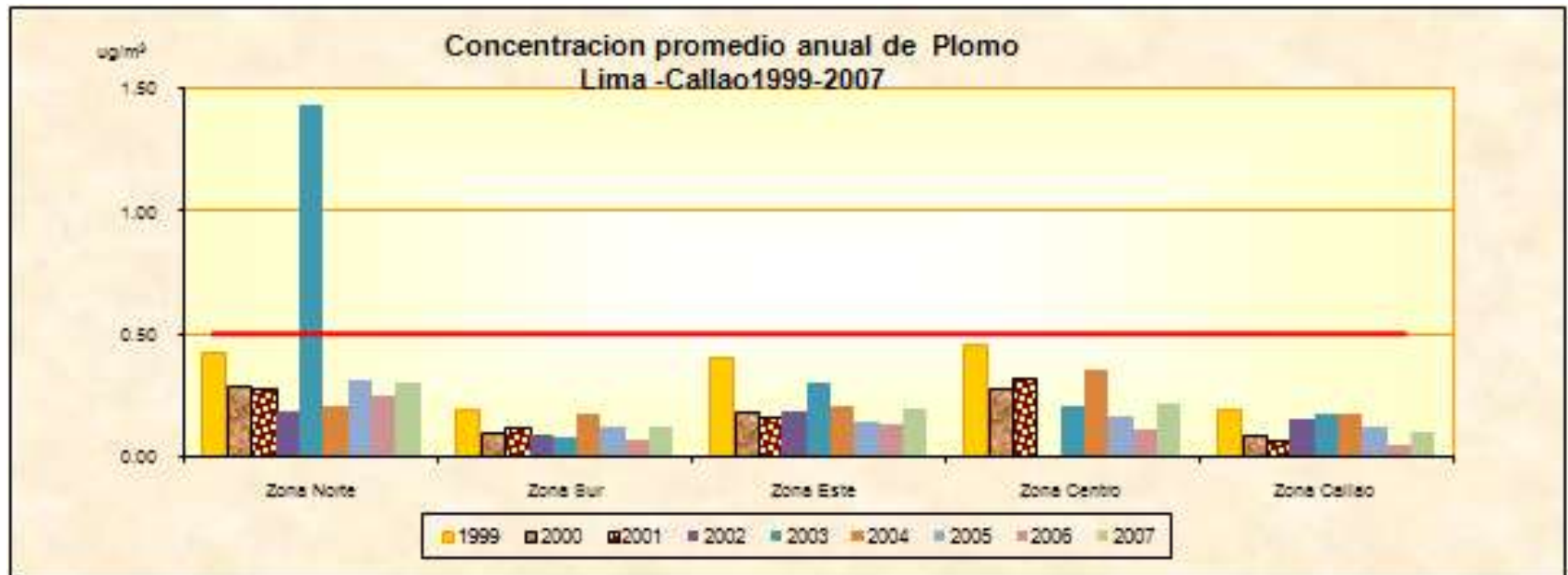


# Combustibles Limpios

## Retiro del Plomo en la Gasolina:

D.S. N° 019-98-MTC Eliminan Gasolina 95 RON y reducen contenido de plomo de gasolina 84 RON:

Año 1998	Año 2003	Año 2005
0.84 gr/lit	0.14 gr/lit	0.0 gr/lit





# Combustibles Limpios

## Disminución del Azufre en el Diesel:

D.S. Nº 025-2005-EM : Cronograma de Reducción progresiva de Azufre en diesel

Ley Nº 28694 (26.03.2006) Ley que regula el contenido del azufre en el diesel

D.S. Nº 061-2009-EM Establecen criterios para determinar zonas geográficas para comercialización del diesel con azufre menor a 50 ppm.

Año 2005	Año 2010	Año 2016
A nivel nacional 5000 ppm	Lima-Callao 50 ppm Resto país 5000 ppm	Lima Callao 50 ppm Resto país ????

## Indice de Nocividad e Impuesto Selectivo

Ley Nº 28694 Art. 3 “A partir de enero 2008 se introduce el impuesto selectivo al consumo de combustibles en proporcionalidad al índice de nocividad que establecerá MEF en coordinación con MINAM, Esta reestructuración deberá ser gradual hasta el año 2016 como máximo”

# Combustibles Limpios

Ley de Biocombustibles. D.S. 013-2005-EM y modificatorias  
D.S. 021-2007-EM

Biodiesel

Año 2009	Año 2011
2% Nacional	5% Nacional

Gasohol

D.S. 013-2005-EM y modificatorias  
D.S. 024-2011-EM

Año 2010	Año 2011
7.8% Zona Norte y Centro	7.8% Lima y Callao Sur

Precios de Gasohol vs Gasolina (\* al 18.07.11)

Combustible	ISC D.S. 97-2011-MEF	Precio Ref. (sin IGV, ISC, rodaje)	Precio Final *
Gasohol 90	1.46	8.44	13.24
Gasolina 90	1.57	8.39	12.90

# Combustibles Limpios

## Gas Natural Vehicular (GNV)

Limitada aplicación al requerirse alta compresión del gas para estaciones de servicio de gas natural en provincias. Actualmente se cuenta con 100,000 vehículos a GNV (enero 2011) de los cuales 75% son taxis. Se cuenta con 840 buses a GNV (570 son del Metropolitano).

Incremento de cobertura en el uso residencial de gas natural en Lima Metropolitana y Callao, actualmente hay 50,000 conexiones, se prevé llegar a 500,000 en los próximos cinco años

## Gas Licuado de Petroleo (GLP)

Alta diferencia de precios. GLP doméstico S/. 21 a 23 en planta, a usuario S/. 30 a 41 nuevos soles

Mayor número de estaciones en provincias debido a su fácil compresión y distribución

# Las emisiones de los motores a GNV

*Debido a las características físico-químicas del combustible, los motores a GNV ofrecen beneficios ambientales comparados con los motores a diesel:*

- Los motores a GNV tienen inherentemente bajas emisiones de PM. Esto se debe a que el combustible no contiene hidrocarburos pesados. Por tanto, la combustión tiene poca tendencia a formar hollín.
- ***Los hidrocarburos no quemados que emiten los motores a GNCV, están compuestos en su mayoría de metano y etano. Estos hidrocarburos no son tóxicos y muestran menor tendencia a reaccionar en la atmósfera para producir ozono.***
- El contenido de Azufre en el GNV es despreciable y, por tanto, las emisiones de SO<sub>x</sub> de los motores a GNCV son extremadamente bajas
- ***Los motores a GNCV pueden diseñarse para alcanzar emisiones de NO<sub>x</sub> muy bajas***
- La conversión de vehículos a GNCV debe estar sujeto a estricto control por cuanto puede resultar en mayores emisiones

# Sustitución de combustibles o introducción de nuevas tecnologías

## Tipos de sustitución:

- Gas natural por diesel y/o gasolina
- Biodiesel
- Etanol en la gasolina

## Nuevas tecnologías

- Vehículos eléctricos
- Vehículos híbridos

## Problemas:

Adaptación de los vehículos a las condiciones particulares de una región: Altitud, variaciones en la composición del combustible.

## Aspectos de comparación

- Mecánica
  - *Capacidad de aceleración*
  - *Capacidad de ascenso*
- Energética
  - *Consumo de combustible*
  - *Autonomía*
- Ambiental
  - *CO y HC (sincronización de vehículos)*
  - *SOx (Calidad del combustible)*
  - *NOx*
  - *CO2 (Calentamiento global)*

# Vehículos eléctricos



- Tradicionales
  - Bien conocidos
  - Contaminación visual vs. Autonomía
  - Baterías con mayor relación energía/peso
- Con celda de combustible
  - Hidrogeno o gas natural
  - Máxima eficiencia energética
  - Problemas de capacidad
  - Costo

# Vehículos híbridos



## Vehículo híbrido

- Comercialmente disponible
- usa motores eléctricos y de combustión interna
- Motor de combustión interna genera la energía eléctrica y/o provee tracción
- Ventaja: motor mas pequeño trabajando en punto de máxima eficiencia
- Mayor costo
- Mayor complejidad técnica

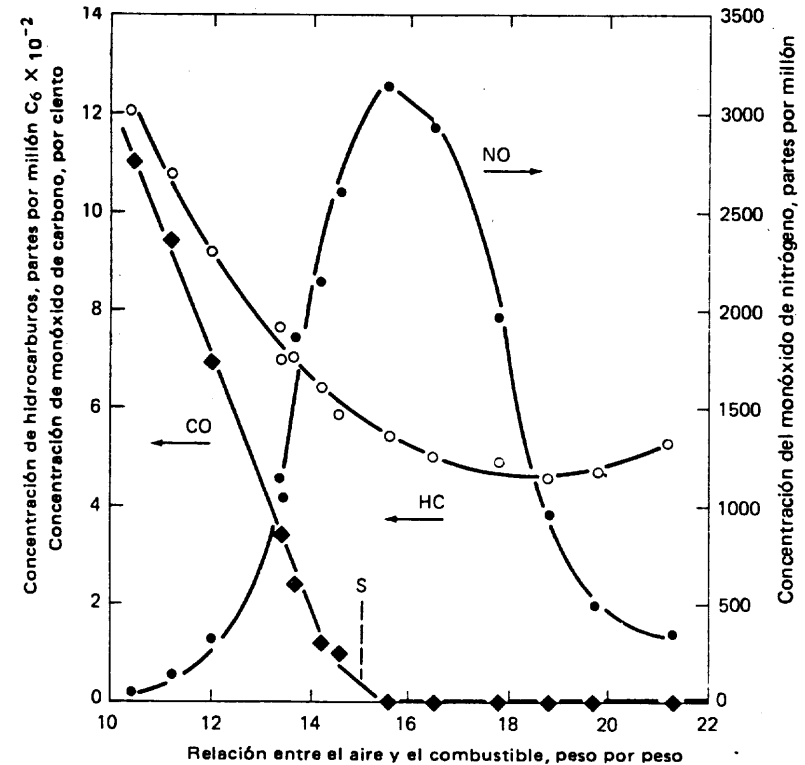
# Tecnología del motor

## Tecnologías implementadas para minimizar la emisión de contaminantes en motores

- Inyección electrónica
- EGR
- Catalizador de 2 y 3 vías
- Filtro de partículas

## Observaciones

- A mayor relación de compresión mayor eficiencia
  - Diesel mas eficiente que gasolina
- Desempeño del motor depende de la calidad del combustible
  - Octanaje de la gasolina
  - Contenido de azufre del diesel





# Tecnología del motor

## Observaciones

- Físicamente es imposible que el motor NO contamine, pero la tecnología ha generado motores con mínimas emisiones
- Eficiencia térmica ~30% pero eficiencia máxima físicamente posible ~50%
- La contaminación del aire sigue siendo generada principalmente por los vehículos



# Vehículos nuevos

## Objetivo

Promover que los fabricantes cada día provean vehículos con menores emisiones

## Observaciones

- Requiere laboratorio y personal altamente especializado y costoso para verificar su cumplimiento
- En Latinoamérica usualmente se asume que si funciona bien en el país de origen funciona bien en el país de destino
- Usualmente la importación de vehículos usados esta prohibido



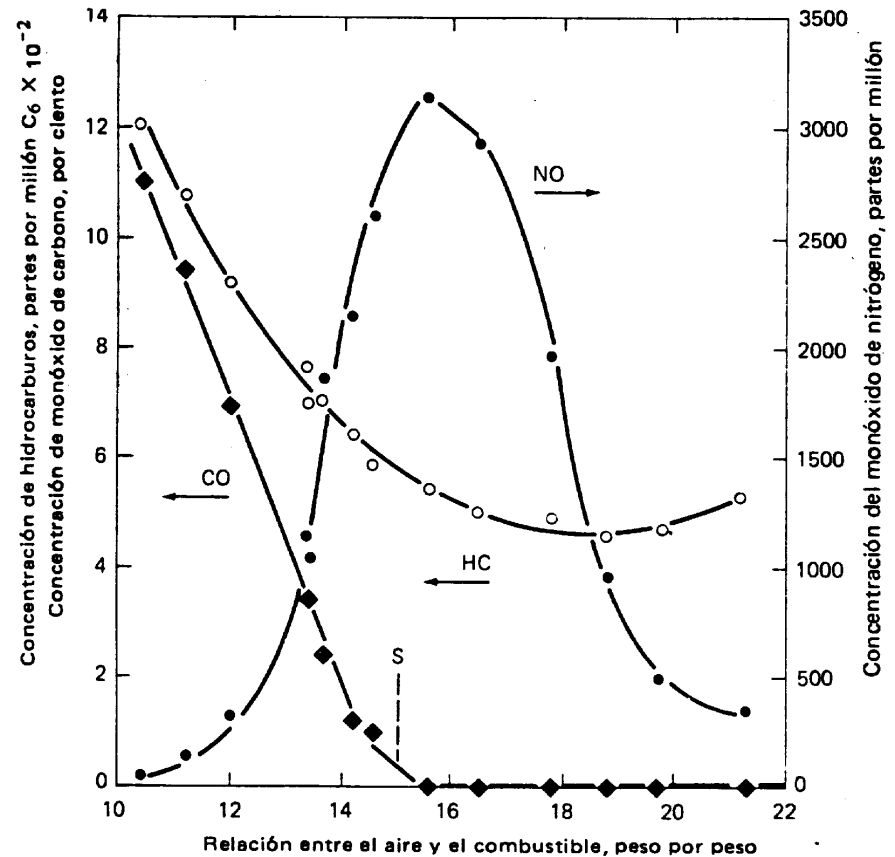
# Vehículos en uso: Programas I/M

## Objetivo

Asegurar que el usuario provee adecuado mantenimiento a su vehículo (*relacionados con los sistemas de control de emisiones*)

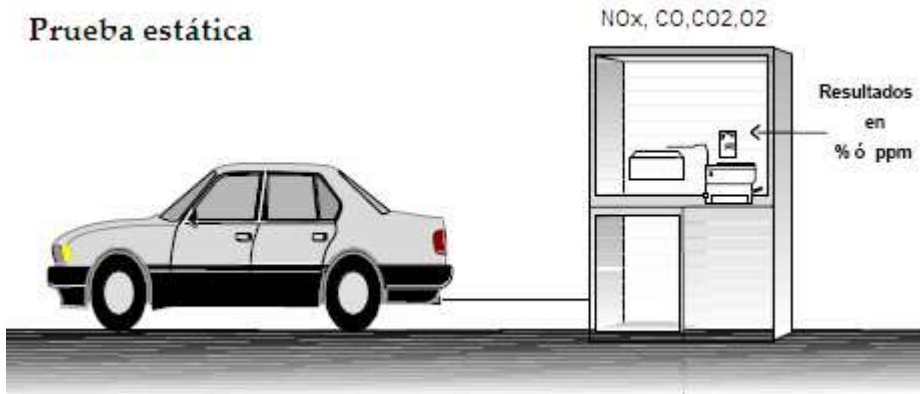
## Métodos

- Estáticos
- Dinámicos
- OBD



# Verificación vehicular: Pruebas estáticas y dinámicas

Prueba estática



- Revisión de humo  $2500 \pm 250$  rpm; 30s
- Marcha en cruceo  $2500 \pm 250$  rpm; 30s
- Marcha lenta en vacío 350 a 1100 rpm; 30s

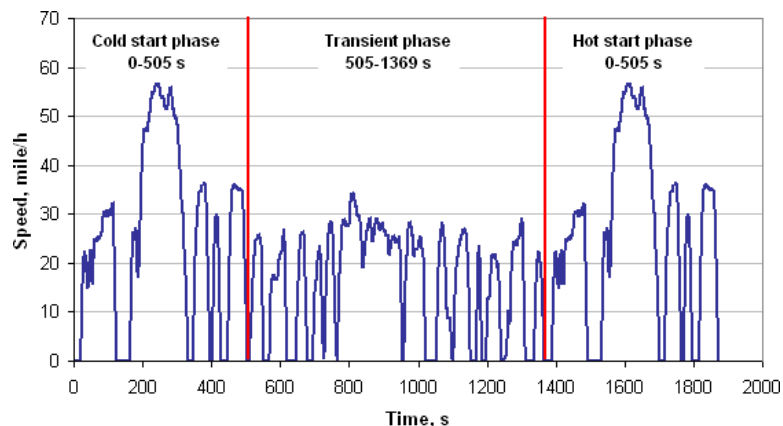
Prueba dinámica



# Metodología Dinámica (no disponible en Perú)

**Evaluar el vehículo bajo un patrón de manejo típico (arranque, desplazamiento, aceleración, etc) mientras las emisiones del escape son medidas**

- En vías
- En dinamometro



# En el Futuro: Verificación vehicular mediante OBD

Los programa I/M buscan asegurar que los propietarios de los vehículos les proveen un adecuado mantenimiento

En caso que todos los componentes que controlan la emisión de contaminantes estén trabajando adecuadamente:

- La emisión de contaminantes debe estar por debajo del permitido
- NO es responsabilidad del propietario

La verificación vehicular por medio de OBD consiste en leer el computador del vehículo y verificar el estado operativo de los sistemas relacionados con el control de las emisiones vehiculares

Este procedimiento fue estudiado y aprobado por la US EPA <sup>[4]</sup>



# Los vehículos tendencias

# Motores a combustion interna

- **Motores a Gasolina- Aumento de eficiencia, potencia y torque**
- **Motores Diesel- Aumento de potencia y torque, reducción de emisiones/ruido/vibraciones**
- **Reducción del tamaño de motores- turbo cargadores**
- **Transmisiones- mejora de desempeño**





# Los Vehículos, tendencias

## Mitsubishi i-Miev Electrico

- Alcance ~ 160 km
- Bateria 16 kWh Li-Ionen



## Chevrolet Volt Hibrido serial

- Alcance solo electrico 64 km
- Bateria de 8.8 kWh Li-Ionen I



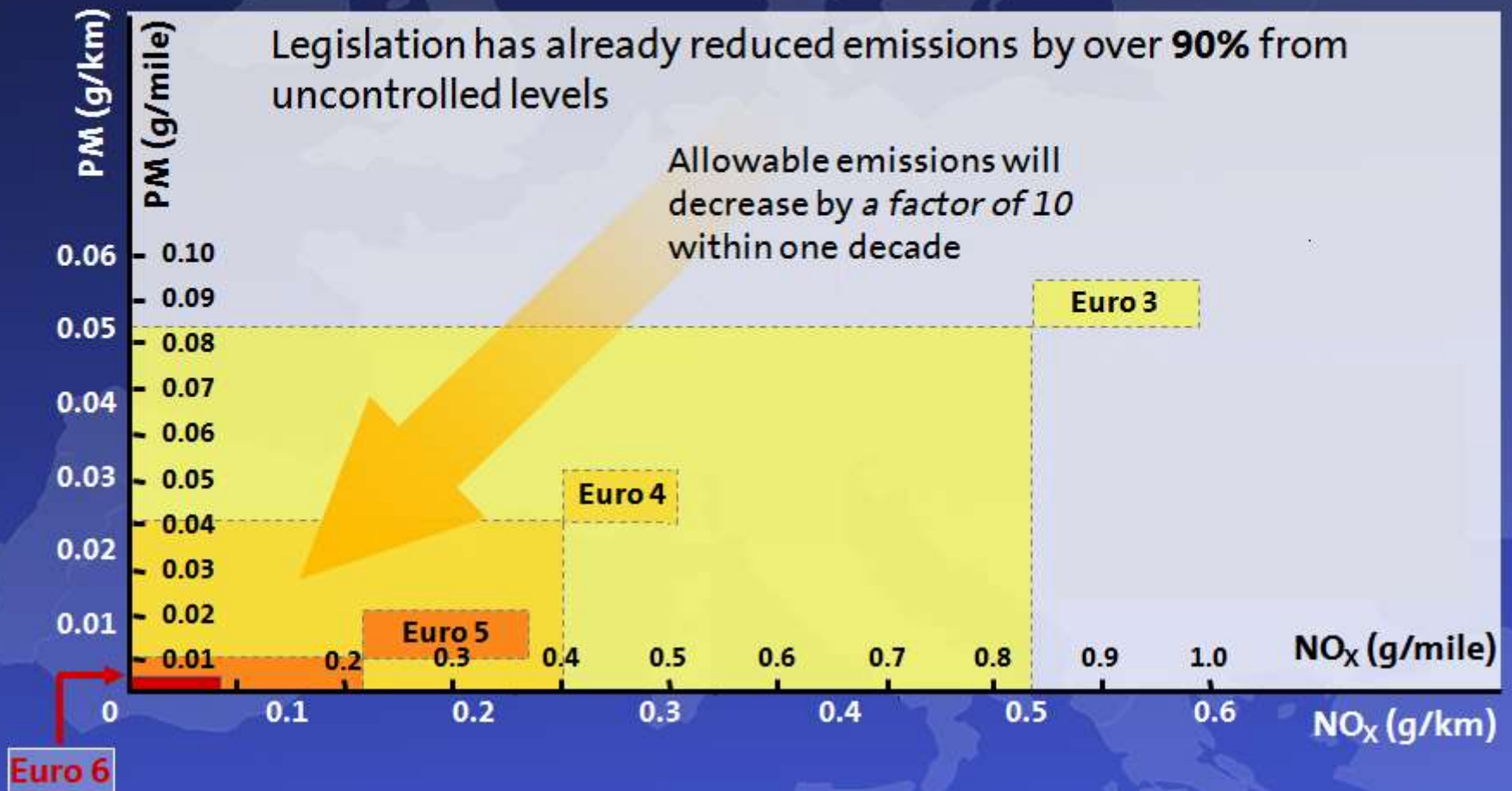
## Toyota Hibrido a gas natural



# Llegan los carros eléctricos ...



# Las normas de emisiones se vuelvan mas estrictas (Ejemplo Europa)



*EL AIRE LIMPIO ES INDISPENSABLE PARA QUE  
CREZCA SANO Y FEILZ*

