

*Desarrollo de motores de  
combustión interna capaces de  
operar con biocombustibles*



- 1** INTRODUCCION.
- 2** ANTECEDENTES
- 3** OBJETIVOS DE LOS NUEVOS DESARROLLOS
- 4** NUEVOS DESARROLLOS



## INTERNACIONAL SUBSIDIARIES:

- MOROCCO
- USA
- CUBA (GECAR)
- VENEZUELA
- ARGENTINA
- ITALY
- MEXICO
- BRASIL

# 1 GUASCOR POWER: Presencia mundial



GUASCOR continua su política de apertura de nuevas oficinas internacionales .  
Presencia mundial con su red de distribuidores

# 1 GUASCOR POWER: Planta de producción



## Centro de producción en Zumaia (Spain)

- ◆ 5.000 m<sup>2</sup> de planta
- ◆ Modernas líneas de montaje
- ◆ 5 Bancos de ensayo de producción
- ◆ Laboratorios de certificación calidad
- ◆ Herramientas de diseño
- ◆ Centro de Generación

## 2 GUASCOR POWER I+D

- ♦ El centro de I+D de Guascor Power fue fundado en 1996 y está dedicado a la investigación y desarrollo de motores diesel, gas y dual fuel.
- ♦ Ocupa una parcela de 12.000 m<sup>2</sup> situada en el Parque Tecnológico de Miñano, en Álava. Consta de un edificio de oficinas, centro de cálculo y diseño, así como de una nave de montaje y pruebas.
- ♦ Se trata de uno de los centros de desarrollo de motores diesel y gas más avanzados a nivel mundial.
- ♦ Proveedor de servicios de ensayo e ingeniería a terceros.



# 1 GUASCOR POWER

- ♦ El Grupo GUASCOR es una empresa comprometida en profundizar en el estudio y desarrollo de tecnologías de distinto ámbito buscando un objetivo final común como es el desimpacto ambiental de procesos tradicionalmente no comprometidos con estos objetivos, como pudiera ser la Generación de Electricidad.
- ♦ Guascor aboga por el estudio de tecnologías que permitan un desarrollo sostenible buscando un entorno medioambiental saludable.
- ♦ Este hecho queda reflejado en el aumento de los esfuerzos humanos y económicos destinados al entorno de la energías renovables a través de sus respectivos departamentos y programas de I+D.
- ♦ Es destacable la elevada participación en programas nacionales (PSE, CENIT, PROFIT,...) y de ámbito autonómico, dentro del entorno de la investigación y el desarrollo de tecnologías propiamente españolas.



Podemos diferenciar tres grandes ámbitos en el aprovechamiento de combustibles obtenidos a partir de cultivos energéticos en función del combustible final obtenido:

### **Combustibles líquidos empleados como aditivos en combustibles cuyo origen no son los cultivos energéticos.**

El ETBE (gasolinas) o el biodiesel (gasóleos) son los ejemplos más característicos. Actualmente prácticamente todas las tecnologías de motor que permiten operar con este tipo de combustibles (porcentajes inferiores al 20% de biocombustible añadido a combustibles convencionales) se encuentran completamente desarrollados en automoción y vehículos pesados.

En aplicaciones de generación de electricidad no se ha perseguido este objetivo. Existen muchísimas experiencias previas, pero no existen motores en el mercado liberados con plenas garantías para estas aplicaciones. Guascor se encontraba en esa tesitura. Se habían realizado estudios previos, incluso ensayos sobre motor con biodiesel, pero no se disponía de ningún motor liberado comercialmente para operar con combustible diesel aditivado con biodiesel y/o bioetanol.

### **Combustibles líquidos empleados como combustible principal: bioetanol y biodiesel**

El caso del bioetanol prácticamente se restringe a Brasil y a motores pequeños. No hay constancia de motores de cogeneración que se hayan liberado comercialmente para operar con este combustible, por no resultar hasta la fecha económicamente competitivos.

En el caso del biodiesel, si bien actualmente son muchos los países en el mundo que permiten por legislación añadirlo en un porcentaje variable, en algunos de ellos se está estudiando comercializar el biodiesel como combustible principal y no sólo adicionado al diesel. En este caso, existen multitud de experiencias previas con esperanzadores resultados, pero tampoco se encuentra en el ámbito industrial de cogeneración, un fabricante mundial que libere sus motores con plenas garantías para estas aplicaciones. Guascor disponía de experiencias previas en ensayos de prestaciones limitados, pero carecía de la experiencia en pruebas de larga duración para poder identificar componentes susceptibles de ser optimizados, y definir las pautas de mantenimiento correctas para poder liberar el producto.

### Combustibles gaseosos.

Si bien en función de la materia prima y del proceso llevado a cabo para su gasificación, la composición de los gases obtenidos para su posterior combustión puede variar significativamente, hay algunas características del gas que pueden considerarse en todos los casos similares: son gases de muy bajo Poder Calorífico Inferior, con gran riesgo de contener contaminantes (básicamente alquitranes), variables y a diferentes concentraciones.

El empleo de este tipo de gases actualmente está muy limitado. Podríamos atrevernos a decir que únicamente se emplean en motores de combustión en aplicaciones de generación eléctrica por dos fabricantes de motores en el mundo; Guascor es una de ellas. La experiencia de Guascor en este campo es bastante amplia, disponiendo de una gama de motores denominada especialmente desarrollada para operar con gases que presentan las características ya descritas.

Gracias a la experiencia de Guascor en este tipo de aplicaciones, se ha identificado una posible solución para poder operar de forma más flexible (con mayor variabilidad del gas en composición principal y contaminantes), más fiable (con mayor índice de disponibilidad en la generación eléctrica) y, posiblemente, con menores gastos de mantenimiento del motor. Se trata de emplear motores Dual Fuel. Es decir, motores cuyo combustible principal es el gas de gasificación de biomasa (hasta un 80% del PCI del combustible empleado), pero que emplean combustible líquido para la ignición del gas - se trata de motores de encendido por compresión en lugar de emplear el ciclo Otto.

### 3 OBJETIVOS DE LOS NUEVOS DESARROLLOS

El objetivo principal de los nuevos desarrollos se centra en liberar nuevas gamas de motores de combustión interna capaces de operar con diferentes biocombustibles procedentes de cultivos energéticos.

- **Motores de 4T de encendido por compresión capaces de operar con biodiesel 100%.**
- **Motores 4T de encendido por compresión capaces de operar con mezclas diesel/bioetanol y biodiesel/bioetanol hasta un 15% de éste último.**
- **Motores de 4T de encendido por chispa para el aprovechamiento del gas de gasificación**
- **Motores de 4T dual fuel de encendido por compresión y alimentado a gas, capaces de operar con un 75- 80% de gas como combustible principal y un 25-30% de combustible líquido para su encendido.**
- **Motores de 4T de encendido por chispa, que sea capaz de funcionar con etanol 100%.**

## 3 OBJETIVOS DE LOS NUEVOS DESARROLLOS

Resulta evidente que se abre un nuevo marco de actuación para la generación de electricidad distribuida con nuevos biocombustibles.

### Motores con gas de biomasa:

Guascor empresa especializada en el desarrollo y fabricación de motores de gases especiales, dispone ya en el mercado de una gama de motores gas capaz de operar con este tipo de combustibles procedentes de la biomasa. Es decir, motores puros de gas.

Los nuevos desarrollos van a permitirnos por un lado optimizar y robustecer la actual gama de motor de gas SFGLD de encendido por compresión para el aprovechamiento del gas de gasificación conectado con un generador eléctrico, y por otro reforzar nuestra excelente posición en el aprovechamiento de gases de gasificación de la biomasa mediante el empleo de motores Dual Fuel.

Así se podrán ofrecer motores a otras tecnologías de gasificación que quieran contar con un motor consolidado y de prestaciones a la vanguardia tecnológica.

### 3 OBJETIVOS DE LOS NUEVOS DESARROLLOS

La base principal a la que se orientan los objetivos de explotación de los resultados obtenidos, consiste en la comercialización de motores operando con gas de biomasa, entre 500 y 2.000 kWe de potencia nominal, que consumen, aproximadamente, 1 kilo de biomasa por cada kWh eléctrico neto que introduce a la red. Es decir, plantas de cogeneración con consumos de biomasa seca (10% b.h.) anuales de entre 4.000 y 15.000 toneladas.

Se trata de una cantidad que es relativamente fácil obtener en ciertas comarcas. Existe, además una producción de calor algo superior a la eléctrica, del orden de 1,5 kW térmicos por cada kW eléctrico exportado, que puede utilizarse para plantas de secado, calefacción, etc. La transformación se produce sin impacto ambiental significativo puesto que se hace por gasificación y posterior uso de este gas en un motor de cogeneración de forma que las emisiones son muy bajas y además el CO<sub>2</sub> producido se considera de impacto nulo al efecto invernadero por cerrar el ciclo natural del mismo al haber sido fijado en la biomasa por las plantas.



### Motores con biocombustible líquidos: bioetanol y biodiesel

En el marco de los biocombustible líquidos, al igual que el resto de fabricantes mundiales de motores de generación, Guascor nunca había dirigido sus esfuerzos a liberar motores capaces de operar con biocombustibles líquidos como el biodiesel y el bioetanol para generación eléctrica.

La liberación de nuevas gamas de motores de combustión interna capaces de operar con diferentes biocombustibles procedentes de cultivos energéticos como son motores biodiesel 100% puro, mezclas diesel/bioetanol y biodiesel/bioetanol (máx. 15%), sitúa a GUASCOR en una posición envidiable con respecto al resto de fabricantes de motor.

Actualmente Guascor opera con la filial denominada Guascor do Brasil con más de 200 motores diesel a lo largo del río Amazonas y sus efluentes.

Desde ya hace un tiempo en este país se viene recompensando la reducción del consumo de combustible diesel, pero el esfuerzo por reducir su dependencia con el petróleo no queda ahí. En un futuro muy cercano, 1-2 años, se va a pasar de recompensar el menor consumo a penalizar el consumo de diesel.

Teniendo en cuenta que Brasil tiene un déficit de petróleo y un claro excedente de etanol, los esfuerzos de ese gobierno están orientados a potenciar el uso de este combustible alternativo para sustituir al diesel.

A la vista de esta situación particular de Brasil y también conociendo que, aunque a menor escala, existen otros posibles mercados interesados en motores de etanol, se plantean estos nuevos desarrollos.

### MOTORES 4T DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN OPERANDO CON BIODIESEL

Guascor considera que el uso creciente de biodiesel como fuente de combustible y de mezclas de porcentaje más alto hace que la aprobación de esta fuente de combustible sea una ventaja estratégica de mercado para los fabricantes de equipo original (OEM) y los usuarios finales.

La adición de estos motores a la línea de productos con uso aprobado de biodiesel obedece a las pruebas exitosas de combustibles mezclados desde porcentaje más bajo llegando hasta valores del 100 %. El principal inconveniente, el precio del biodiesel y los costes de mantenimiento.

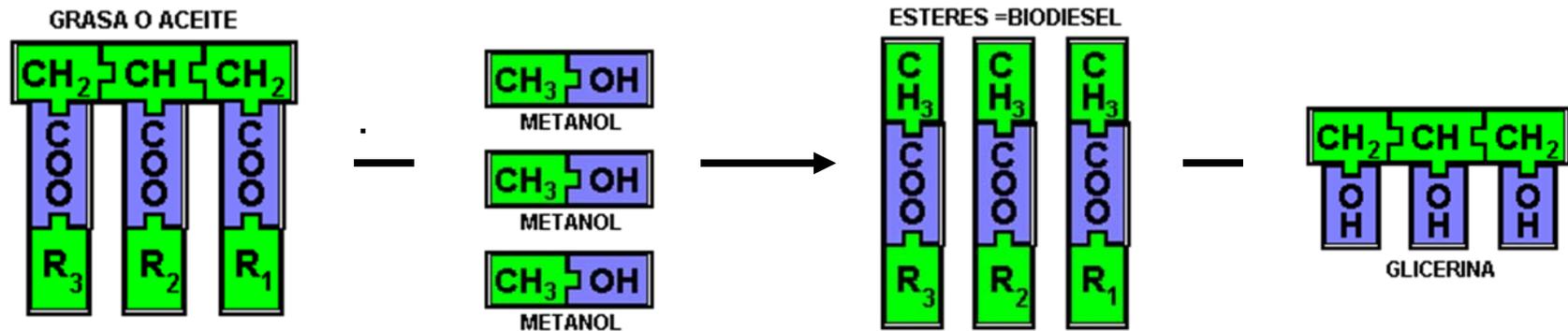
El biodiesel usado tanto en las mezclas como puro debe cumplir con la versión más actual de las normas **ASTM D6751** o **EN14214**.

Para minimizar los riesgos asociados al empleo del biodiesel en nuestros motores, se consideró adecuado comenzar realizando el seguimiento de un motor empleando un 10% de biodiesel junto con el 90% restante de diesel, aumentando la cantidad de biodiesel empleado hasta lograr alcanzar el 100% de biodiesel. Estos ensayos con un aumento paulatino del % de biodiesel nos han permitido encontrar los problemas asociados al empleo del biocombustible en el motor sin causar fallos catastróficos, optimizando las pautas y costes de mantenimiento preventivo y permitiendo el desarrollo de las modificaciones en el motor que optimice el empleo económico del biodiesel.

**Con todo ello se ha liberado la gama de motores para generación eléctrica capaces de operar con biodiesel hasta el 100% con la misma eficiencia térmica que el diesel pero con un mayor consumo específico dependiendo del PCI del biodiesel y mejorando las emisiones a excepción de los NOx que aumentan.**

## BIODIESEL

El biodiesel es una mejora química de los aceites vegetales obtenido por reacciones de los mismos con alcoholes metílicos o etílicos. **TRANSESTERIFICACIÓN**



Básicamente consiste en romper las cadenas de triglicéridos produciendo una cadena lineal con cada ácido graso (cadenas C17-C19).

En función del aceite vegetal y el tipo de alcohol se obtendrán diferentes tipos de biodiesel. En Europa suelen ser ésteres metílicos. GLICERINA: problema.

Existen denominaciones para mezclas biodiesel/diesel: B5, B10, B20, B25, B50, B100 según el porcentaje de biodiesel real de la mezcla.

El biodiesel necesita tener unas especificaciones que enumere las propiedades y garantice la calidad de producto, estas son EN 14214 o ASTM 6751. Los requerimientos vigentes para estos combustibles se basan en la norma europea EN-590 transcrita a la legislación española en el Real Decreto R.D.61/2006.

## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL

### Actividades del desarrollo:

#### 1. Especificación de características mínimas que debe cumplir el biodiesel.

A partir de experiencias e informaciones publicadas se han establecido los requisitos que debe cumplir el biodiesel para su empleo satisfactorio en motor. Se han evaluado el impacto y problemas que puedan originar desviaciones a estas especificaciones. Algunas de ellas son:

NC            biodiesel > diesel  
 Lubricidad    biodiesel > diesel  
 PCI            biodiesel < diesel  
 Viscosidad    biodiesel > diesel

Propiedades en frío peores en biodiesel  
 Estabilidad oxidación peores en biodiesel  
 Capacidad disolvente mayor biodiesel  
 Mayor capacidad de corrosión

Se estudian las recomendaciones de instalación y posible mejora del producto obtenido para adecuar su empleo:

Juntas de vitón  
 Resistencias de calentamiento ( climas fríos)  
 Periodo de almacenamiento  
 Pinturas acrílicas  
 Tuberías de acero  
 Filtros a la salida de tanque  
 Aditivación del biodiesel (POFF)



## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL

CARACTERÍSTICA BIODIESEL	EFEECTO	MODOS DE FALLO
Ester metílico de ácido graso (FAME)	Provoca que las juntas de nitrilo se vuelvan más blandas, se hinchen, o se endurezcan y se rompan	Fugas de combustible
Metanol libre en el FAME	- Corroe Al y Zn - Disminuye el Punto de Inflamación	Corrosión del sistema de inyección (FIE)
Reactivos del proceso del FAME	K y Na forman compuestos sólidos	Bloqueo de las boquillas
Agua disuelta en el FAME	Reacción inversa de FAME a ácidos grasos	Colmatación de filtros
Agua libre en mezclas	- Corrosión - Presencia de bacterias - Aumento de la conductividad eléctrica del combustible	- Corrosión del FIE - Formación de fangos
Glicerina libre	- Corroe metales no férricos - Empapa los filtros de celulosa - Forma sedimentos en las partes móviles - Tiende a formar lacas.	- Obstruye los filtros - Coquizado del inyector
Mono y Di-glicéridos	Similar a la glicerina	
Ácidos Grasos libres	- Proporciona un electrolito y acelera la corrosión del Zn - Forma sales de ácidos orgánicos - Forma compuestos orgánicos	- Corrosión del FIE - Colmatación de filtros Sedimentos en partes
Aumentan los módulos de elasticidad	Aumenta la presión de la inyección	Reducción de la vida en servicio
Alta viscosidad a baja temperatura	- Genera un excesivo calor local en las bombas de distribución rotatorias - Aumento del estrés de los componentes	- Ataque a la bomba - Fallos prematuros - Pobre atomización del spray en la boquilla
Impurezas sólidas	Problemas potenciales de lubricidad	Vida de servicio reducida
<b>Productos de Envejecimiento</b>		
Ácidos corrosivos (fórmico y acético)	Corroen todas las partes metálicas	Corrosión del FIE
Ácidos orgánicos de peso molecular mayor	Similar a los ácidos grasos	
Productos de polimerización	Depósitos, especialmente en <u>mezclas de combustibles</u>	- Colmatación de filtros - Formación de lacas en zonas calientes

## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL

### 2. Estudio del efecto del biodiesel en el comportamiento del motor. Selección de componentes críticos.

Modificaciones en cuanto a la configuración del motor estándar diesel SF 240TA

- Nuevo casquillo de pie de biela , bomba de aceite, turbo. Ataque al Cu y Pb.
- Nuevo enfriador de aceite (diferente material). Ataque al Cu
- Nuevo filtro de combustible. Colocación de un prefiltro
- Nueva programación de la unidad de control electrónica de la bomba de inyección
- Juntas de vitón

Modificaciones en cuanto periodos de mantenimiento de algunos componentes del motor diesel

- bombas de inyección.
- inyectores
- filtros de combustible
- filtros centrífugos y de aceite
- culatas
- vida del aceite. Optimización del lubricante.

### 3. Balance y parámetros de operación del motor con biodiesel. Ensayos de prestaciones.

Gracias a la realización de una serie de ensayos de prestaciones en motor de mezclas B-diesel comparativos con diesel, se ha definido los parámetros del proceso de combustión óptimos para un motor de ignición forzada en funcionamiento con biodiesel: relación aire/combustible, relación de compresión y avance de encendido.

A partir de esos resultados se especifican los balances parámetros de operación de motor (rendimiento, curvas características, balance térmico, límites operativos...) y la configuración óptima del motor (sus componentes: pistones, turbos, sistema de inyección, circuitos de refrigeración...) así como la parametrización y ajustes del motor para operar de forma óptima con el combustible a ensayar.

El comportamiento del motor con un combustible determinado se ha caracterizado según se especifica en los puntos siguientes:

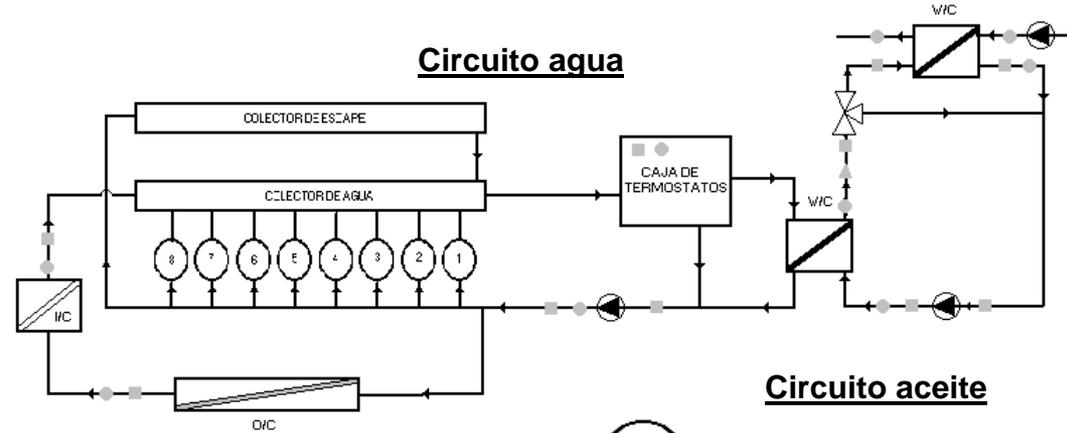
- Obtención de las curvas características: potencia, par y consumo específico. Estos ensayos se realizan ajustándose a lo expuesto en la norma ISO 3046- Ensayos de prestaciones para motores alternativos de combustión interna.
- Medida de las emisiones contaminantes en los gases de escape: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos sin quemar y partículas. Para la medición de esos contaminantes se va a seguir la norma ISO 8178- Medidas de emisiones de gases de escape procedentes de motores alternativos de combustión interna.

# 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL

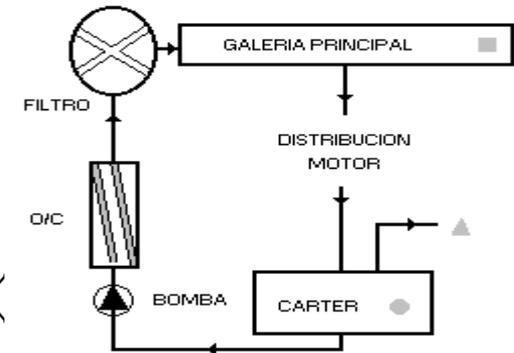


- Modelo: SF 240 TA
- Ciclo: 4 tiempos
- No. Cilindros: 8
- Capacidad: 24 L
- Diámetro del cilindro: 152 mm
- Desplazamiento pistón: 165 mm
- Relación compresión: 13,5:1

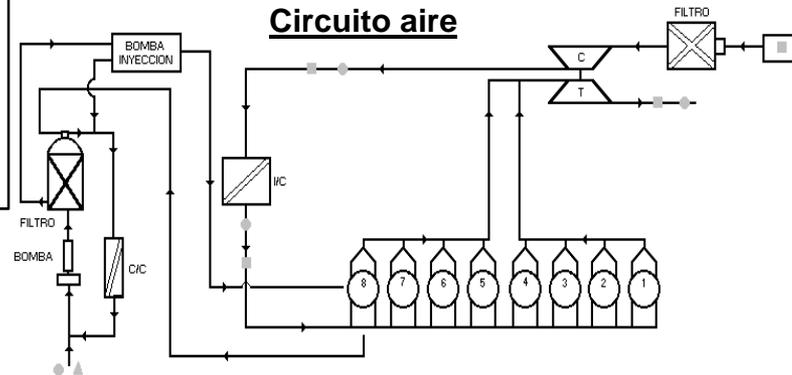
**Circuito agua**



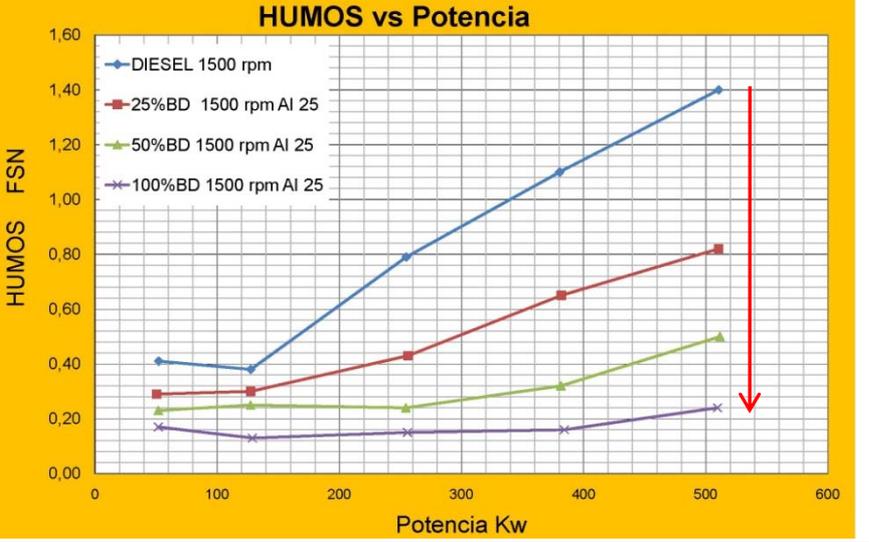
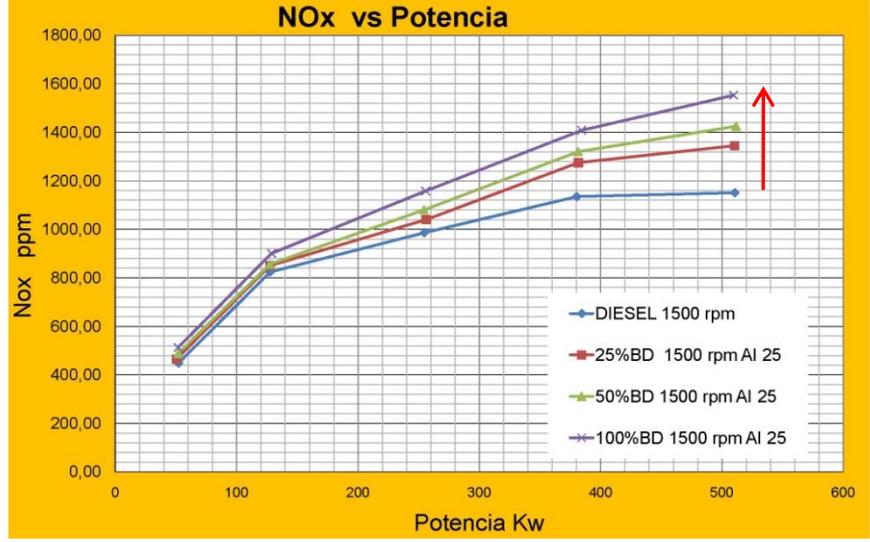
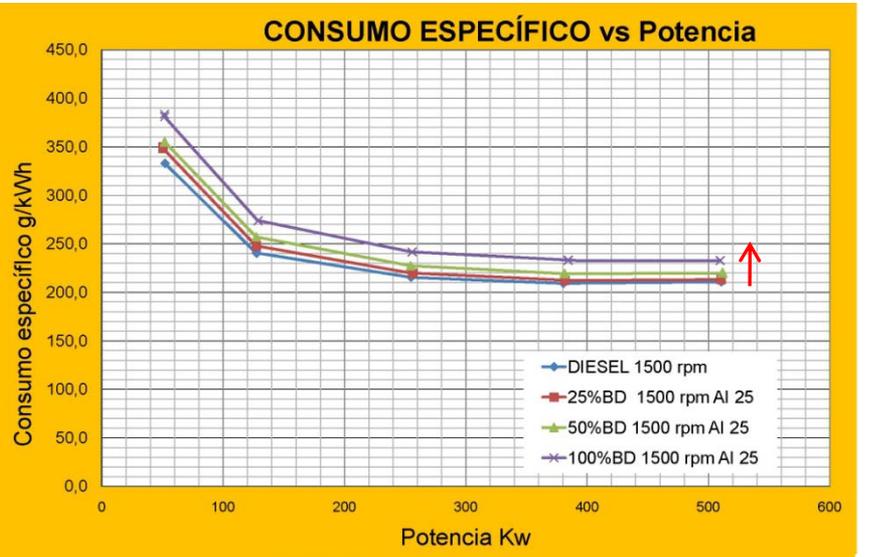
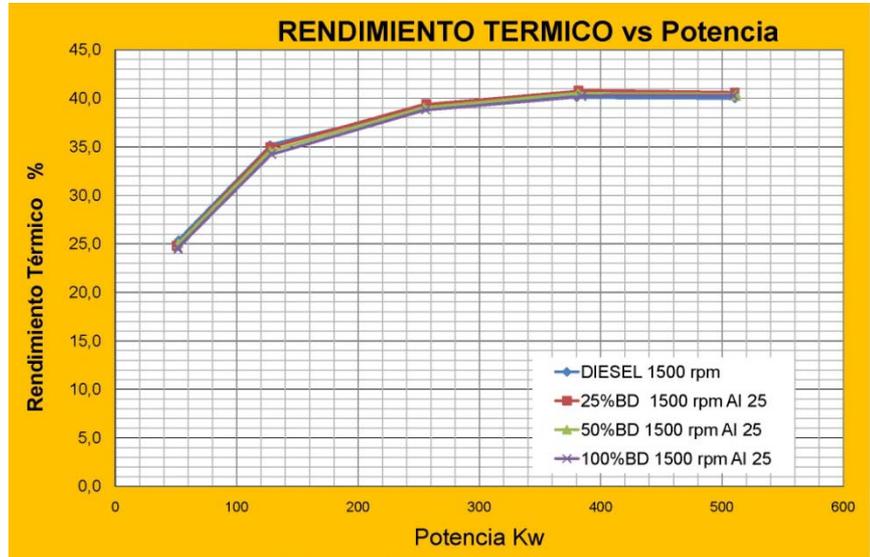
**Circuito aceite**



**Circuito aire**



# 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL



## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL

De los resultados obtenidos en estos ensayos y comparando el ensayo del 100% diesel y 100% biodiesel podemos decir:

- El avance de inyección que optimiza el rendimiento del motor es el mismo que utilizamos en diesel para este tipo de biodiesel.
- El consumo específico del Biodiesel llega a ser un 11% superior al diesel.
- La presión en cámara del Biodiesel es ligeramente superior al diesel 3%.
- La inyección comienza un poco antes en el Biodiesel que el Diesel.
- La duración de la inyección con Biodiesel llega a ser un 6% superior.
- Las emisiones de SO<sub>2</sub> con BD son aprox 80% inferiores al D.
- Las emisiones de CO con BD son aprox 45% inferiores al D.
- Las emisiones de Humos con BD son aprox 80% inferiores al D.
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> con BD son similares al D.
- Las emisiones de NO<sub>x</sub> con BD son aprox 20% superiores al D

Para conseguir el mismo nivel de emisiones de NO<sub>x</sub> del diesel pero operando con biodiesel es necesario reducir el avance de inyección con la consiguiente pérdida de rendimiento.

- Las emisiones de SO<sub>2</sub> con BD son aprox 75% inferiores al D.
- Las emisiones de CO con BD son aprox 40% inferiores al D.
- Las emisiones de humos con BD son aprox 70% inferiores al D.
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> con BD son similares al D.
- Las emisiones de NO<sub>x</sub> con BD son similares al D.

## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL

### 4. Ensayos de duración.

Para finalizar el desarrollo del motor, es necesario realizar ensayos de durabilidad de la tecnología desarrollada. Éstos permiten determinar si la tecnología es duradera en el tiempo, y por tanto si es utilizable en el mercado. Los ensayos de duración de 3000 h se realizan siguiendo un protocolo donde se incluyen pautas de seguimiento de diferentes componentes: reglaje, altura de válvulas, camisas, aceite, filtros, inyectores, culatas,...)

Finalizados estos ensayos de duración se ha conseguido:

Definir la configuración óptima final del motor, una vez rediseñados aquellos componentes que a lo largo del ensayo han presentado deficiencias o se han considerado susceptibles de mejora (tanto por operatividad, como accesibilidad de mantenimiento, costo en producción...)

Se definen las pautas de mantenimiento óptimas del motor.

**Tras analizar el estado del motor y sus componentes y comprobar el correcto comportamiento de los mismos, se ha podido liberar comercialmente el motor capaz de operar hasta un 100% de biodiesel.**



# 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL

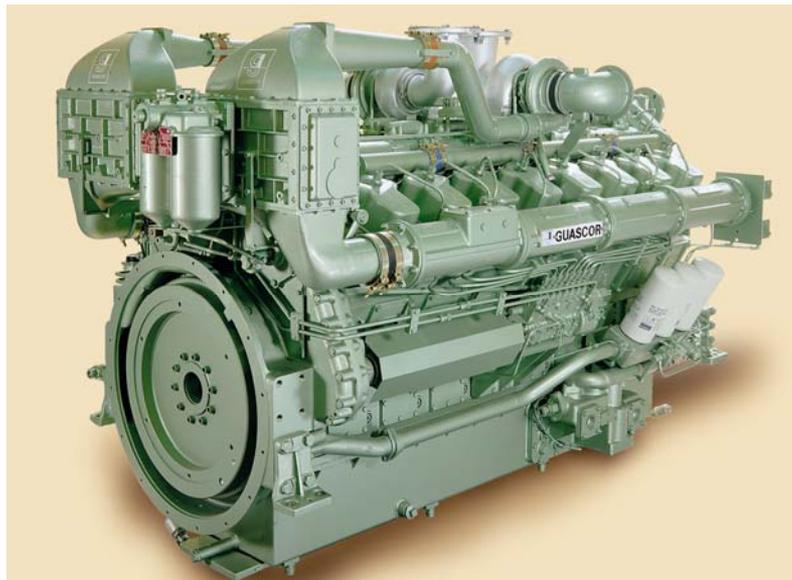
## APLICACIONES DE USO DIRECTO EN MOTORES:

Lugares en los que el precio del aceite/alcohol es bastante inferior al del diesel:

SUDESTE ASIA, SUDAMÉRICA

Lugares en los que sólo se puede generar con “biocombustible” en ciclo diesel:

PRECIO KW SUBVENCIONADO, DIESEL NO PERMITIDO POR EMISIONES



	GRUPO	DIESEL	INFORMACION DE PRODUCTO	INDICE	DEF.
	IC	INDUSTRIAL	IC-F-B-48-097		2
BALANCE TERMICO / MOTOR GENERACION / SERVICIO CONTINUO				FECHA	DICEMBRE 2008
<b>MOTOR</b>		<b>SF480TA / 1500 rpm</b>			
TIPO DE MOTOR:	SF480TA	TIPO DE COMBUSTIBLE:	BIODIESEL		
VELOCIDAD:	1500 rpm	PCI DEL COMBUSTIBLE (K/rg):	38400		
RELACION DE COMPRESION:	14:1	CONTRAPRESION MAX.:	450		
COLECTOR DE ESCAPE:	REFRIGERADO POR AGUA	CONDICIONES AMBIENTALES ISO 3046/1:			
SISTEMA DE REFRIGERACION:	CIRC. DOBLE	Presión atmosférica (kPa): 100			
BOMBA DE INYECCION:	ELECTRONICO	Temperatura ambiente (°C): 25			
TIPO DE ACTUADOR:	2°	Humedad relativa (%): 30			
AVANCE DE INYECCION:	76.89.075				
TIPO DE TURBOCOMPRESOR:					

POTENCIA	(2)	kWm	CARGAS PARCIALES			
			CONTINUO	768	576	384
PME		bar	18.03	12.83	9.62	6.41
CONSUMO ESPECIFICO	(1)	g/kWh	232	233	238	249
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	(1)	kW	2380	1907	1464	1020
RENDIMIENTO TERMICO		%	40.34	40.27	39.34	37.65
POTENCIA C. PRINCIPAL AGUA	(1)	kW	440	368	291	210
TEMP. SALIDA AGUA		°C	90	88	86	84
POTENCIA ENFRIOADOR DE AIRE		kW	148	105	65	30
POTENCIA ENFRIOADOR DE ACEITE		kW	85	83	80	73
POTENCIA GASES ESCAPE (25°C)	(1)	kW	765	545	424	300
POTENCIA GASES ESCAPE (120°C)	(1)	kW	536	390	290	192
TEMP. GASES ESCAPE		°C	421	380	347	289
POTENCIA DE RADIACION	(1)	kW	42	38	28	23

FLUJOS MASICOS						
FLUJO DE AIRE ENFRIANTE	(1)	kg/h	5440	4780	4110	3550
FLUJO GAS ESCAPE (HUMEDO)	(1)	kg/h	5680	4960	4245	3650

HUMOS						
HUMOS		BOSCH	0,2	0,1	0,1	0,1

NOTAS	
1-TOLERANCIAS AL 100% DE CARGA:	CONSUMO DE COMBUSTIBLE: +5%
	CIRCUITOS DE REFRIGERACION Y ESCAPE: +/-10%
	RADIACION: +/-25%
	TEMPERATURA DE ESCAPE: +/-10 °C
	FLUJOS MASICOS: +/-5%
2-POTENCIA (BOMBA MECANICA INCLUIDA):	
3-DEFINICION DE POTENCIAS:	
POT. EMERGENCIA: Pot. disponible con carga variable para la duración de la interrup. de la fuente de energía habitual. Máximo 300 h/año.	
POT. PRIME: Pot. disponible carga variable, con una pot. media en cualquier periodo de 24 h no mayor al 80% de la pot. prime.	
Freído max. a pot. Prime: 750 h/año.	
POT. CONTINUA: Pot. disponible sin variación de carga para un periodo limitado de tiempo	
4-POT. DISPONIBLE HASTA 500 m ALTITUD Y HASTA 25°C TEMP. AMBIENTE. PARA TRABAJAR A OTRAS ALTITUDES O TEMP. CONSULTAR GUASCOR	

El contenido de este documento es confidencial y no debería revelarse a terceros sin el consentimiento previo de GUASCOR, S.A. Debido a las mejoras continuas de producto, GUASCOR S.A. se reserva el derecho de modificar cualquier especificación sin previo aviso.

						1/2
--	--	--	--	--	--	-----

## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIOETANOL

### MOTORES 4T DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN OPERANDO CON MEZCLAS E-diesel, EB-diesel y EB

Es importante tener en cuenta que la práctica totalidad de los desarrollos realizados hasta la fecha se han centrado en reconvertir motores de gasolina o diesel de automoción a motores de etanol. Sin embargo estas tecnologías no han sido implementadas en motores de generación eléctrica.

Si bien las mezcla bajas de etanol con diesel, y las mezclas etanol-biodiesel con diesel (E-diesel y EB-diesel respectivamente) resultan compatibles con las tecnologías diesel convencionales, mediante mejoras técnicas en el motor se pueden mejorar su eficiencia ( rendimiento, consumo y emisiones).

Las mezclas con etanol han despertado gran interés ya no sólo su carácter renovable, sino que al ser un combustible oxigenado provoca la reducción de emisiones. Desventajas tiene, como son su alta volatilidad y bajo Pto de inflamación, su bajo NC, su PCI, su baja lubricidad, su capacidad corrosiva, su viscosidad, estabilidad de las mezclas... pero optimizando las mezclas y el motor, resultan combustibles competitivos en determinados escenarios (Brasil).

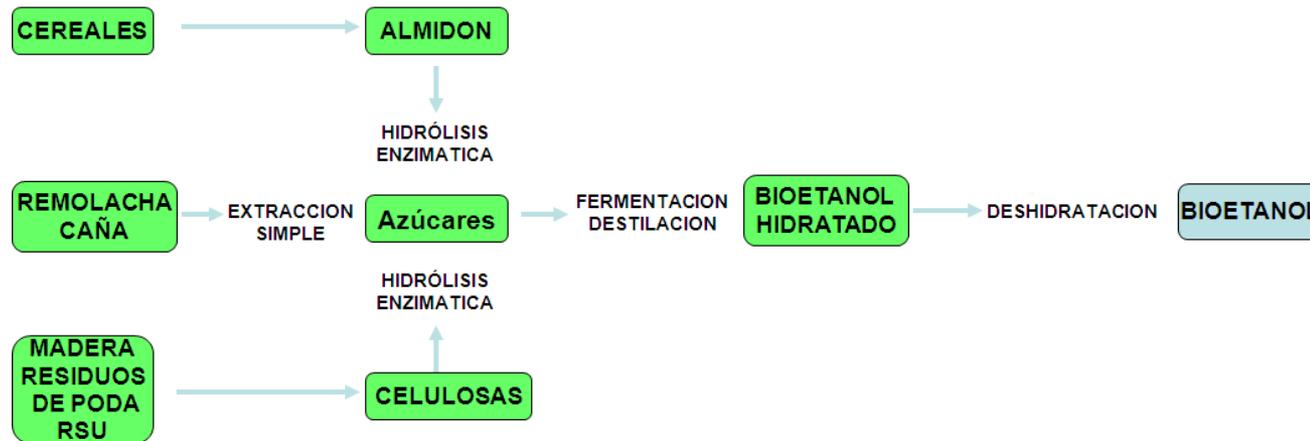
Las actividades de este desarrollo se pueden dividir en:

- Ensayos de prestaciones de motor e-diesel. Estudio de viabilidad
- Ensayos de duración del motor e-diesel

## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIODIESEL

### BIOETANOL

El bioetanol es el alcohol etílico obtenido por reacciones de FERMENTACIÓN a partir de los azúcares (sacáridos) que se encuentran en muchos productos agrícolas.



El bioetanol ofrece diversas posibilidades de mezclas para la obtención de biocombustibles (E-gasolina y E-diesel), así como la opción de utilizarlo como un aditivo de la gasolina (ETBE)

A diferencia de las mezclas de etanol con gasolina, en el caso de su uso en diesel, actualmente no existen normativas que especifiquen la calidad de las mezclas etanol-diesel.

## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIOETANOL

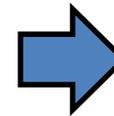
### ACTIVIDADES

- Caracterización de las mezclas. Estudio de estabilidad de las mezclas. Optimización mediante la incorporación de aditivos.
- Estudio de compatibilidad de materiales
- Definir la configuración óptima del motor así como la parametrización y ajuste del motor para operar de forma óptima con diferentes % de etanol.
- Definición de la instalación de los depósitos de combustible
- Definir la mezcla que se considere más adecuada para los ensayos de duración.
- Comprobación y definición de la configuración óptima del motor operando con la mezcla etanol-diesel definida mediante la realización de ensayos de duración de unas 2000 horas. En curso.

DIESEL

ETANOL

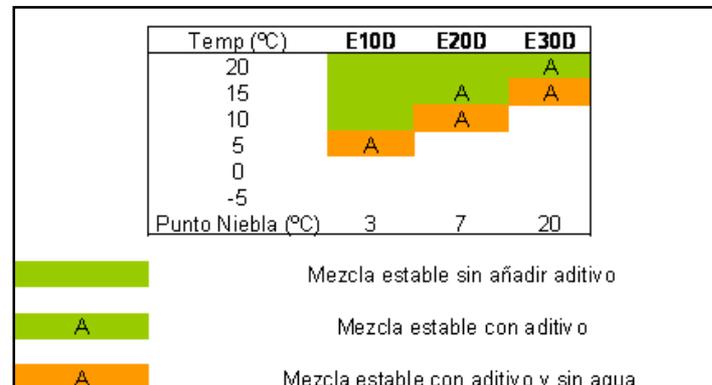
BIODIESEL



## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIOETANOL

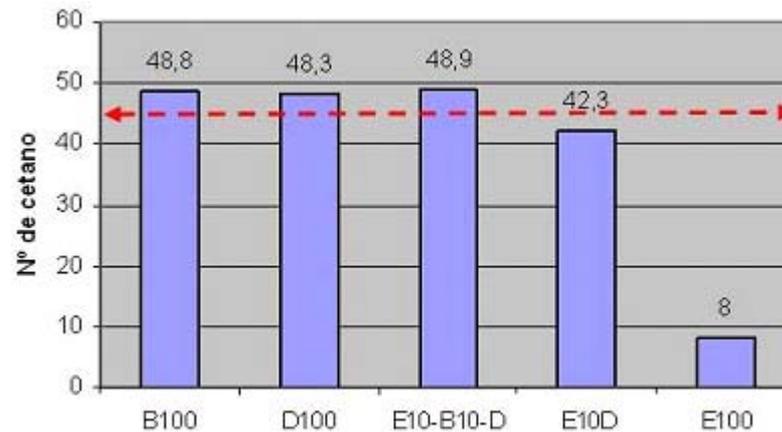
### Caracterización de las mezclas. Estudio de estabilidad de las mezclas. Optimización mediante la incorporación de aditivos.

1. Propiedades como el PI y la  $P_v$  de las mezclas etanol – diesel hacen necesario que dichas mezclas sean almacenadas y manipuladas en las mismas condiciones que las gasolinas. Además, hay que tener en cuenta posibles problemas de cavitación en las bombas de combustible e inyección.
2. La lubricidad y viscosidad de las mezclas disminuyen a medida que aumentamos el volumen de etanol; lo cual repercute en el desgaste de las bombas y los inyectores. Posible incorporación aditivo
3. La estabilidad de las mezclas (contenido en humedad y  $T^a$ ) es una cuestión de importancia capital; de ahí que el uso de aditivos sea necesario con el objetivo de evitar la separación de fases. Mapas de estabilidad.



## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIOETANOL

- El NC de las mezclas disminuye a medida que aumenta la proporción de etanol, por lo que se hace necesario el uso de aditivos mejoradores del mismo.



- El PCI neto de las mezclas es menor comparado con el diesel; por tanto, el consumo de combustible es mayor y hay una pérdida de potencia proporcional a la disminución del valor calórico.
- El uso del biodiesel como aditivo puede mejorar algunas de las propiedades de las mezclas E – Diesel tales como la estabilidad, lubricidad y el número de cetano.

## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIOETANOL

### Ensayos de prestaciones.

En este desarrollo las actividades realizadas se han centrado en ensayos de prestaciones empleando un 5% de bioetanol junto con el 95% restante de diesel, aumentando la cantidad de bioetanol empleado hasta lograr alcanzar el 30% de bioetanol en diesel.

Posteriormente, conocido el comportamiento del etanol en el motor y debido a los problemas que presentan las mezclas a ensayar, se ha ido introduciendo paulatinamente el biodiesel como aditivo hasta llegar a contenidos tales que el biodiesel llegaba a sustituir al diesel. Asimismo se ha realizado ensayos con aditivos que mejoran propiedades que se ven deterioradas por el uso del etanol.



AI 25 <sup>º</sup>	1500 rpm					1800 rpm				
Carga (kWm)	510	382	255	127	51	577	433	288	144	58
%Pot Diesel	100%	80%	60%	40%	20%	100%	80%	60%	40%	20%
DIESEL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E5D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E9D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E20D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E20D+ad NC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E30D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E20B10D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E20B10D+ad NC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E20B20D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E20B80	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AI 27 <sup>º</sup>	1500 rpm					1800 rpm				
Carga (kWm)	510	382	255	127	51	577	433	288	144	58
%Pot Diesel	100%	80%	60%	40%	20%	100%	80%	60%	40%	20%
E10D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E20D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

# 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIOETANOL

## DIESEL

Definir la configuración óptima del motor así como la parametrización y ajuste del motor para operar de forma óptima con diferentes % de etanol.

**BIOETANOL**

< 30% E

↓ PCI  
NC  
Humos  
CO

↑ CONSUMO  
REND TERM

**+ Mejorador Cetano**

↓ CO  
THC

↑ NC  
NOx

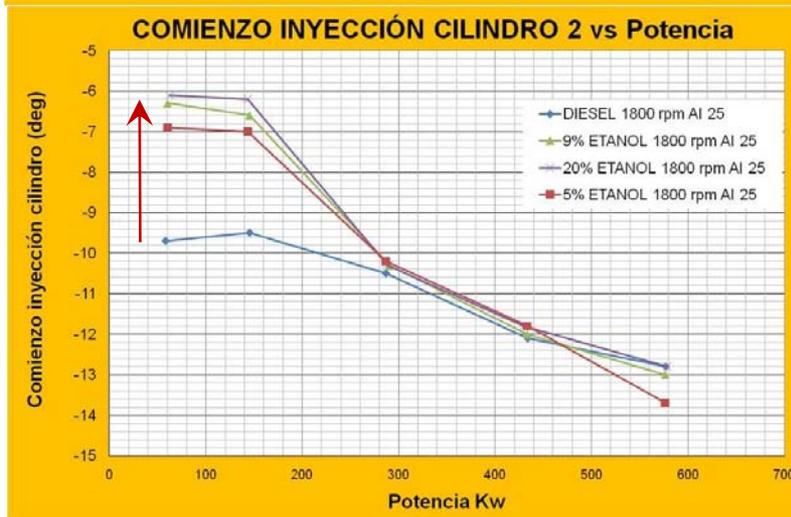
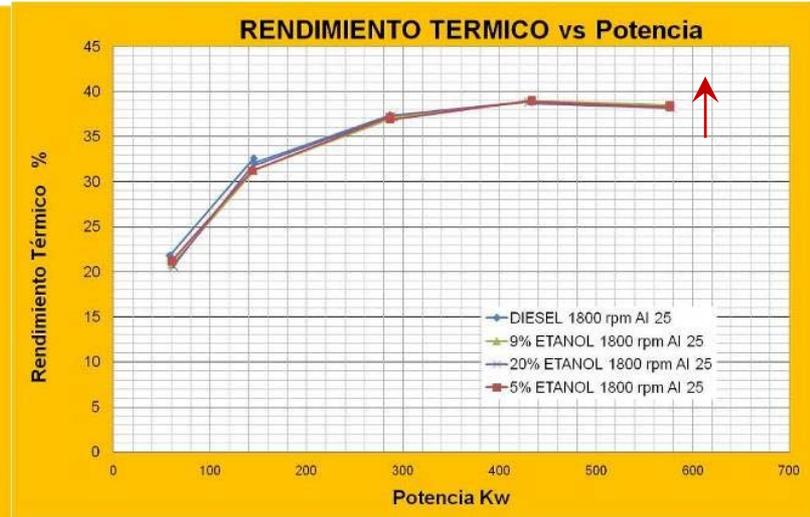
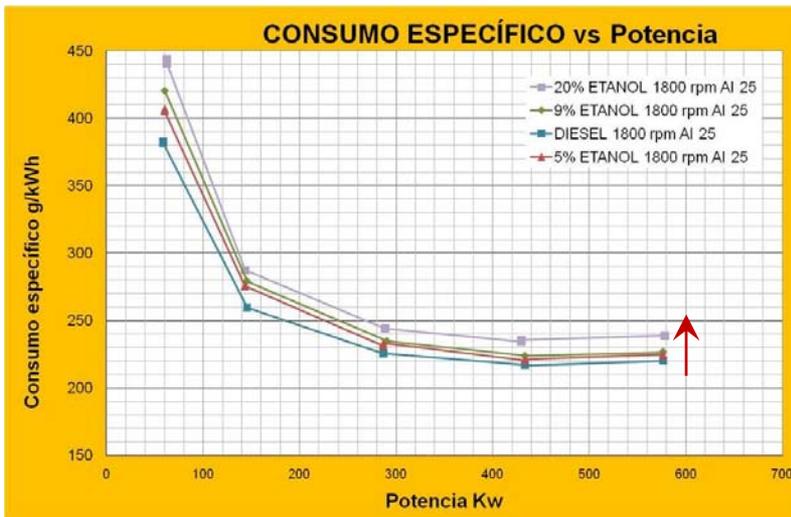
**+ BIODIESEL**

↓ SO<sub>x</sub>  
CO  
Humos  
PCI

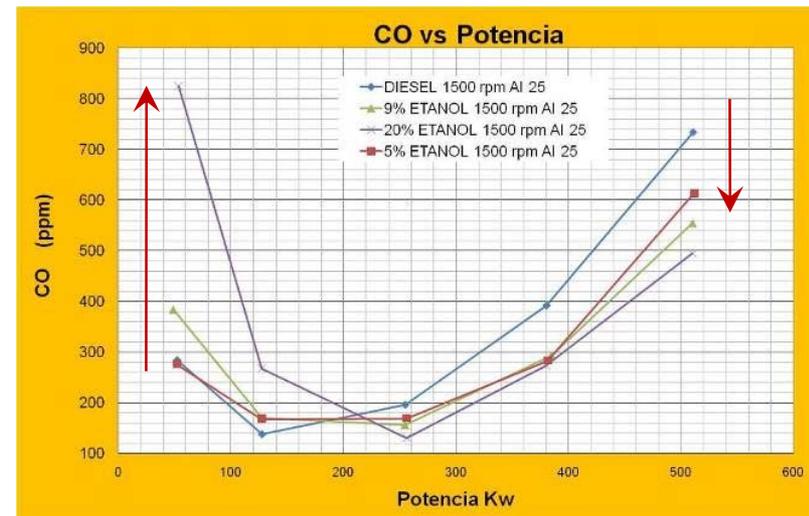
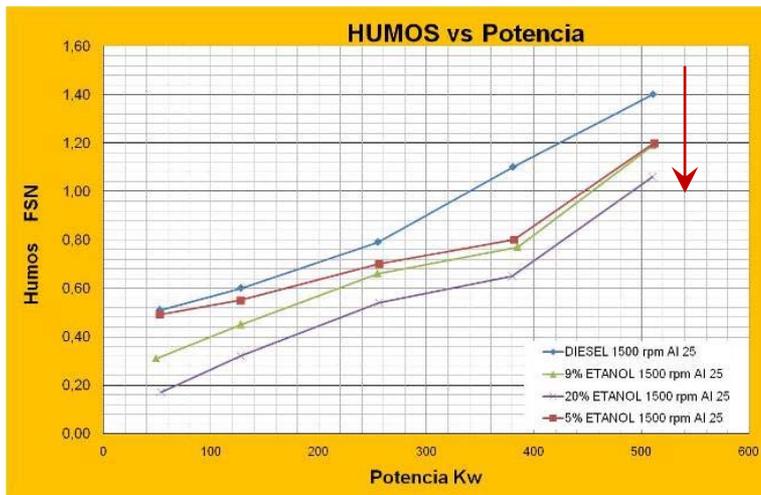
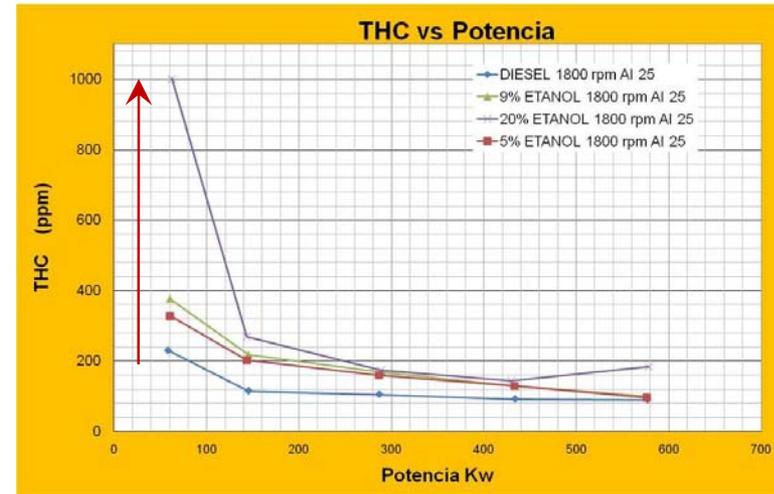
↑ NC  
NOx  
CONSUMO

**E12D**

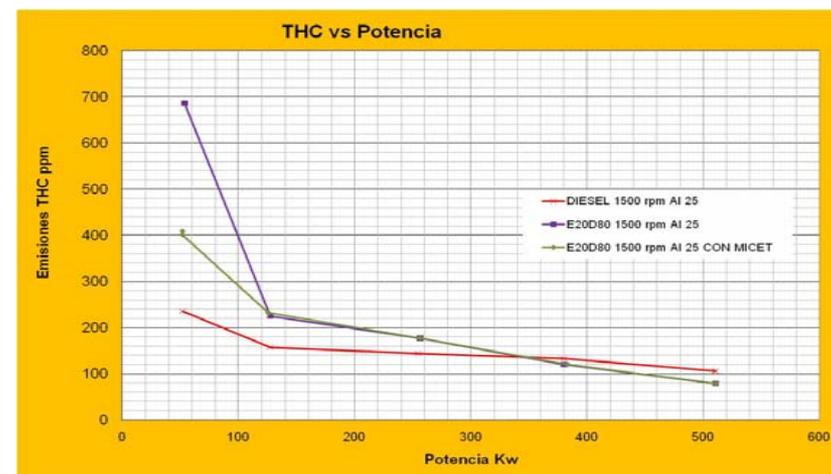
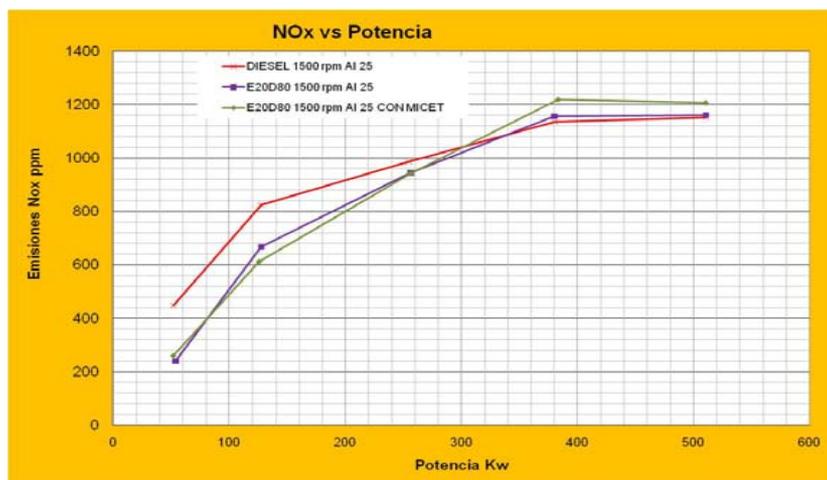
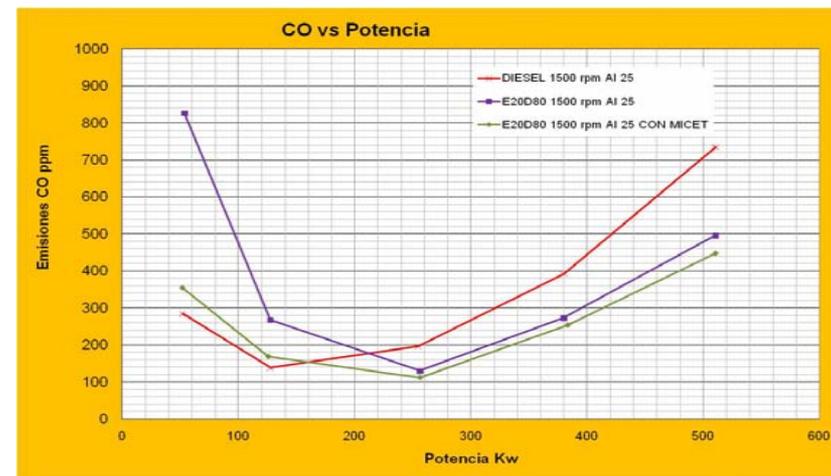
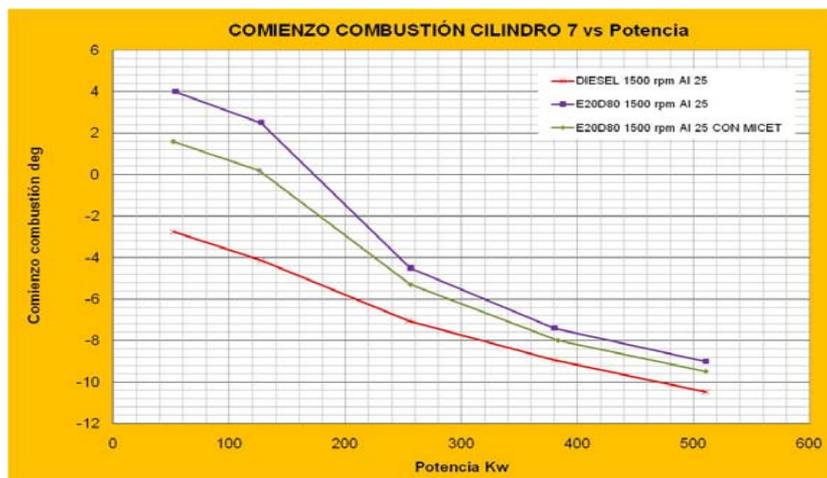
## Efecto del % etanol en la mezcla E-diesel



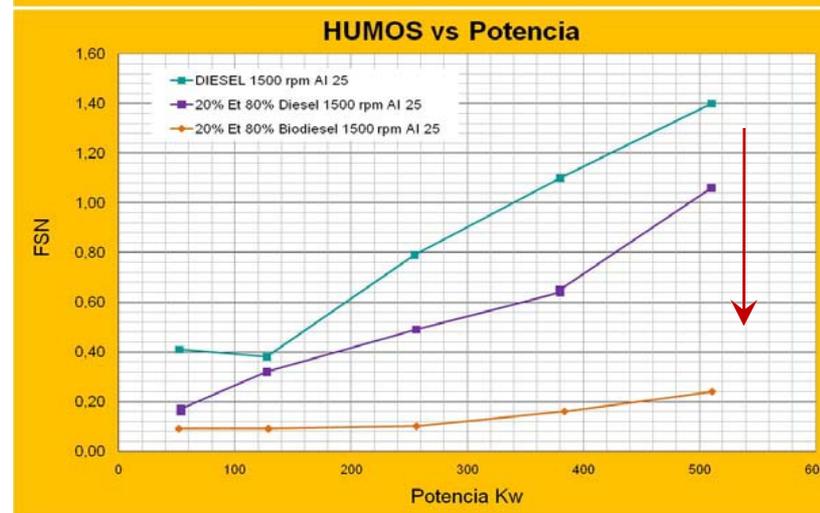
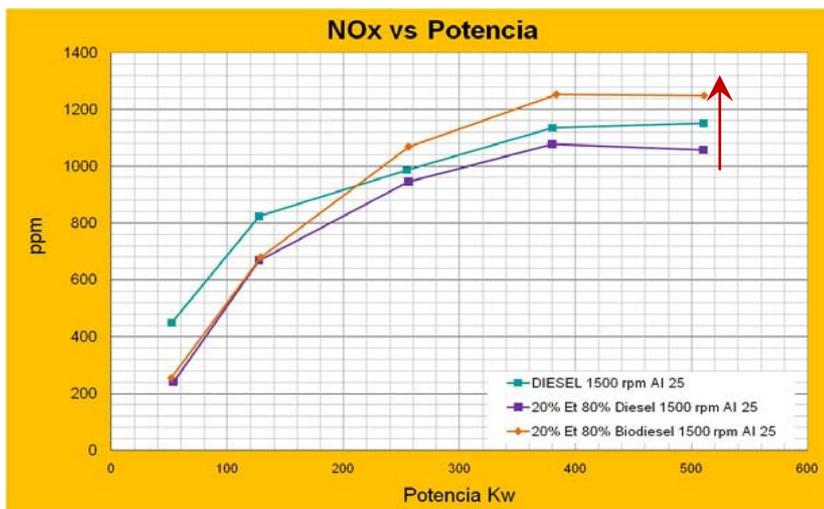
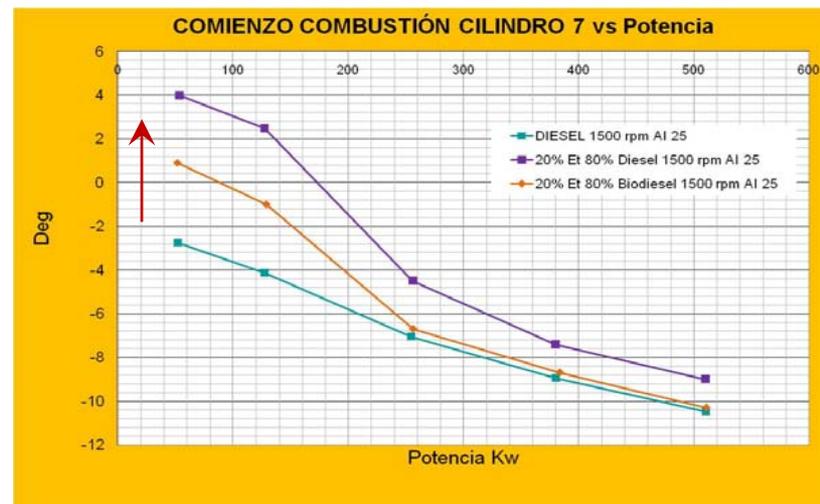
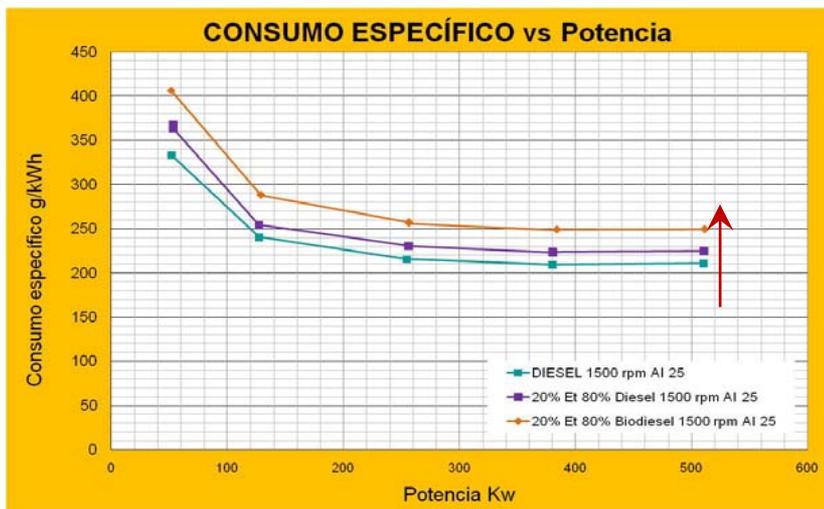
## Efecto del % etanol en la mezcla E-diesel



## Efecto del mejorador de cetano en la mezcla



## Efecto de la mezcla E20-biodiesel frente a la mezcla E20-diesel



## 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIOETANOL

### Ensayos de duración:

Para finalizar el desarrollo, es necesario realizar el ensayo de duración . Con ese ensayo se definen la configuración óptima final del motor, una vez rediseñados aquellos componentes que a lo largo del ensayo han presentado deficiencias o se han considerado susceptibles de mejora (tanto por operatividad, como accesibilidad de mantenimiento, costo en producción...), así como las pautas de mantenimiento óptimas del motor.

La duración que se está llevando a cabo se está realizando con la mezcla que se ha valorado como más adecuada teniendo en cuenta no sólo los resultados en los ensayos de prestaciones sino valorando a su vez las propiedades y el coste de la misma. Así se ha seleccionado para el ensayo de duración la mezcla prerealizada ED-12 con aditivos que mejoran alguna de sus propiedades.

**Este ensayo (finaliza 2010) nos van a permitir encontrar los problemas asociados al empleo del biocombustible en el motor sin causar fallos catastróficos, optimizando las pautas y costes de mantenimiento preventivo y permitiendo el desarrollo de las modificaciones en el motor que optimice el empleo económico del etanol-diesel.**

# 4 NUEVOS DESARROLLOS: BIOETANOL

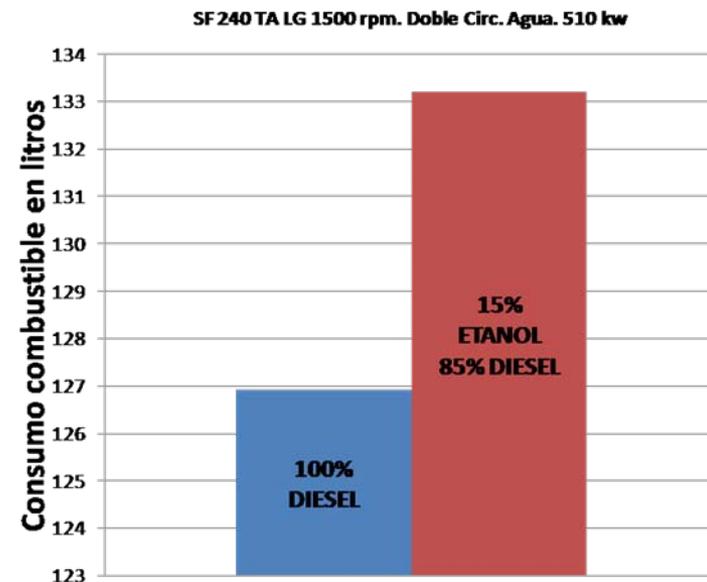
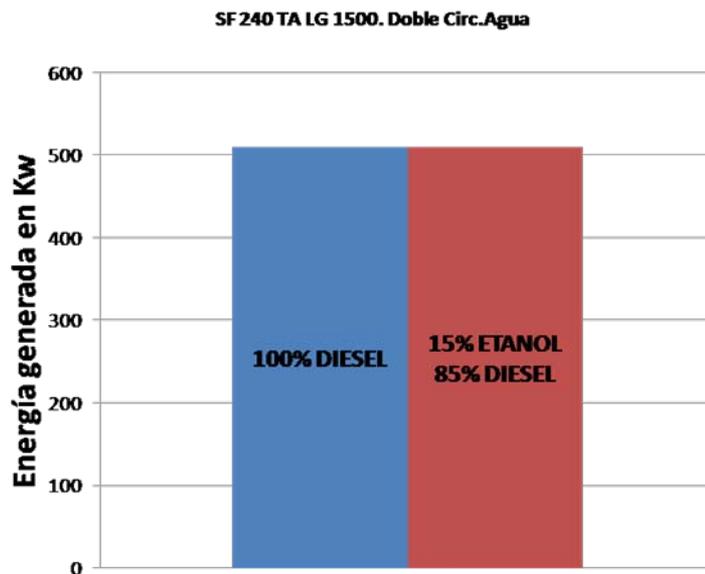
## APLICACIONES DE USO EN MOTORES GUASCOR COMO E-DIESEL:

Lugares en los que el precio del etanol es bastante inferior al del diesel

PAISES TROPICALES PRODUCTORES CAÑA (Varias cosechas al año)

Lugares en los que sólo se puede generar con “biocombustible” en ciclo diesel

PRECIO KW SUBVENCIONADO, DIESEL NO PERMITIDO POR EMISIONES



**GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN**