



INDUSTRIALES
ETSII | UPM



JORNADA TÉCNICA LIFE BIOSEVILLE.

23 de mayo de 2018. CIEMAT

Ventajas y desventajas del uso de biodiesel en motores. Emisiones e impacto ambiental.

Jesús Casanova Kindelán
Catedrático de Motores Térmicos
E.T.S.I.I. U.P.M.

POLITÉCNICA

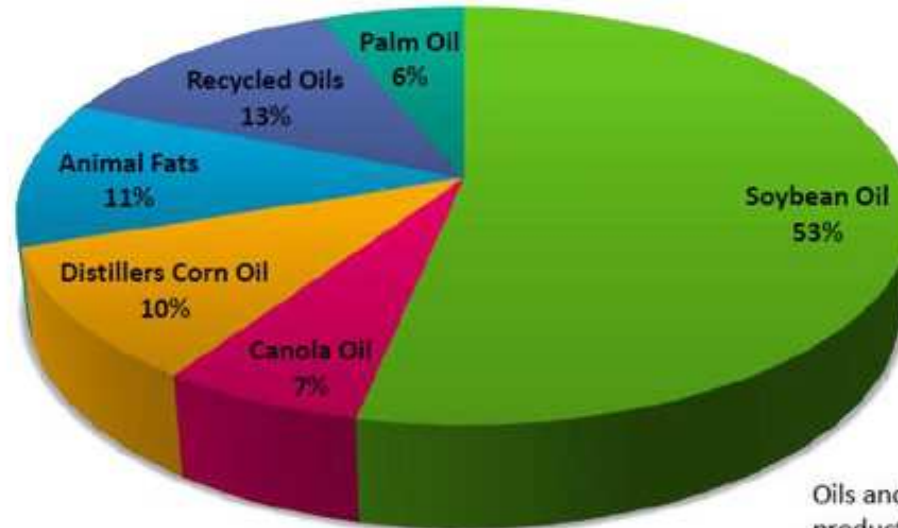


Introducción y conceptos

- **Biodiésel:** *Combustible líquido para motores diésel de origen biológico obtenido por transesterificación de aceites vegetales o animales.*
- Otros nombres: **EMAG:** (Ester Metílico de Ácidos Grasos), **FAME** (Fatty Acid Methylene ester).
- Origen del aceite:
 - Plantaciones: colza, girasol, soja, palma, jatrofa, algas, etc.
 - Residuales:
 - Aceites de frituras en cocinas domésticas e industriales
 - Grasas animales
- Usable en motores diésel sin modificaciones sustanciales si cumple ciertas especificaciones
 - La mayor parte de los fabricantes de motores y componentes limitan su uso a mezclas con gasóleo
 - En Europa se permite hasta un 7 % (vol) en combustibles comerciales sin avisar al usuario



Origen de la materia prima para biodiésel en el mundo



Biodiesel.org

Oils and fats for biodiesel production are minor by-products of producing food for human and animal consumption

- En 2016 en Alemania el consumo de biodiésel de aceites reciclados (868.000 t) superó al de colza



INDUSTRIALES

ETSII | UPM

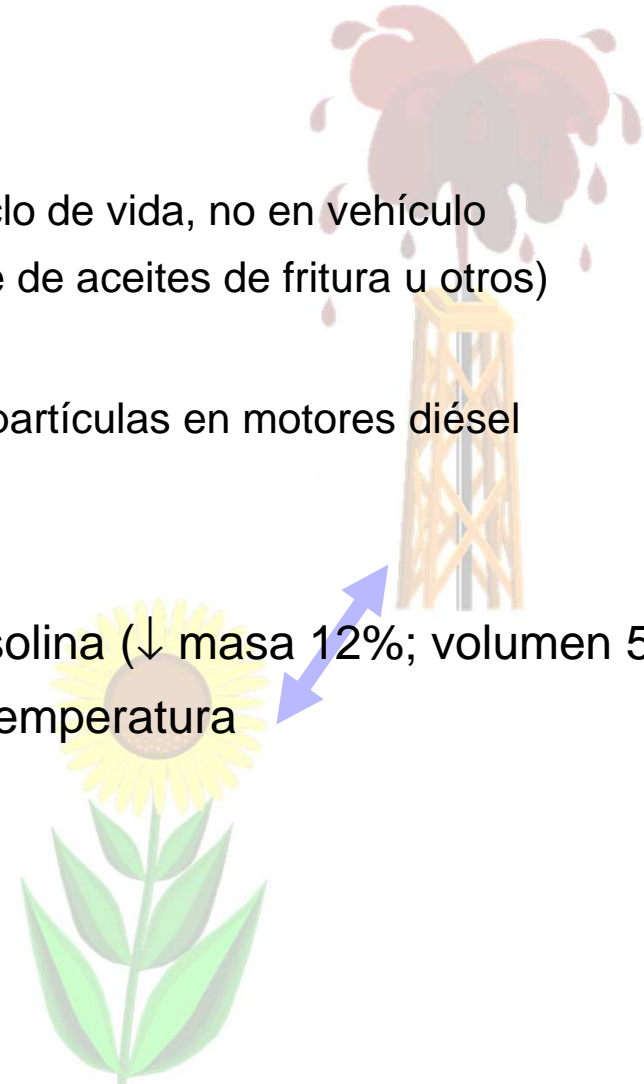
Ventajas y desventajas del uso del biodiésel frente al gasóleo en el transporte

- **Ventajas**

- Medioambientales planetarios:
 - Reducción emisiones de GEI (CO₂) en ciclo de vida, no en vehículo
 - Aprovechamiento de residuos (si proviene de aceites de fritura u otros)
- Salud pública
 - Potencialidad de reducción de CO, HC y partículas en motores diésel
- Biodegradable

- **Desventajas**

- Menor poder calorífico que gasóleo y gasolina (↓ masa 12%; volumen 5%)
- Potencialidad de descomponerse a alta temperatura
 - Formación de gomas y depósitos
- Mayor punto de congelación (POFF)
- Salud pública
 - Aumento de formación de NO_x



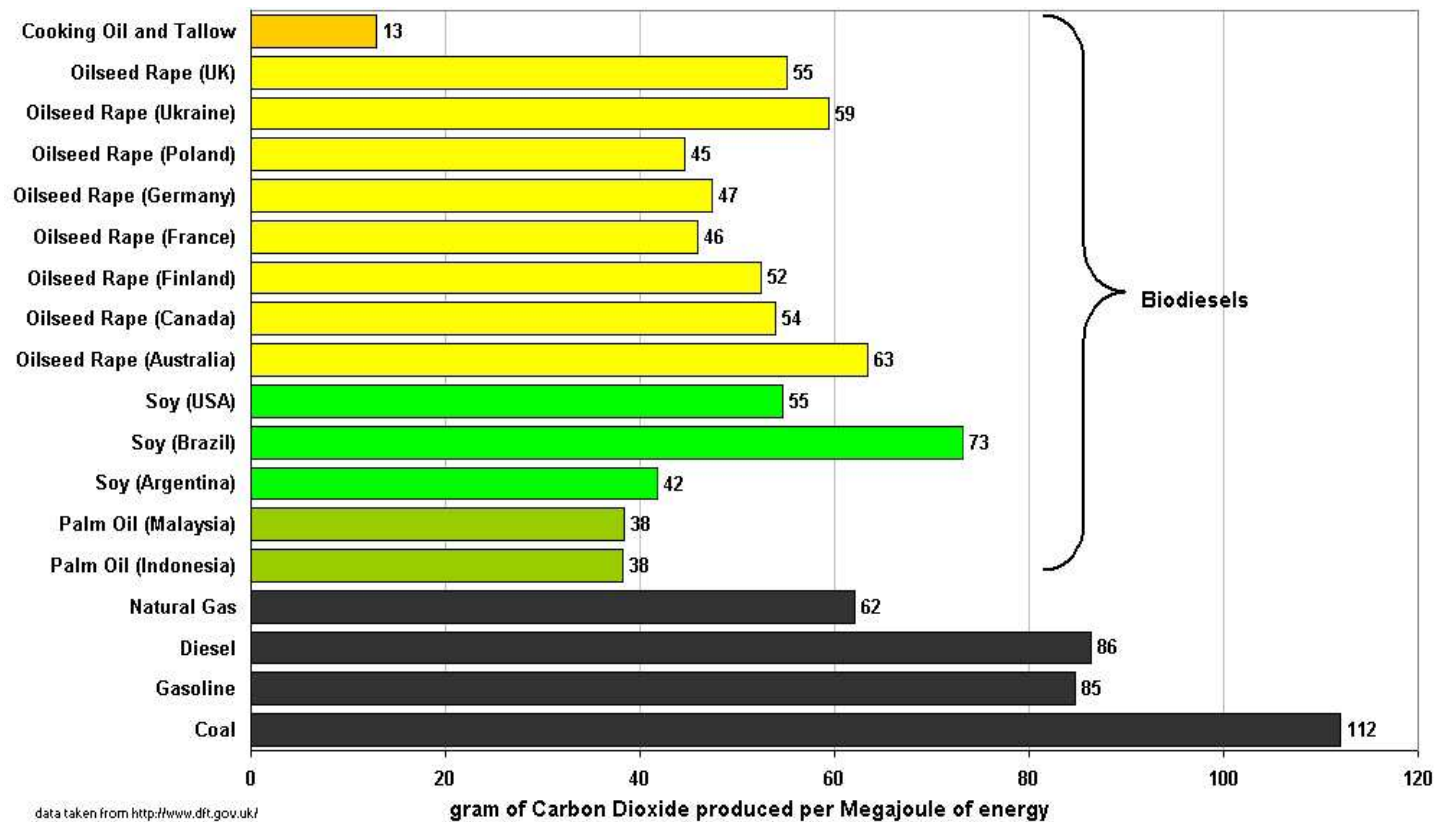


Emisiones de CO₂ en ciclo de vida

INDUSTRIALES

ETSII | UPM

- Por su origen el aceite de fritura tiene la menor emisión de CO₂
- Otros aceites tienen valores variable pero inferiores a gasóleo





Por qué usar el aceite transesterificado en vez de crudo

- Las propiedades del aceite crudo no son adecuadas para combustión, durabilidad y ensuciamiento en motores diésel convencionales

Característica	Unidad	GASÓLEO	ACEITE VEGETAL	BIODIÉSEL
Densidad a 20°C	kg/m ³	830 – 840	910 – 930	870 – 890
Viscosidad a 40°C	cSt	3.0 – 4,0	25 – 35	3,5 – 4,5
Nº de Cetano		48 – 54	30 – 40	49 – 51
Tensión superficial a 40°C	N/m	0,016	--	0,018
Pº de Inflamación	°C	65	--	120 – 170
Residuo Carbonoso	%	0,1	--	0,25 – 0,42
P.C.I. (peso)	MJ/kg	42,5 – 43	35 – 38	36 – 39
P.C.I. (volumen)	MJ/dm ³	36	32 – 35	32 – 34
Azufre en peso	%	0,05	0	0
Destilación 10%	°C	210	250 – 500	335 – 360
50%	°C	260	--	337 – 370
90%	°C	300	--	342 – 375



Funciones del motor que pueden verse afectadas por el uso de biodiésel

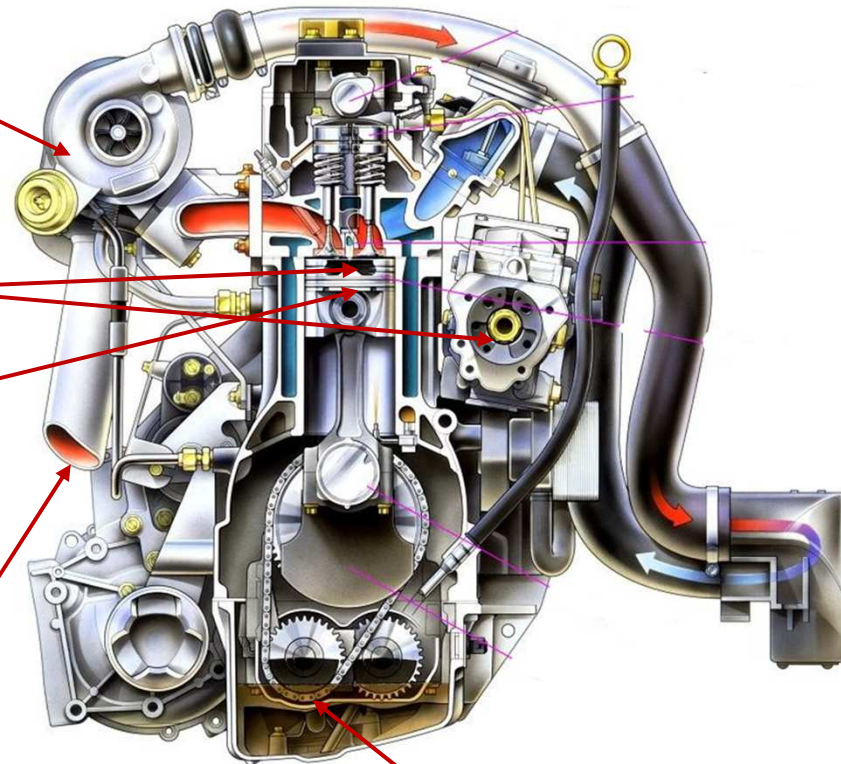
Turbo: temperatura de escape y componentes del gas

Sistema de inyección: lubricidad, desgaste, pulverización, coquización inyectores,

Combustión: contenido en oxígeno, número de cetano, tasa de calor liberado, temperatura de combustión, tasa de formación de CO, HC, NO_x y PM

Catalizadores: modificación en rendimiento de catalizador de oxidación, DPF y SCR

Lubricación: dilución en el aceite, cambio en TBN,





Estándares del biodiésel para motores

- Fabricantes de motores y componentes exigen propiedades estandarizadas:
 - Diseño y durabilidad de los componentes
 - Cumplimiento de límites de emisiones y consumo
- Europa
 - **EN 14214** especificaciones para FAME puro o en mezclas
 - EN 590 acepta biodiésel en gasóleo B7 (7 % biodiesel en gasóleo)
 - EN 16709: 2015 para B20 y B30 solo en flotas cautivas
 - EN 16734:2017 para mezclas hasta B10 en cualquier vehículo
- EE. UU.
 - ASTM D975 de gasóleo automoción se modificó en 2008 para permitir hasta 5 % biodiésel
 - ASTM D7467 especificaciones de mezclas B6 a B20



EN 590: para gasóleos de automoción

INDUSTRIALES

ETSII | UPM

Características	Unidad de medida	Límites (1)		Métodos de ensayo		
		Mínimos	Máximos	En EN 590 (2)	Normas ASTM (5)	Normas UNE (5)
Número de cetano		51,0	-	EN ISO 5165/ EN 15195 (6)	D 613	UNE-EN ISO 5165 / UNE-EN 15195
Índice de cetano		46,0	-	EN ISO 4264	D 4737	UNE-EN ISO 4264
Densidad a 15°C	kg/m ³	820	845	EN ISO 3675 EN ISO 12185	D 4052	UNE-EN ISO 3675 UNE-EN ISO 12185
Hydrocarburos policíclicos aromáticos (3)	%m/m	-	8	EN 12916		UNE-EN 12916
Contenido en azufre (4)	mg/kg	-	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884		UNE-EN ISO 20846 UNE-EN ISO 20884
Destilación:	°C			EN ISO 3405	D 86	UNE-EN ISO 3405
· 65% recogido		250				
· 85% recogido			350			
· 95% recogido			360			
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /s	2,00	4,50	EN ISO 3104	D 445	UNE-EN ISO 3104
Punto de inflamación	°C	superior a 55		EN ISO 2719	D 93	UNE-EN ISO 2719
Punto de obstrucción filtro frío:	°C			EN 116		UNE-EN 116
Contenido en FAME (8)			%v/v			7
Lubricidad, diámetro huella corregido (wsd 1.4) a 60 °C	µm	-	460	EN ISO 12156-1		UNE-EN ISO 12156-1
Contenido en agua	mg/kg	-	200	EN ISO 12937		UNE-EN ISO 12937
Contaminación total (partículas sólidas)	mg/kg	-	24	EN 12662		UNE-EN 12662
Contenido de cenizas	%m/m	-	0,01	EN ISO 6245	D 482	UNE-EN ISO 6245
Corrosión lámina de cobre (3 h. a 50 °C)	escala	-	clase 1	EN ISO 2160	D 130	UNE-EN ISO 2160
Estabilidad a la oxidación	g/m ³	-	25	EN ISO 12205	D 2274	UNE-EN ISO 12205
Color	horas	20 (7)	2	EN 15751	D 1500	UNE-EN 15751
Contenido en FAME (8)	%v/v		7			UNE-EN 14078
Transparencia y brillo		Cumple			D 4176	
Aditivos y agentes trazadores	Regulados por la Orden PRE/1724/2002, de 5 de julio, por la que se aprueban los trazadores y marcadores que deben incorporarse a determinados hidrocarburos para la aplicación de los tipos reducidos establecidos en la Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales, modificada por la Orden PRE/3493/2004, de 22 de octubre.					



EN 14214: FAME para automoción

- Establece los estándares que debe cumplir el biodiésel tanto para su uso puro como en mezclas

Especificación	Unidad	Cantidad
Contenido en EMAG	% m/m	> 96,5
Densidad (15 °)	kg/dm ³	0,86 – 0,90
Viscosidad (40 °)	mm ² /s	3,5 – 5,0
Residuo carbonos	5 m/m	< 0,30
Contenido en agua	mg/kg	< 500
Estabilidad a la oxidación	horas	> 6
Indice de yodo	gl/100g	< 120
Metilester linoleico	% m/m	< 12
Poliinsaturados	% m/m	< 1
Monoglicéridos	% m/m	< 0,8
Diglicéridos	% m/m	< 0,2
Triglicéridos	% m/m	< 0,2
Glicerina	mg/kg	0,25
Metales	mg/kg	< 10
POFF	°C	Según época y país

Inyección

Combustión

Almacenaje

Formación de depósitos

Desgaste y postratamiento

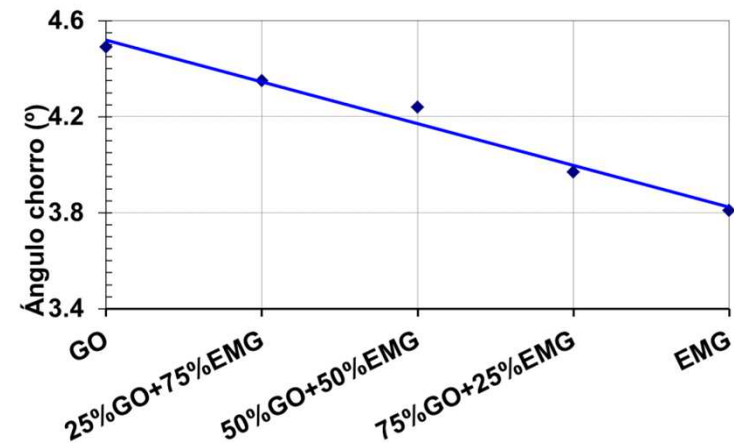
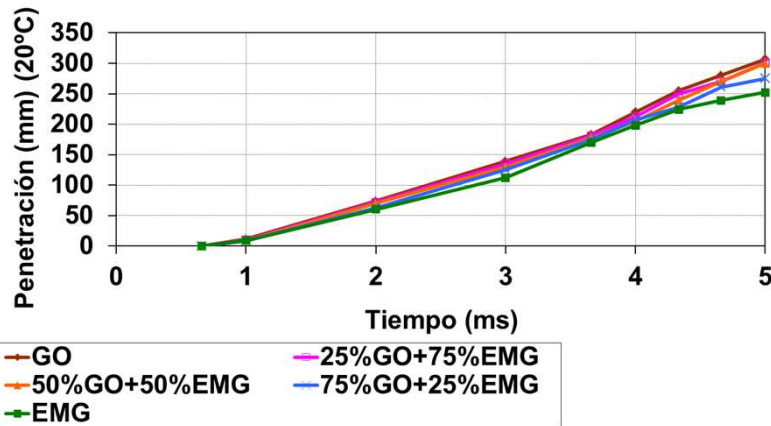
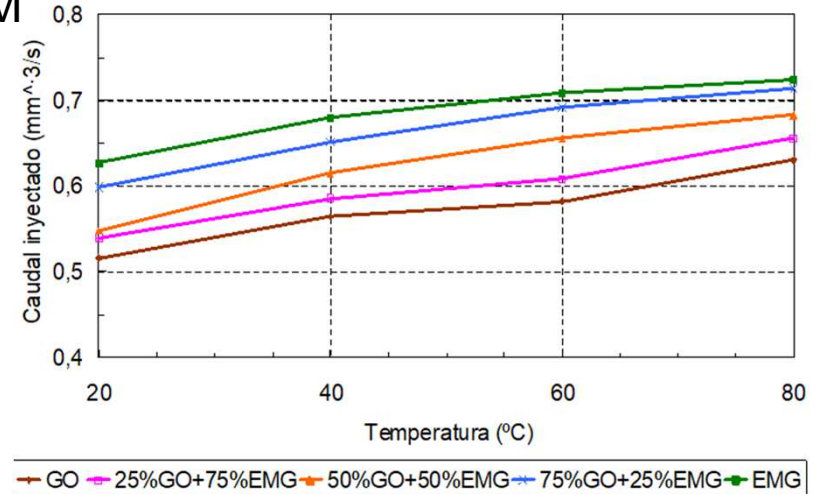
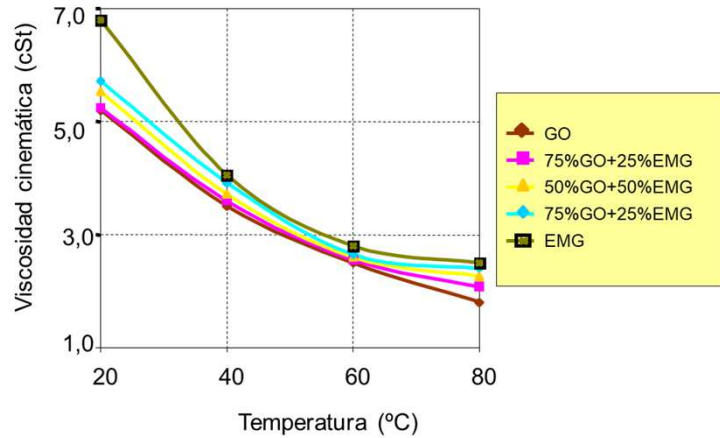
Circulación por el filtro



Comportamiento del sistema de inyección

INDUSTRIALES
ETSII | UPM

- Ensayos realizados en ETSII - UPM



POLITÉCNICA

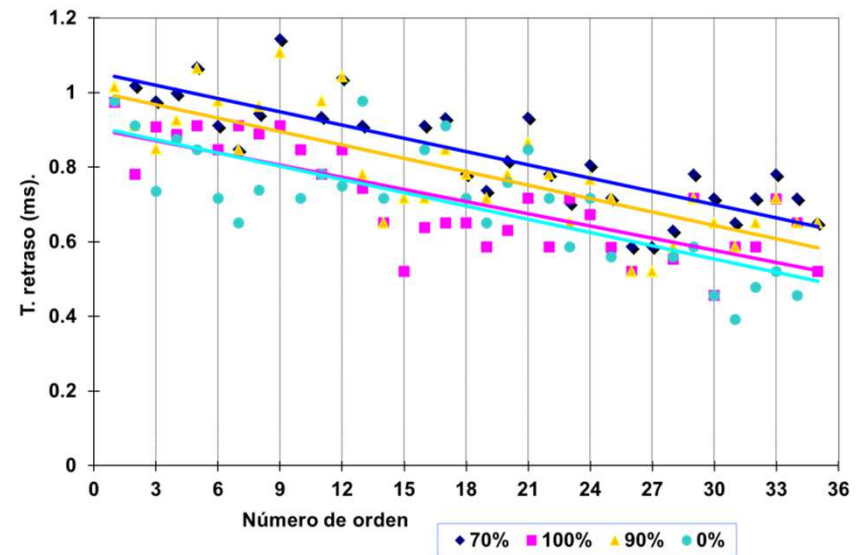
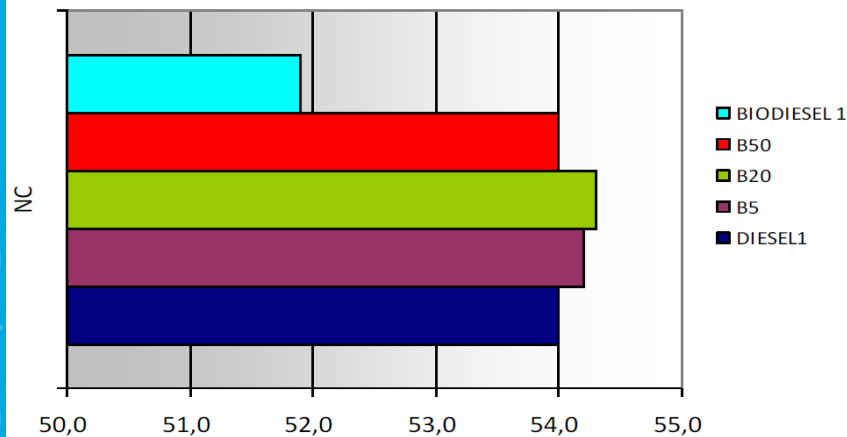


Comportamiento del biodiésel en motor

INDUSTRIALES
ETSII | UPM

- El contenido de biodiésel en gasóleo afecta al desarrollo de la combustión
 - Modifica en número de cetano \Rightarrow modifica desarrollo de la combustión
 - Aumenta el consumo por su mayor densidad y su menor poder calorífico

Número de Cetano

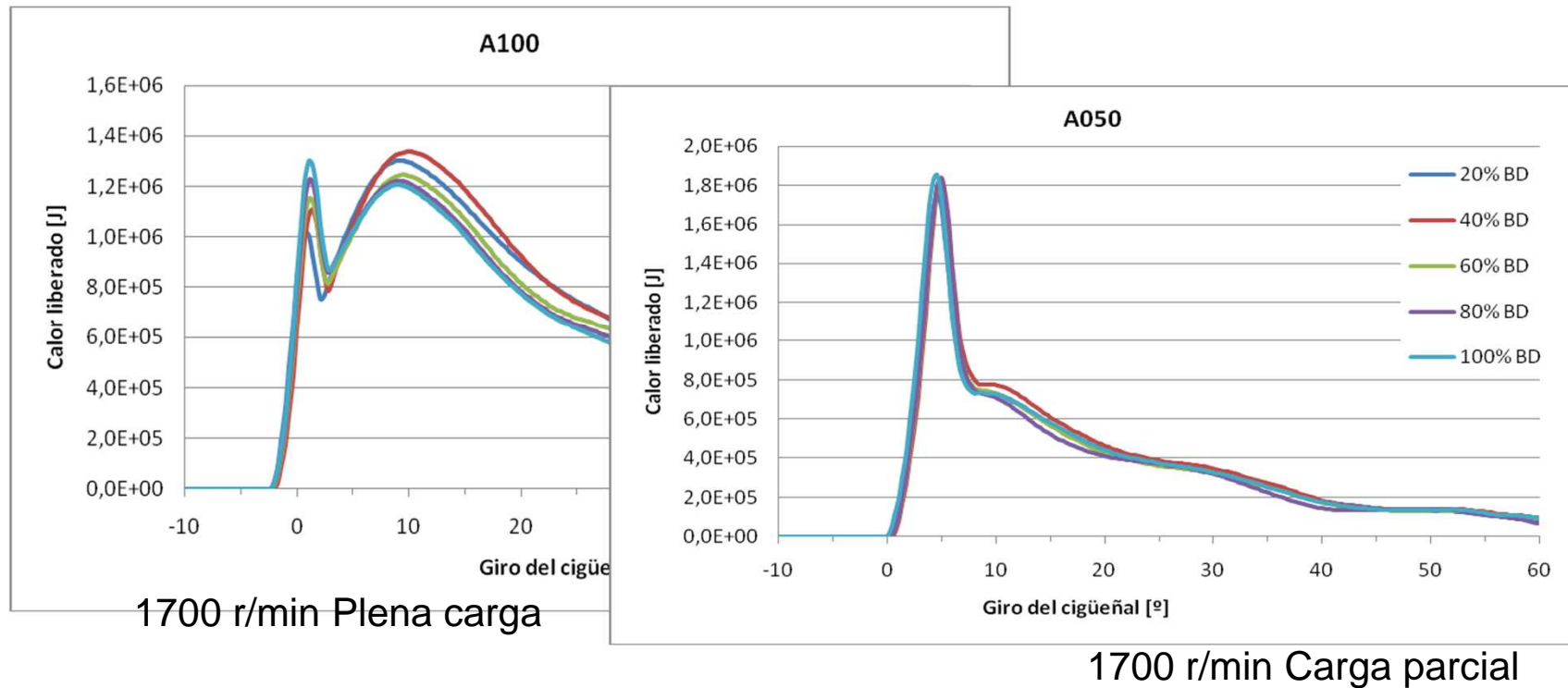




Comportamiento del biodiésel en motor

INDUSTRIALES
ETSII | UPM

- El contenido de biodiésel en gasóleo afecta al desarrollo de la combustión
 - Modifica en número de cetano \Rightarrow modifica desarrollo de la combustión
 - Aumenta el consumo por su mayor densidad y su menor poder calorífico

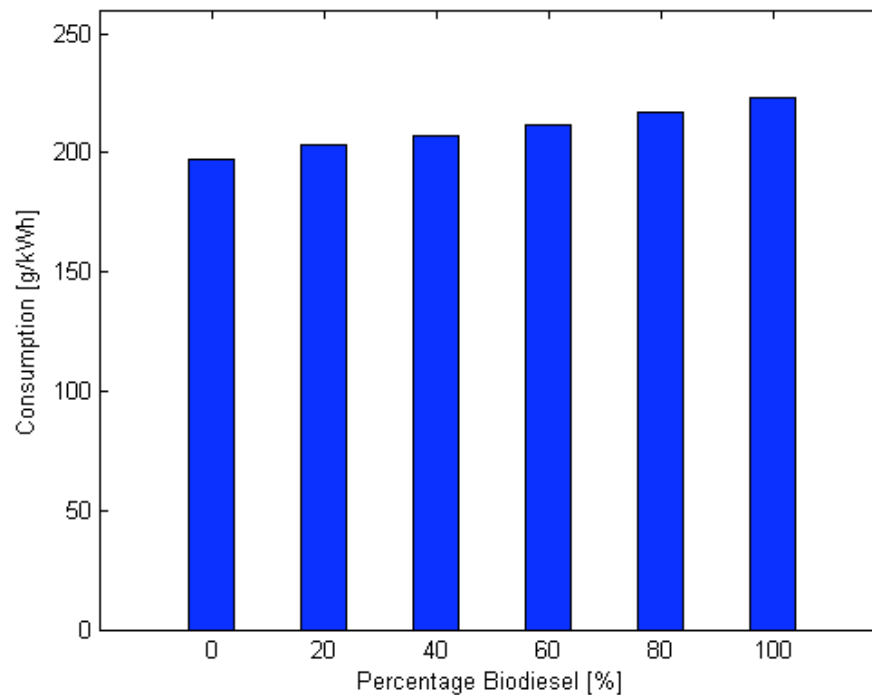


Motor: IVECO 7500 cm³



Comportamiento del biodiésel en motor

- El contenido de biodiésel en gasóleo afecta al desarrollo de la combustión
 - Modifica en número de cetano \Rightarrow modifica desarrollo de la combustión
 - Aumenta el consumo por su mayor densidad y su menor poder calorífico



Mediciones en banco de pruebas con Motor IVECO

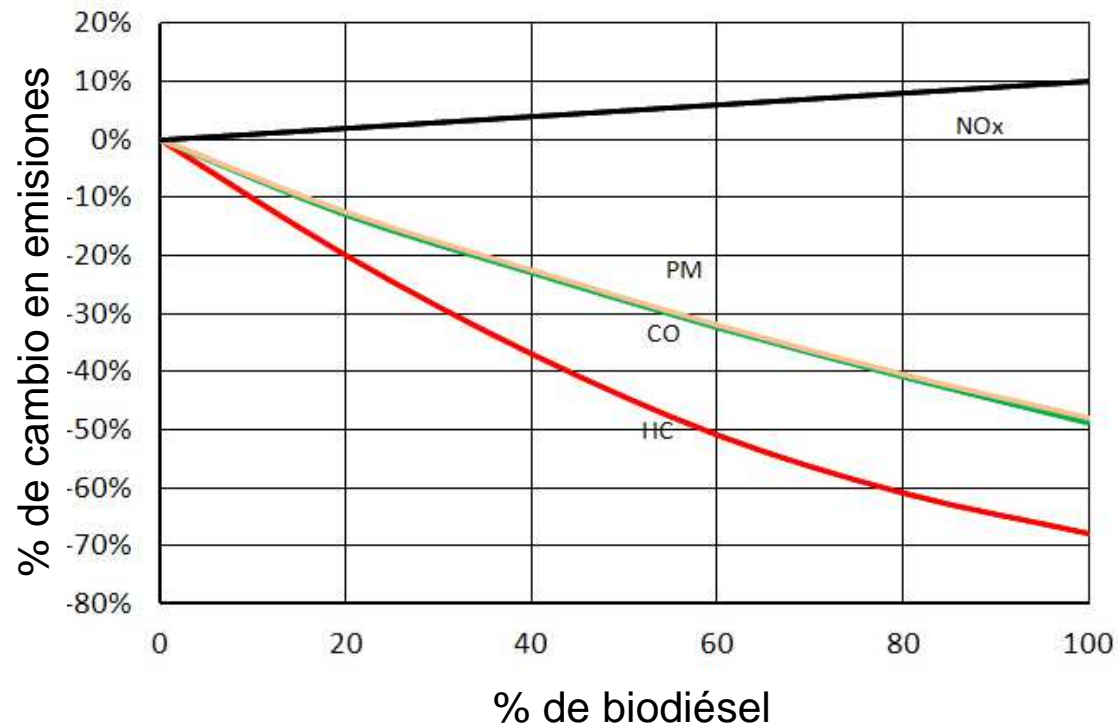
Misma potencia



Emisiones de salud pública y transfronterizas

- Impacto del % de biodiésel en las emisiones reguladas

Tendencia en motores de vehículos pesados en uso en carretera



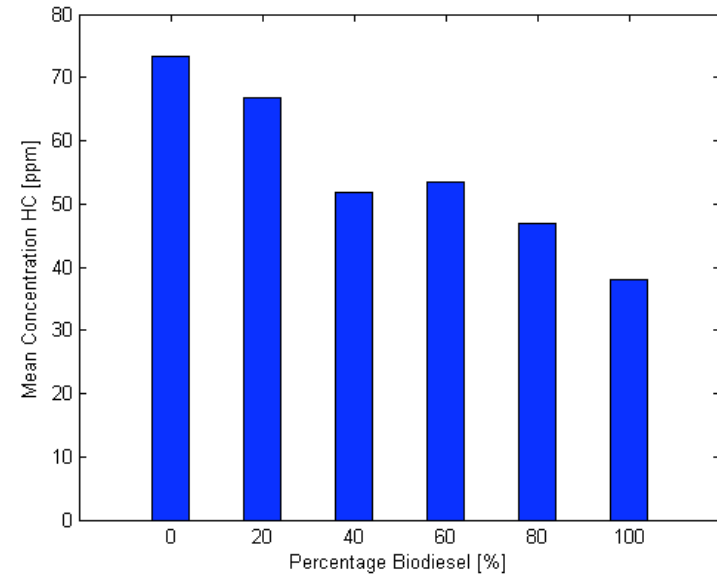
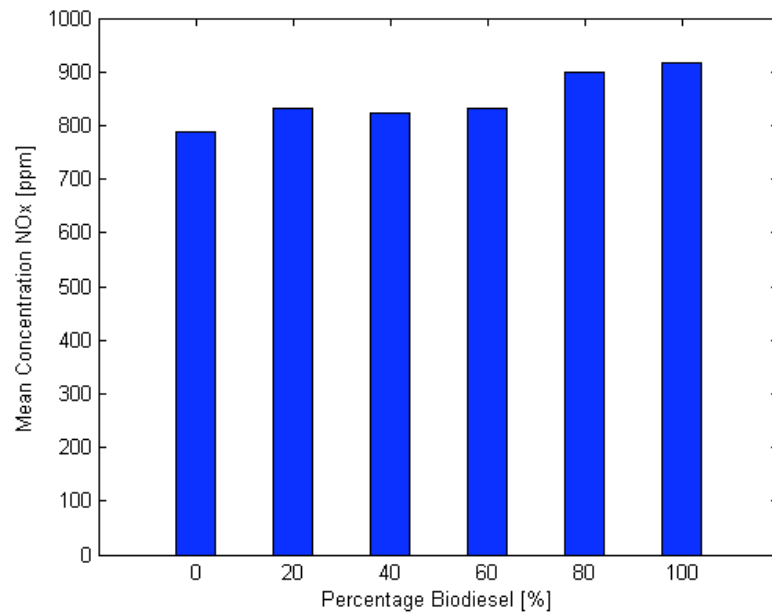


Emisiones de salud pública y transfronterizas

INDUSTRIALES

ETSII | UPM

- Ensayos en banco de pruebas: motor IVECO de vehículo pesado

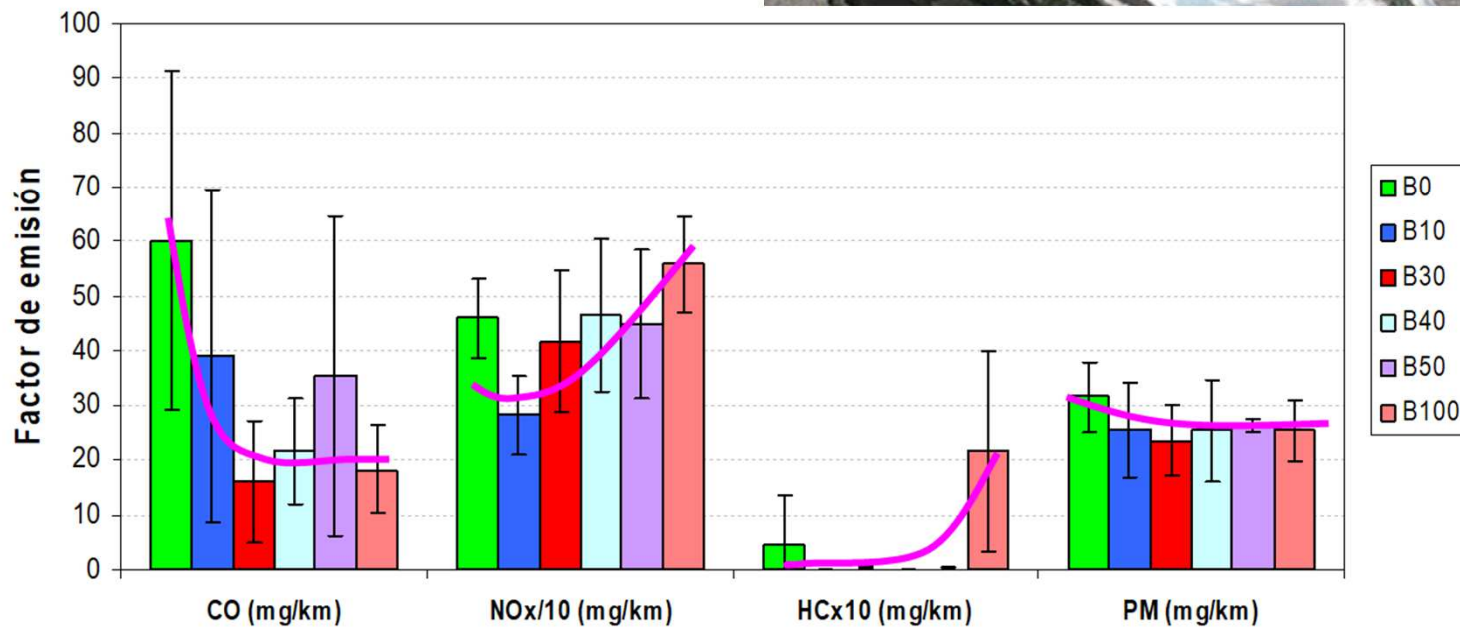




Emisiones de salud pública y transfronterizas

- Efecto del % de biodiésel en factores de emisión en tráfico real en Madrid:

- Vehículo: SEAT León





Conclusiones

- El biodiesel es un combustible ya asentado que puede ser usado en motores diésel si cumple ciertas especificaciones
- Normalmente se limita el % admisible por durabilidad
- Su proceso de combustión no es muy diferente al del gasóleo
- En mezclas con gasóleo los efectos en emisiones y consumo existen, pero son poco significativos



INDUSTRIALES
ETSII | UPM



JORNADA TÉCNICA LIFE BIOSEVILLE.

23 de mayo de 2018. CIEMAT

Ventajas y desventajas del uso de biodiesel en motores. Emisiones e impacto ambiental.

Jesús Casanova Kindelán
Catedrático de Motores Térmicos
E.T.S.I.I. U.P.M.

POLITÉCNICA