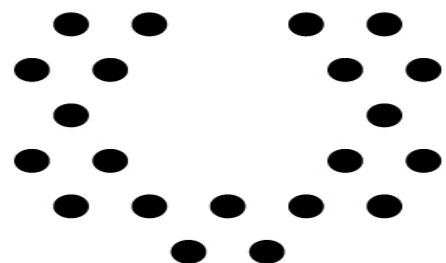




Claves para Calidad del Diesel

Ingo Luis Fernando Sabino
Especialista en Combustibles
BASF - LA



ean[®]
universidad



Agenda

ESCENARIO GLOBAL DE COMBUSTIBLES

BIODIÉSEL

CONTAMINANTES
PROBLEMAS EN TERRENO

CALIDAD DEL DIÉSEL

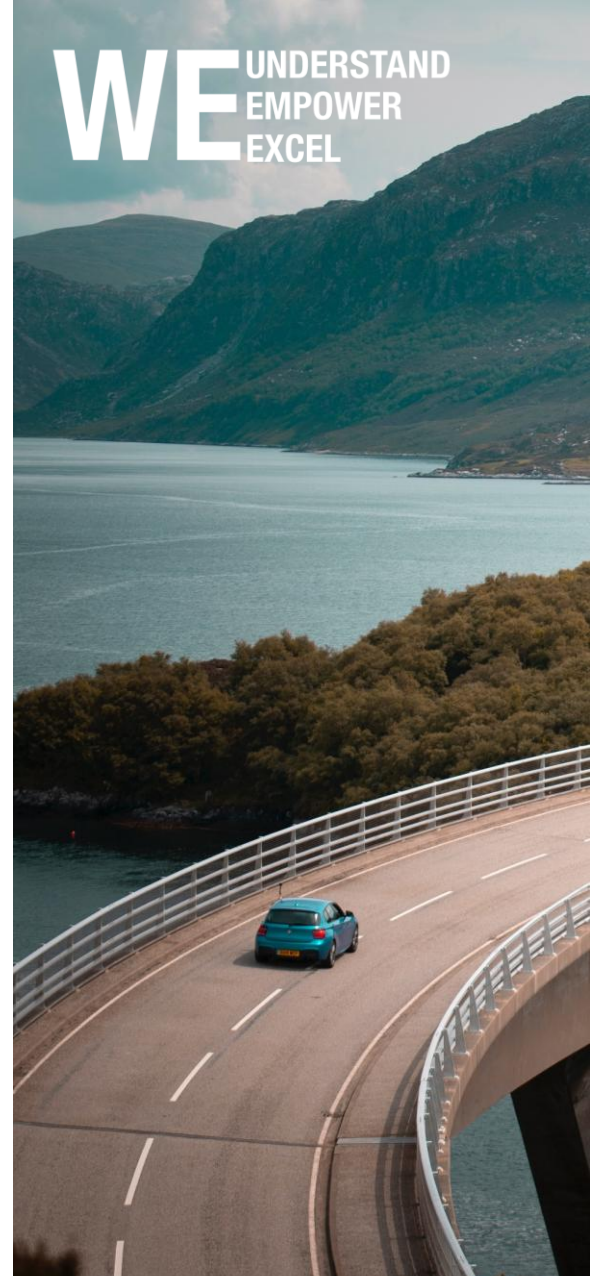
VISIÓN GLOBAL – WWFC

METODOLOGÍA DE PRUEBAS INTERNACIONALES

“STATE OF THE ART” para aditivos para diésel

COMPOSICIÓN Y TECNOLOGÍA

WE UNDERSTAND
EMPOWER
EXCEL





BASF

¿Quienes Somos?

BASF – Creamos química

- Líder mundial en la industria química - Ventas 2025: 65,3 billones de euros
- Alrededor de 82.000 clientes de diversos sectores en casi todos los países del mundo
- 113, 481 empleados (al 31 de diciembre de 2025):
- Los gastos globales en investigación y desarrollo superan los 2.3 billones de euros,
- Aproximadamente 10.000 empleados en todo el mundo involucrados en investigación y desarrollo
- Alrededor de 1.000 nuevas patentes presentadas en 2022
- 6 Verbund y otros 239 centros de producción



BASF - Fuels & Lubes

Nuestros segmentos

Polyisobutene



- Polyisobutenes (PIB)

Aditivo para combustibles



- Aditivos de combustible
- Aditivos de combustible de aviación.

Fluidos Automotrices



- Refrigerantes
- Líquidos de Frenos

Aditivos para lubricantes



- Antioxidantes
- Aditivos antidesgaste
- Aditivos de extrema presión
- Desactivadores de metales
- Inhibidores de corrosión
- Depresores del punto de fluidez
- Modificadores de viscosidad

Base Stocks para Lubricantes y Componentes para Metalworking



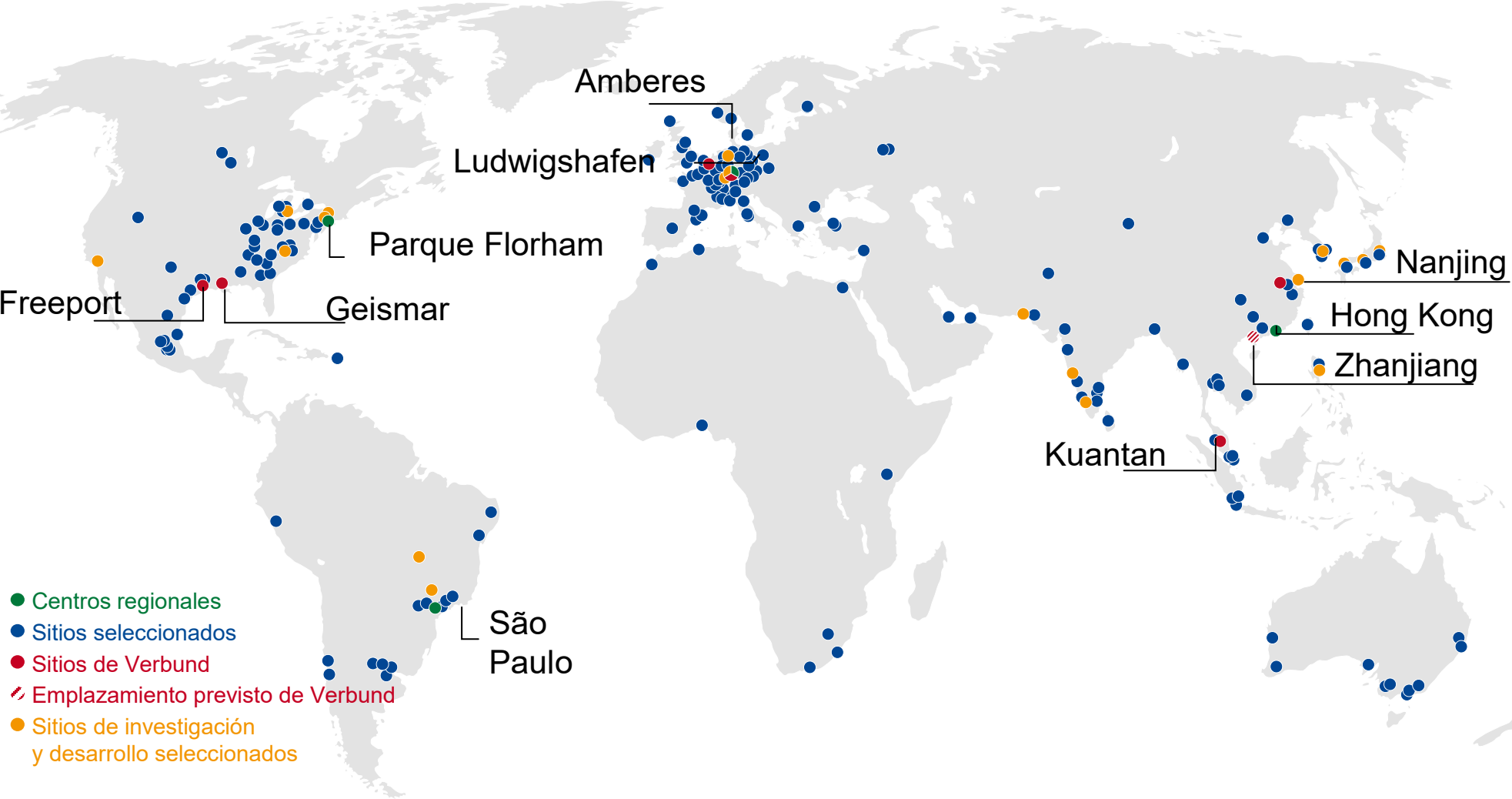
- Bases Lubricantes
- Espesantes
- Emulsificantes
- Solubilizantes

Paquetes de Lubricants



- Fluidos de transmisión
- Lubricantes para ejes
- Aceites para engranajes industriales
- Fluidos hidráulicos
- Lubricantes para compresores industriales
- Lubricantes para compresores de refrigeración

BASF en el mundo: sitios



BASF aus der Luft



BASF VERBUND - Fuel additives

El MAYOR complejo químico del mundo

Headquarter

Empleados

Site área

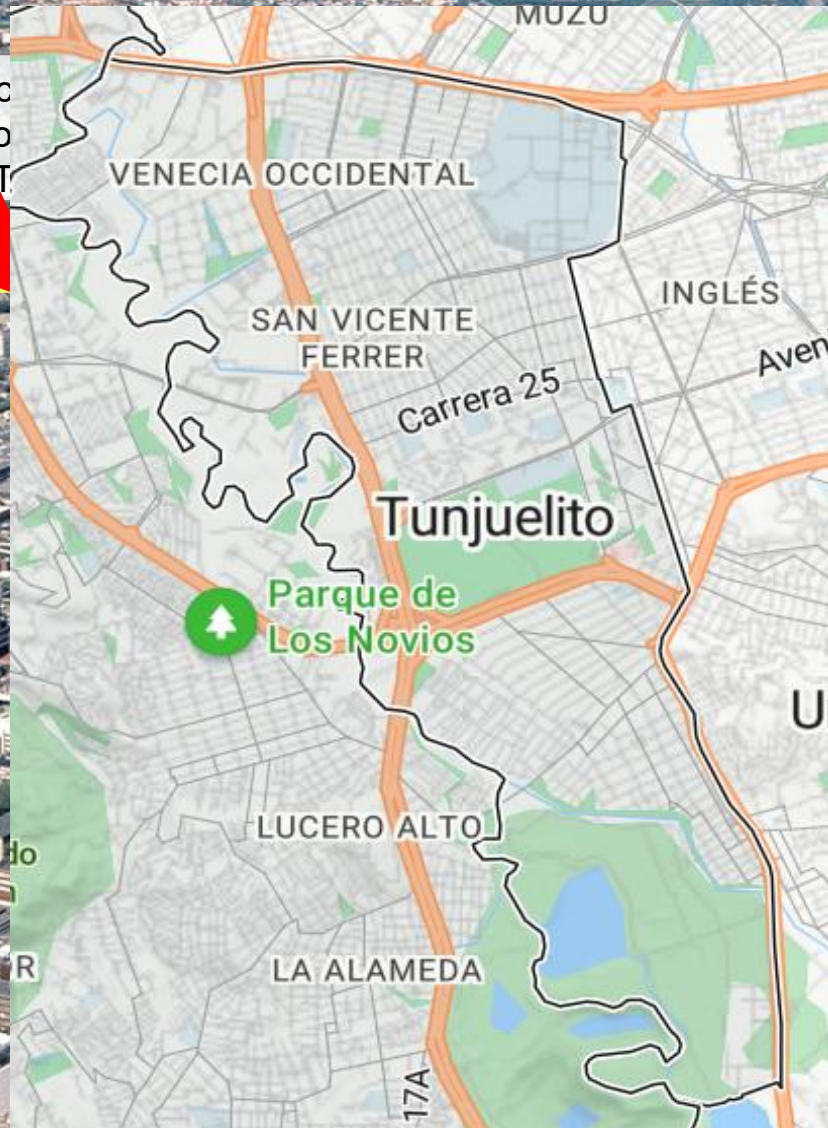
34,896*

10 km²



BASF VERBUND - Fuel additives

Centro de Investigac
Desarrollo de Aditivo
Combustibles y MKT



Verbund site
Ludwigshafen,
Alemania

Centro Motores



BASF VERBUND - Fuel additives

El MAYOR complejo químico del mundo

Headquarter

Empleados	34,896*
Site área	10 km²
Ventas **	~ 8.1 millones de toneladas /ano.
Carreteras internas	~ 106 km
Ferrocarriles internos	~ 230 km
Logística	
	~ 1,900 camiones /día
	~ 400 Vagones /día
	~ 15 navíos/día
Sistema de Tuberías	~ 2,850 km
Producción	~200 plantas de producción





Combustibles Escenario Global

Regulación sobre la aditivación obligatoria

USA./Canadá

- Toda la gasolina utilizada en los USA. debe contener aditivos que hayan sido certificados por EPA para ayudar a reducir las emisiones de los vehículos; nivel mínimo obligatorio de aditivo de control de depósitos

México

Aditivación obligatoria, Gasolina debe cumplir con la norma local de aditivos (derivada del US EPA LAC)

América Central

100% combustibles aditivados – Diferenciación de productos

Colombia

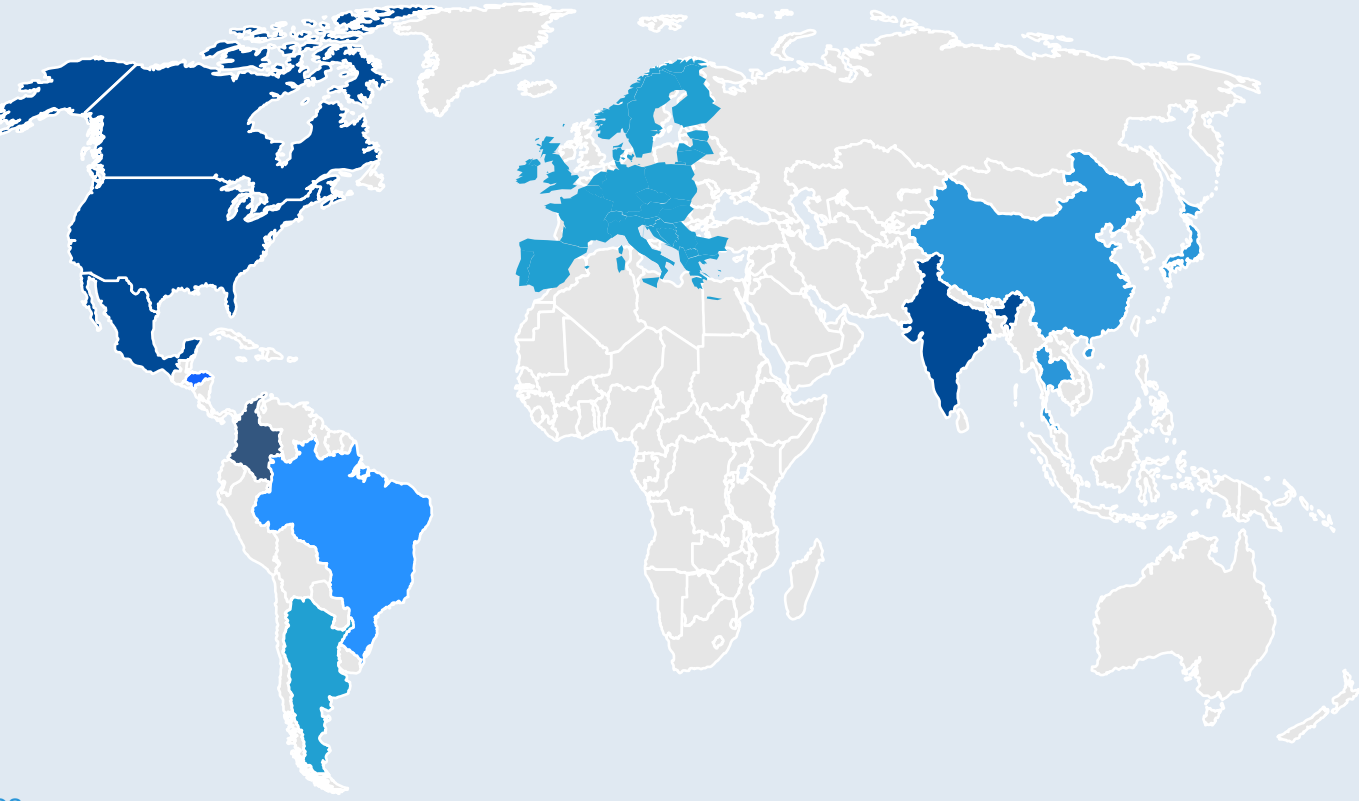
Aditivación obligatoria, Gasolina debe cumplir con la norma local de aditivos

Argentina y Chile

Aditivación 100% para todos combustibles – Diferenciación de productos

Brasil

20% combustibles son aditivados para diferenciar productos entre la competencia/mercado



● Aditivación obligatoria con requisitos EPA/LAC requisitos

● Sin aditivación obligatoria. Normas locales si se usan aditivos

Europa

No hay aditivación obligatoria, pero la mayoría de los combustibles son 100% aditivados - Diferenciación

Japón

No hay aditivación. Los combustibles aditivados deben cumplir con la norma local de combustible

China

No hay aditivación obligatoria, debe cumplir con la norma local de aditivos

Tailandia

No hay aditivación obligatoria. Los combustibles aditivados deben cumplir con la norma local de combustible

India

LAC obligatorio aditivación: los refinadores/comercializadores de combustible deben usar un MFA que esté certificado por US-EPA al nivel de tratamiento no inferior a los límites de la concentración mínima de aditivo (LAC)



Biodiesel Problemas en Terreno

Biodiésel, por definición:

Es un combustible compuesto por alquil ésteres de ácidos carboxílicos de cadena larga, producido a partir de la transesterificación y/o esterificación de materias grasas de origen vegetal o animal.

También llamado F.A.M.E. (**F**atty **A**cid **M**ethyl **E**sters)



Principales contaminantes

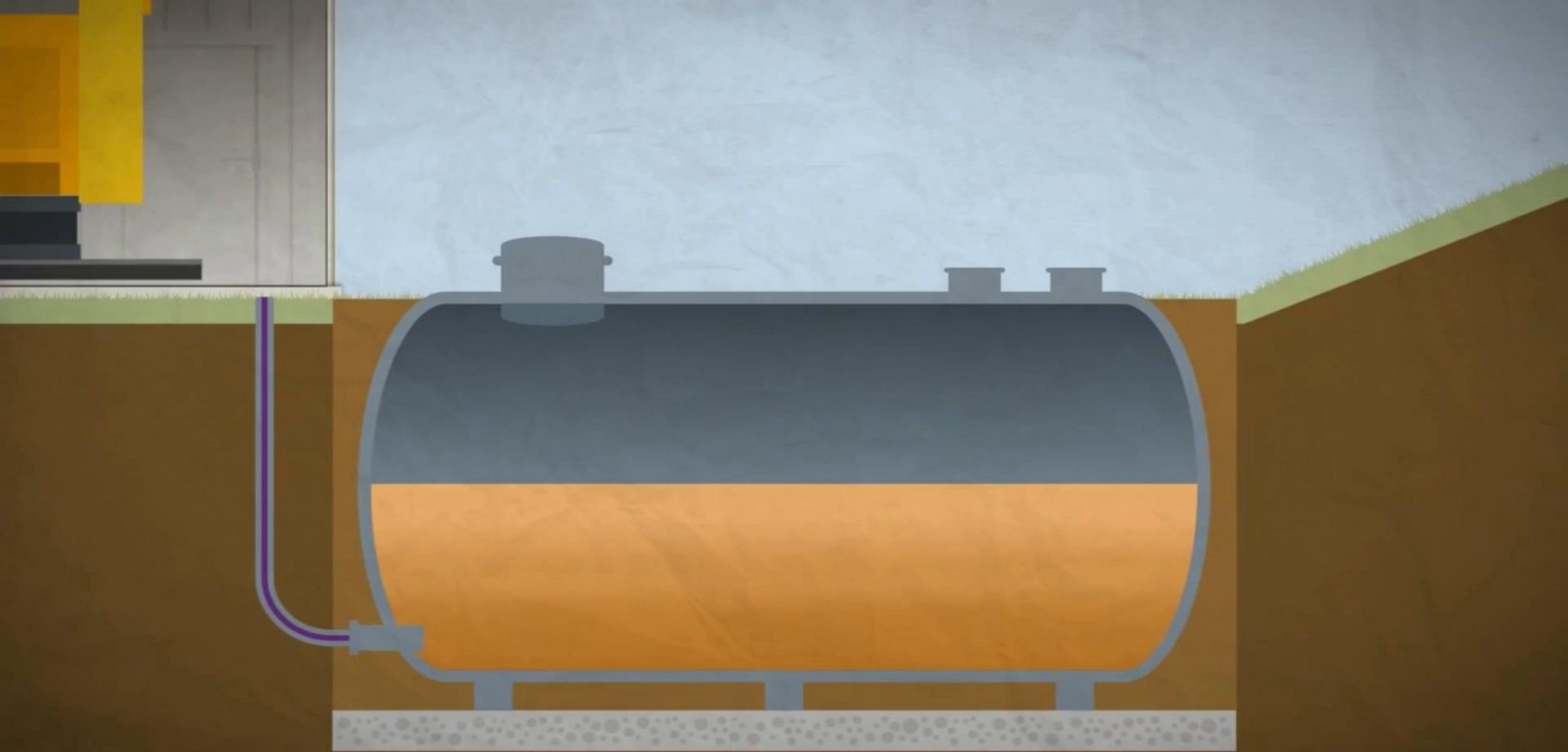
Biodiésel (FAME)

Adición de diésel de 7 a 10%

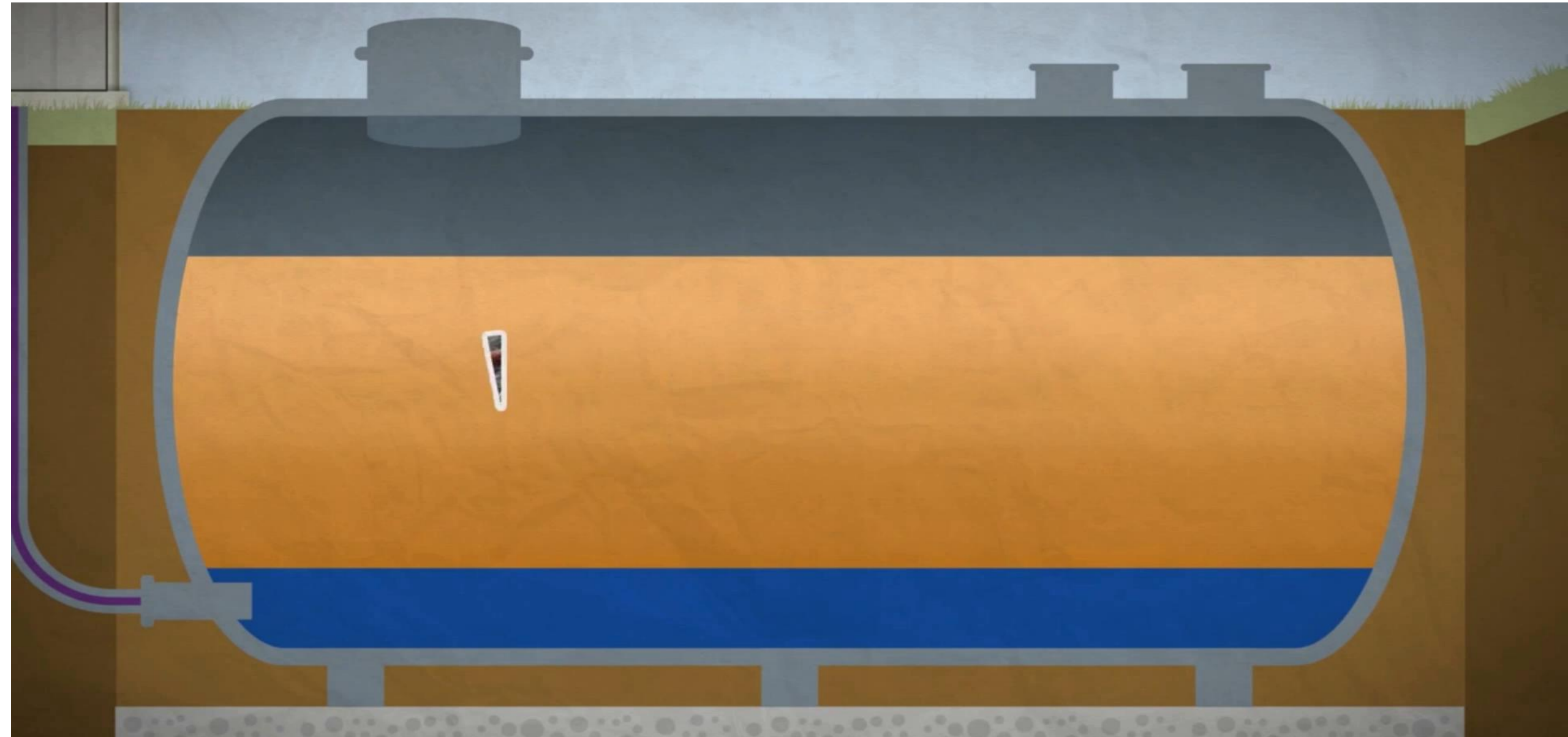
- 1) Agua;
- 2) Microorganismos;
- 3) Sedimentos.



Contaminación por presencia de agua



Contaminación por presencia de agua y microorganismos



Principales problemas - Barros y borras



Principales problemas – Baja estabilidad a la oxidación

- Estabilidad a la oxidación (a 110°C) 8 / 10 horas EN 14112 / EN 15751;
- Agentes causantes: oxígeno, calor, luz solar, algunos metales (Cu, Pb, Zn, St y sus aleaciones)
- El biodiésel es más susceptible a la oxidación por la presencia de oxígeno.



BORRA

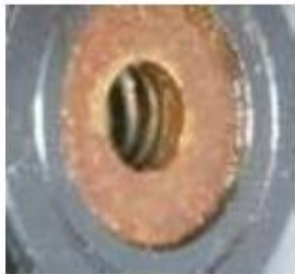


OXIDACION



Equipos parados por un largo período de tiempo – Entre cosechas

Efectos debidos
a 3 meses
de parada

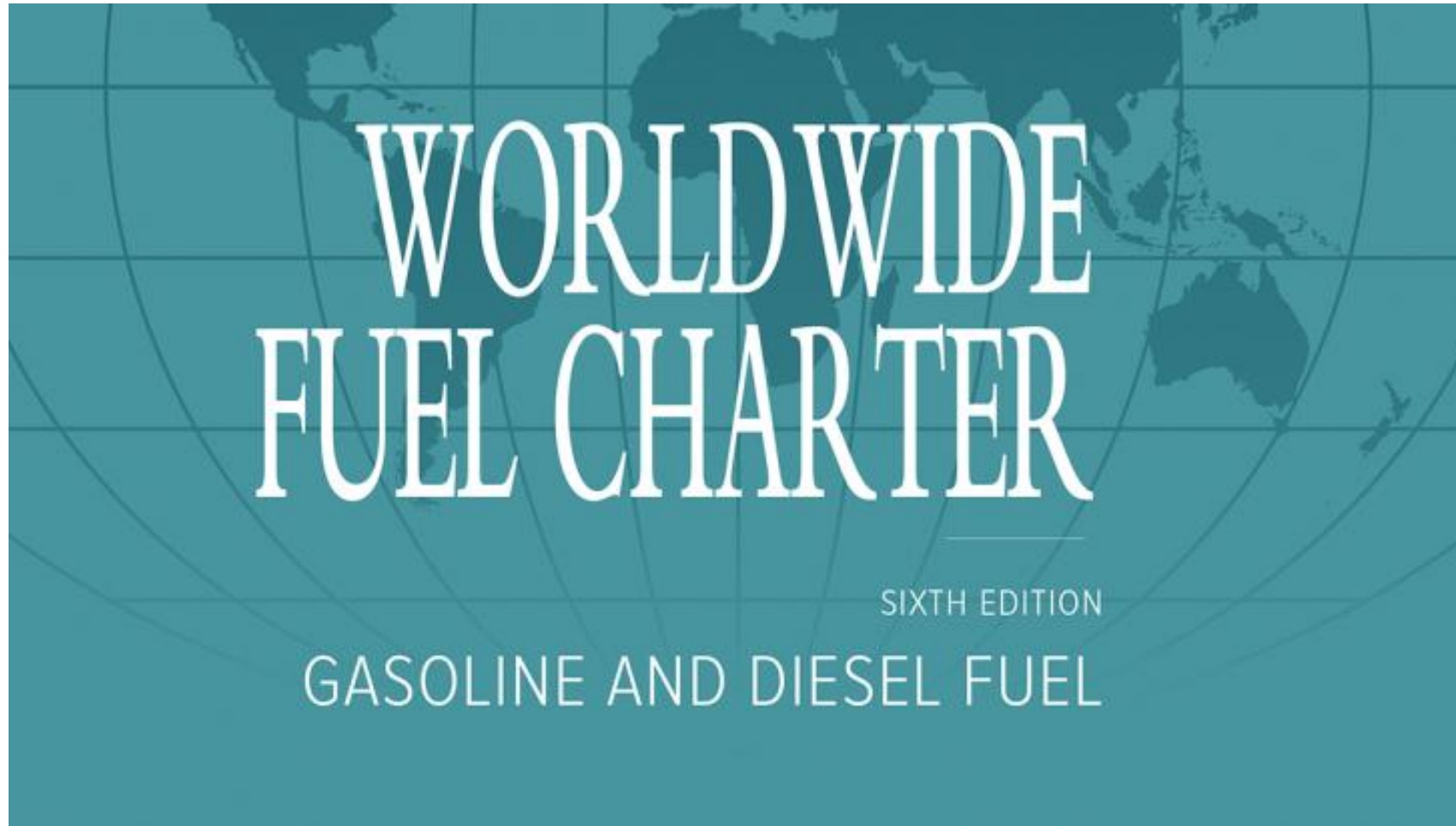




CALIDAD DEL DIESEL VISIÓN GLOBAL

Calidad del diesel: Visión global

Los OEM requieren una mayor calidad de combustible, más allá de los requisitos legales de cada país



Calidad del diésel: Visión global

Los OEM requieren una mayor calidad de combustible, más allá de los requisitos legales de cada país

Category 1

Markets with no or first-level requirements for emission control; based primarily on fundamental vehicle/ engine performance and protection of emission control systems. This category will be retired in a future edition.

Category 2

Markets with requirements for emission control, such as US Tier 1, US 1998 and 2004 Heavy-Duty On-Highway, Euro 2/II, Euro 3/III or equivalent emission standards, or other market demands.

Category 3

Markets with more stringent requirements for emission control, such as US LEV, California LEV or ULEV, US 1998 and 2004 Heavy-Duty On-Highway, Euro 4/IV, JP 2005 or equivalent emission standards, or other market demands.

Category 4

Markets with advanced requirements for emission control, such as US Tier 2, US Tier 3, California LEV II, US 2007/2010 Heavy-duty On-Highway, US Non-Road Tier 4, Euro 4/IV, Euro 5/V, EURO 6/6b, Euro VI, JP 2009 or equivalent emission standards, or other market demands. Category 4 fuels enable sophisticated NOx and particulate matter after-treatment technologies.

Category 5

Markets with highly advanced requirements for emission control (including GHG) and fuel efficiency, such as US Tier 3 Bin 5, US light-duty vehicle fuel economy, US Heavy-Duty Fuel Efficiency/GHG Emission, California LEV III and as amended, US 2007/2010 Heavy-duty On-Highway, US Non-Road Tier 4, Euro 6c, Euro 6dTEMP, Euro 6d, current EU CO₂ targets, China 6a, China 6b or equivalent emission control and fuel efficiency standards, or other market demands. This category is intended to minimise real driving emissions (RDE) to levels required for Euro 6dTEMP (from 2017), Euro 6d (from 2020), Euro VI and China 6b (from 2023). Category 5 fuels enable sophisticated NOx and particulate matter after-treatment technologies.

Calidad del diésel: Recomendaciones OEMs

Los OEM requieren una mayor calidad de combustible, más allá de los requisitos legales de cada país

RECOMMENDATIONS FOR ALL MARKETS

Maintaining good fuel quality at the dispenser requires attention to the quality of the fuel upstream, including monitoring of other fuels and blend components that may be added during distribution. Good management practices should be required under local standards and applied throughout, from production and processing through distribution to fuel dispensing. The following recommendations apply broadly in all markets:

- Using additives that are compatible with engine oils, to prevent any increase in engine sludge or deposits of varnish.
- Not adding ash-forming components.
- Using good housekeeping practices throughout distribution to minimise contamination from dust, water, incompatible fuels and other foreign matter.
- Using pipeline corrosion inhibitors that do not interfere with fuel quality, whether through formulation or reaction with sodium.
- Labelling dispenser pumps adequately to help consumers identify the appropriate fuels for their vehicles. Pump labels should advise consumers to consult their vehicle owner's manual for specific guidance on fuel selection.
- Dispensing fuel through nozzles meeting SAE J285, 'Dispenser Nozzle Spouts for Liquid Fuels Intended for Use with Spark Ignition and Compression Ignition Engines.'
- When blending with FAME (biodiesel), using FAME that adheres to the B100 Guidelines published by the WWFC Committee.
- Where 'non-detectable' is shown for a given parameter, the lowest possible levels are expected with no intentional additions of the additive or contaminant.

Calidad del diésel: Diésel categoría 1

DIESEL FUEL SPECIFICATIONS

Category 1: Markets with no or first-level requirements for emission control; based primarily on fundamental vehicle/engine performance and protection of emission control systems, for example, markets requiring US Tier 0, EURO 1 or equivalent emission standards. This category is being retained only as a transitional fuel quality and will be retired in a future edition.

PROPERTIES	UNITS	LIMITS	
		MIN	MAX
Cetane Number		48.0	
Cetane Index ¹		48.0 (45.0) ¹	
Density @ 15°C	kg/m ³	820 ²	860
Viscosity @ 40°C	mm ² /s	2.0 ³	4.5
Sulphur ⁴	mg/kg		2000 ⁵
Oxidation stability ⁸			
Method 1	g/m ³		25
Method 2a (Rancimat, modified), or	hours	30	
Method 2b (Delta TAN), or	mg KOH/g		0.12
Method 2c (PetroOxy)	minutes	60	
FAME ⁹	% v/v		5%

Calidad del diésel: Diésel categoría 4

Category 4: Markets with advanced requirements for emission control, such as US Tier 2, US Tier 3, California LEV II, US 2007/2010 Heavy-duty On-Highway, US Non-Road Tier 4, EURO 4/IV, EURO 5/V, EURO 6/6b, EURO VI, JP 2009 or equivalent emission standards, or other market demands. Enables sophisticated NOx and PM after-treatment technologies.

PROPERTIES	UNITS	LIMITS	
		MIN	MAX
Cetane Number		55.0	
Cetane Index ¹		55.0 (52.0) ¹	
Density @ 15°C	kg/m ³	815 ²	840
Viscosity @ 40°C	mm ² /s	2.0 ³	4.0
Sulphur ⁴	mg/kg		10
Oxidation stability ⁹			
Method 2a (Rancimat, modified), or	hours	35	
Method 2b (Delta TAN), or	mg KOH/g		0.12
Method 2c (PetroOxy)	minutes	65	
Foam volume	ml		100
Foam vanishing time	sec.		15
Biological growth ¹⁰			Zero content
FAME ¹¹	% v/v		5

Calidad del diésel: metodología de pruebas

PROPERTIES	UNITS	ISO	ASTM	JIS	Other
Injector cleanliness, Method 1	% air flow loss				CEC F-23-01
Injector cleanliness, Method 2	% power loss				CEC F-98-08
Injector cleanliness, Method 3	Rank (demerits scale)				CEC F-110-16 ⁷

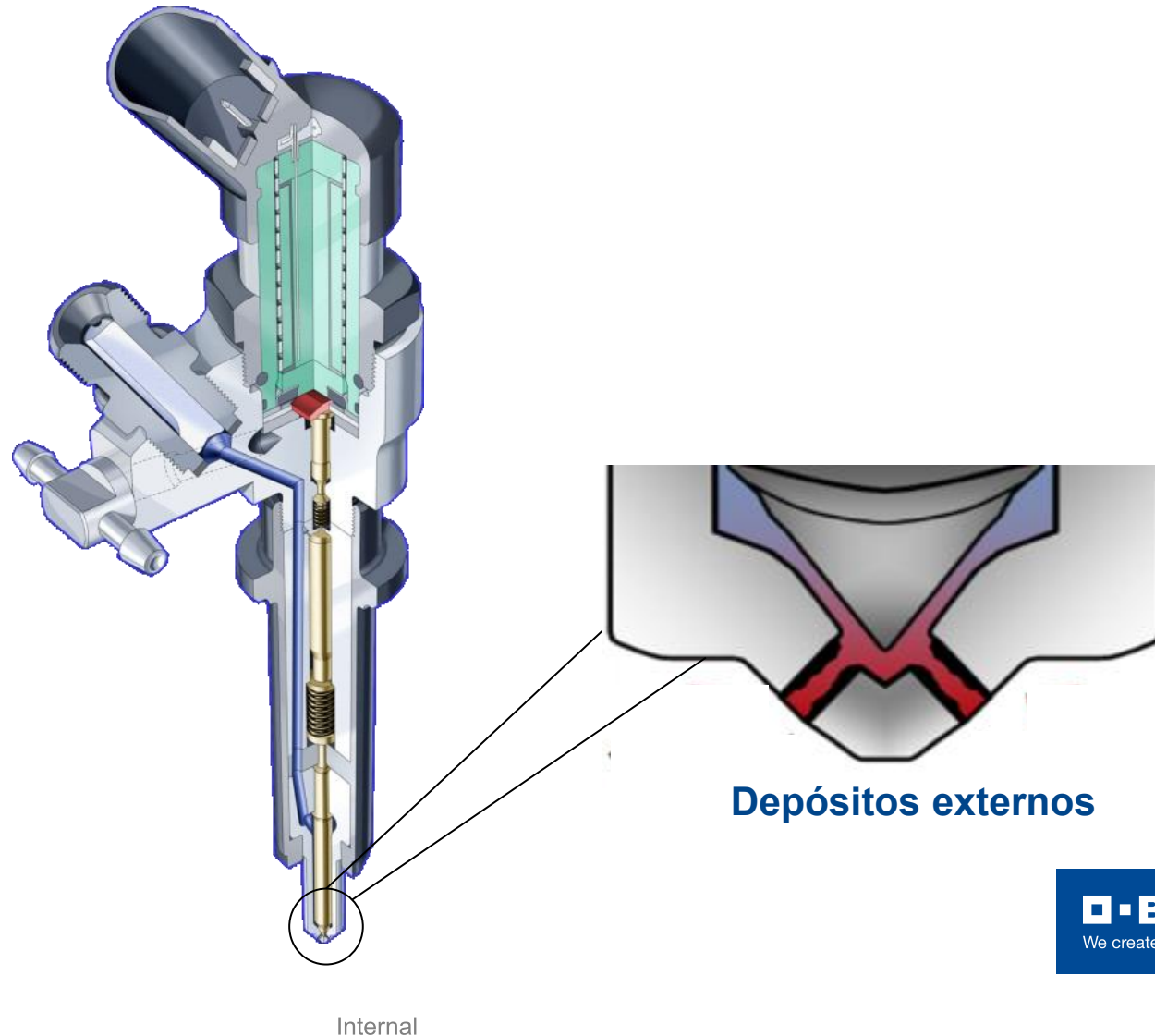


CEC

Pruebas internacionales de motores diésel

Formación de depósitos en los orificios del inyector diésel

CEC F-023-01 – Depósitos Externos



CEC F-023-01 – Motor Peugeot XUD9

Depósitos externos

Formación de depósitos en los orificios del inyector diésel

CEC F-023-01 – Depósitos Externos

Peugeot XUD9

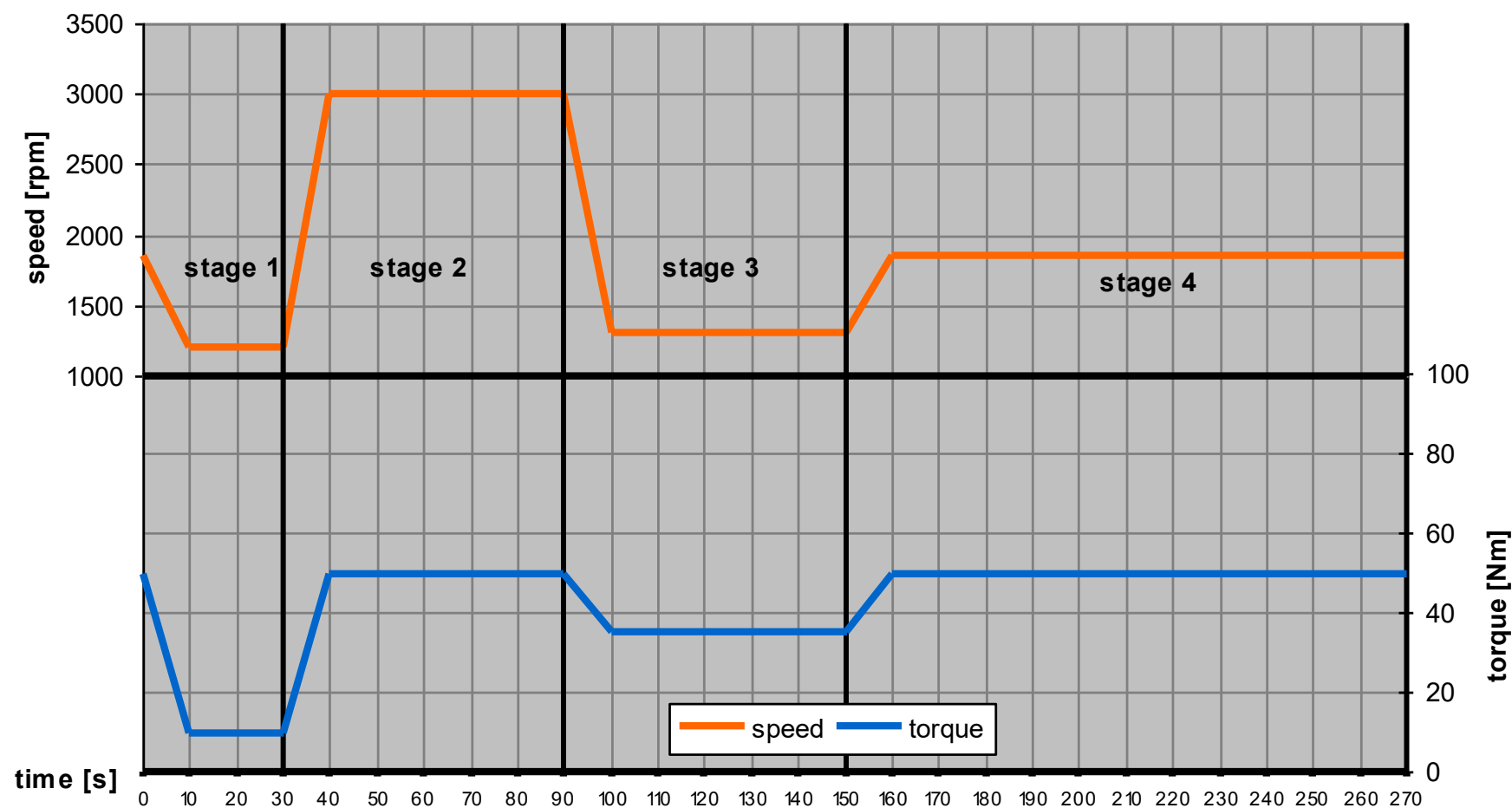


Internal

Fabricante	Peugeot PSA
Tipo	XUD9 A
Clindro	1905 cm ³
Inyecion	Indirecta
Max. Power	47 kW @3500 rpm

Formación de depósitos en los orificios del inyector diésel

CEC F-023-01 – Depósitos Externos



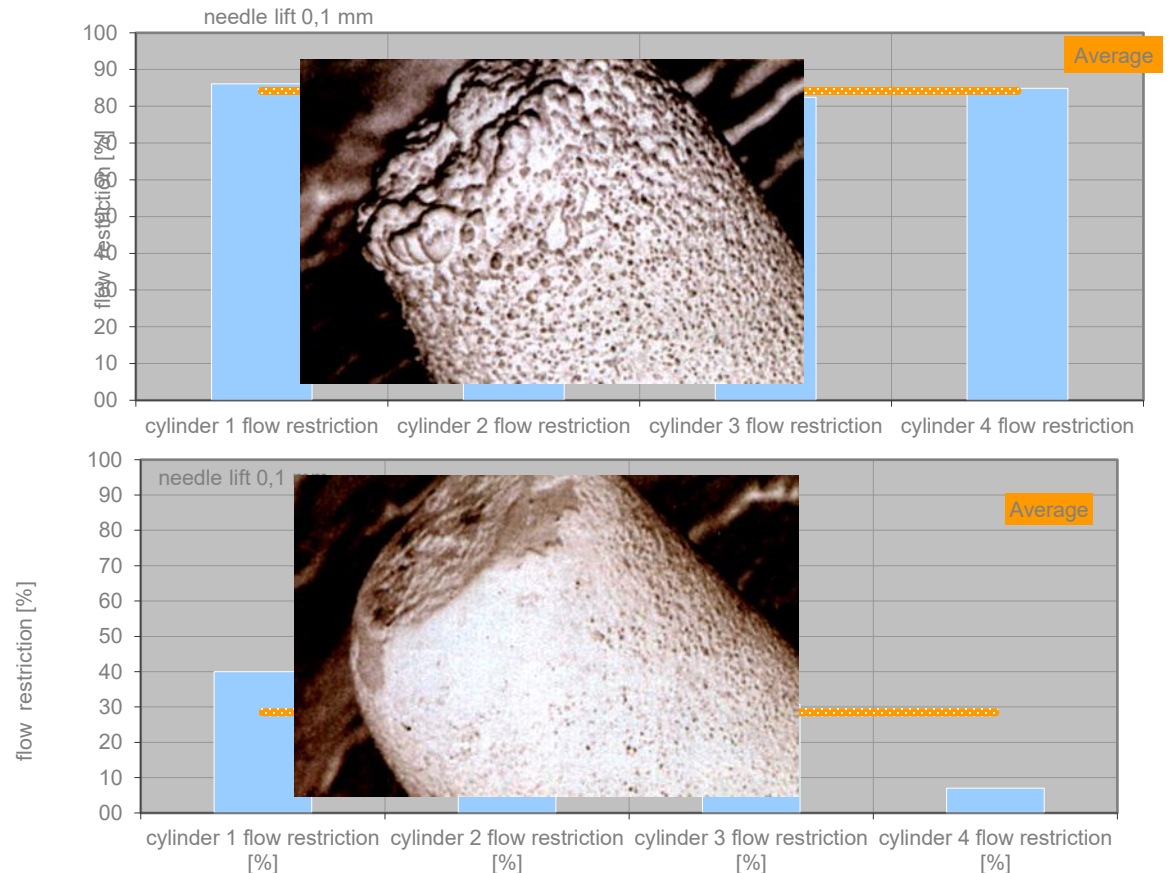
Ciclo de pruebas 133 repeticiones durante 10 h

Formación de depósitos en los orificios del inyector diésel

CEC F-023-01



Diésel sin aditivo



Diésel con aditivo

La coquización del inyector se demuestra haciendo pasar aire por el antes y después del ensayo. La restricción del flujo de aire es el resultado del ensayo.

CEC F-98-08 – Motor Peugeot DW10 B

Depósitos externos

Formación de depósitos en los orificios del inyector diésel

CEC F-98-08 – Depósitos Externos

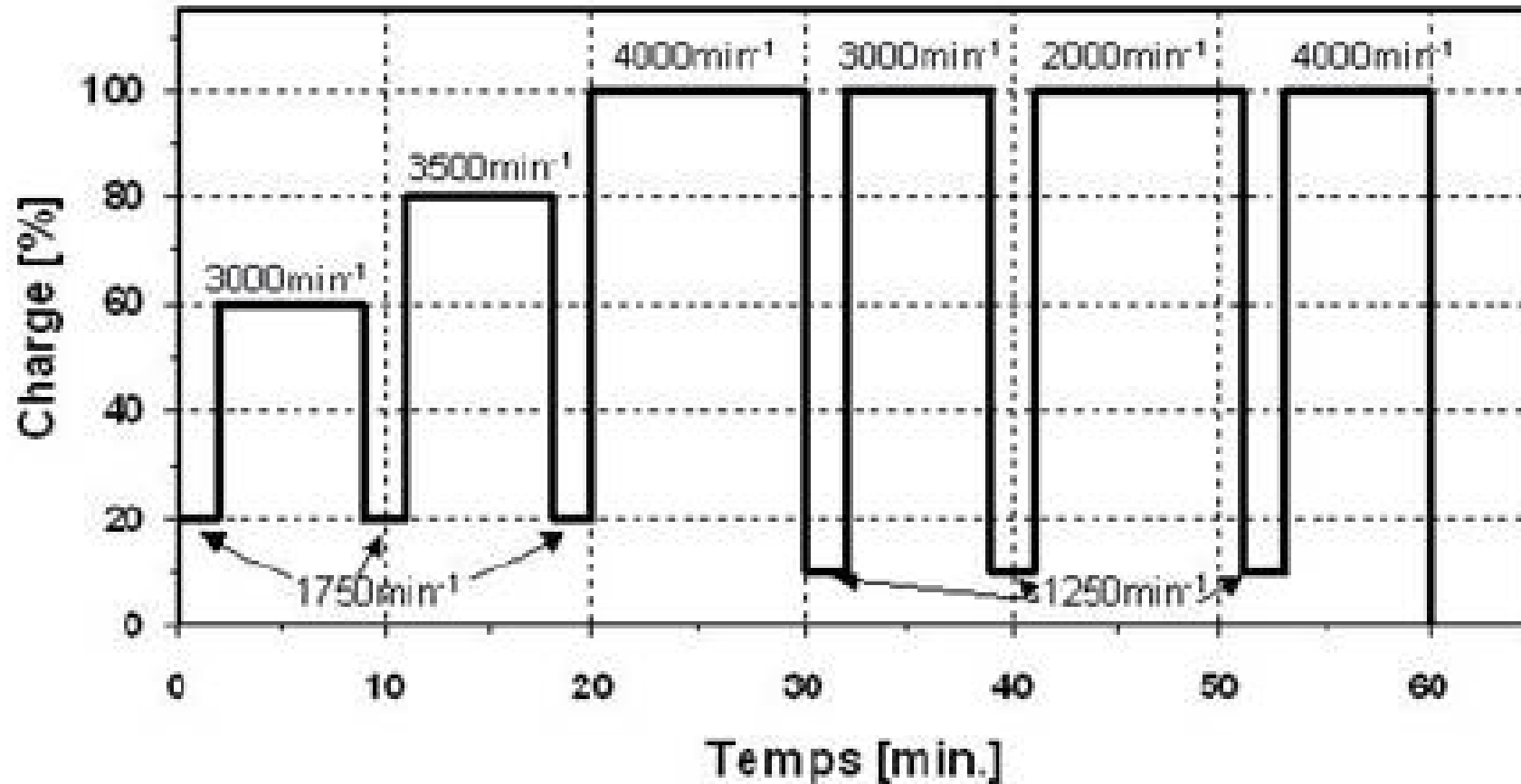
Peugeot DW10B



Fabrinacte	Peugeot PSA
Tipo	DW10B
Cilindro	1998 cm ³
Class	EURO4
Inyection: Continental	Common rail 6-hole piezo Injectors 1600bars max press
Max. Power	100 kW @4000 rpm
Torque	320 Nm @ 2000 rpm

Formación de depósitos en los orificios del inyector diésel

CEC F-98-08 – Depósitos Externos

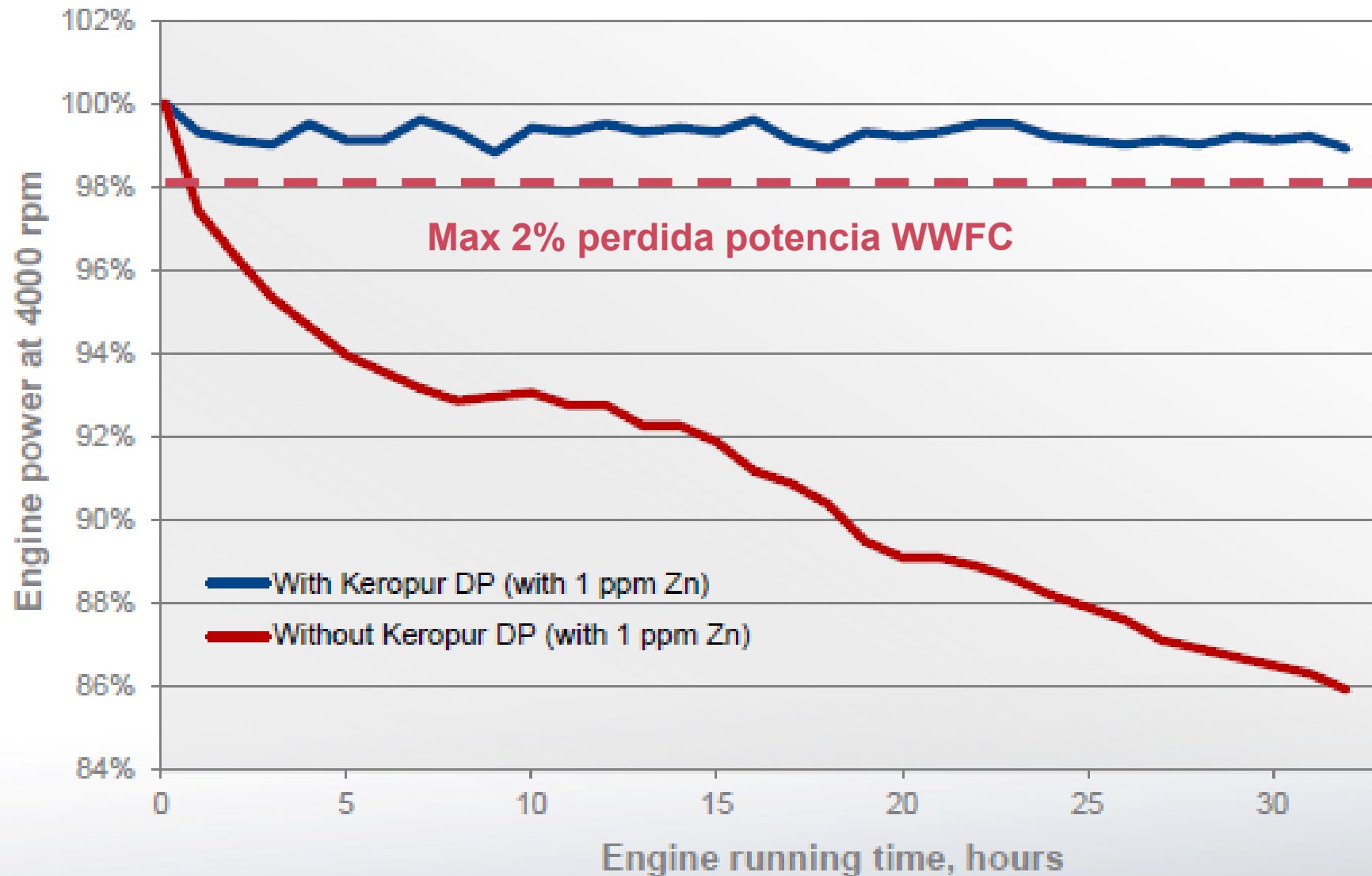


Ciclo de prueba:

4 sesiones de 8 horas = total de operación 32 horas

Diesel Common Rail Nozzle Coking

CEC F-098-08

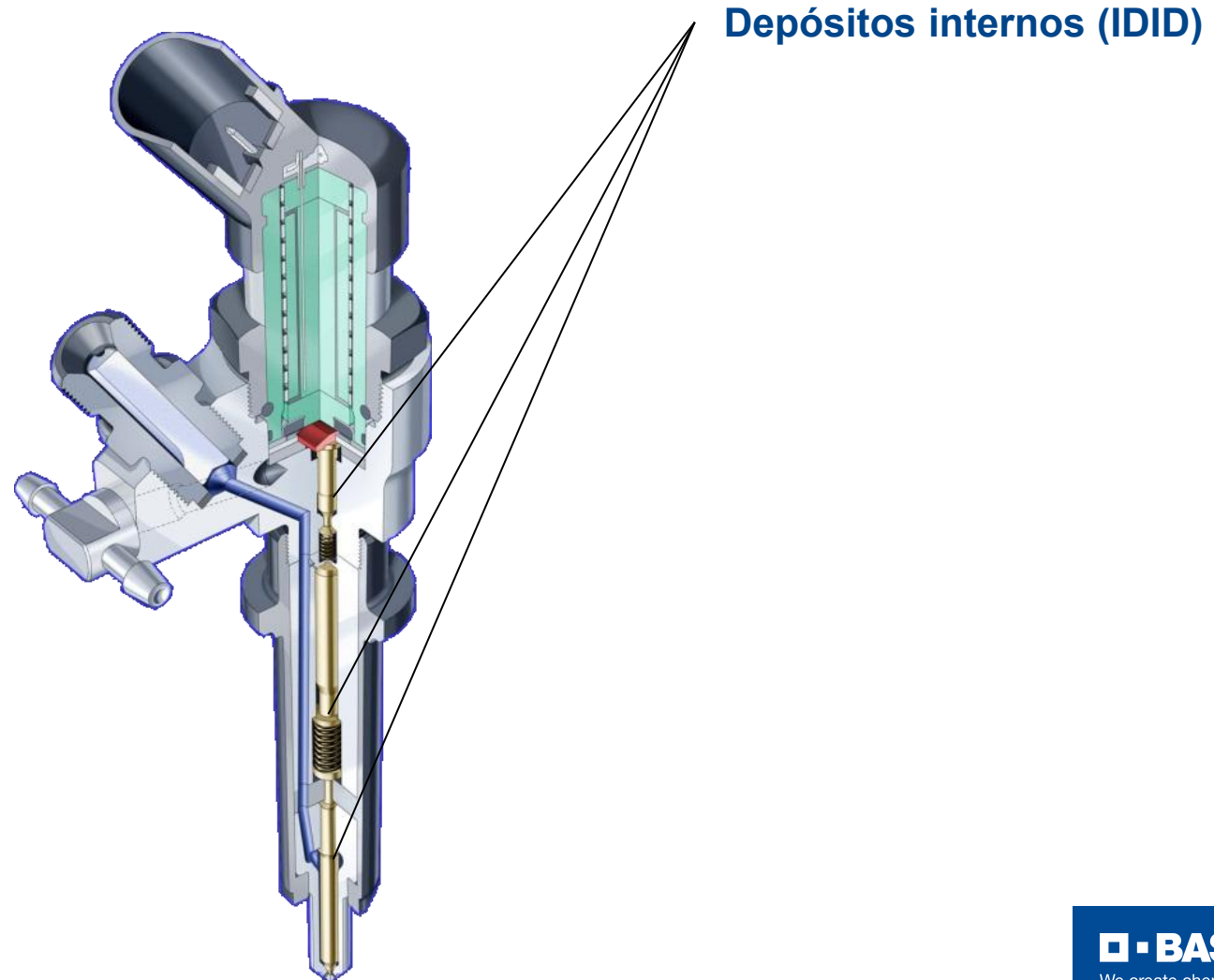


CEC F-110-16 – Motor Peugeot DW10C

Depósitos internos

Formación de depósitos internos en inyector diésel (IDID)

CEC F-110-16 Peugeot DW10C



Internal

Formación de depósitos internos en los inyectores

CEC F-110-16 Peugeot DW10C

DW 10C

EURO 5 Diesel Engine
Automotive application version

1997 cc

4 cylinders in line

Common Rail

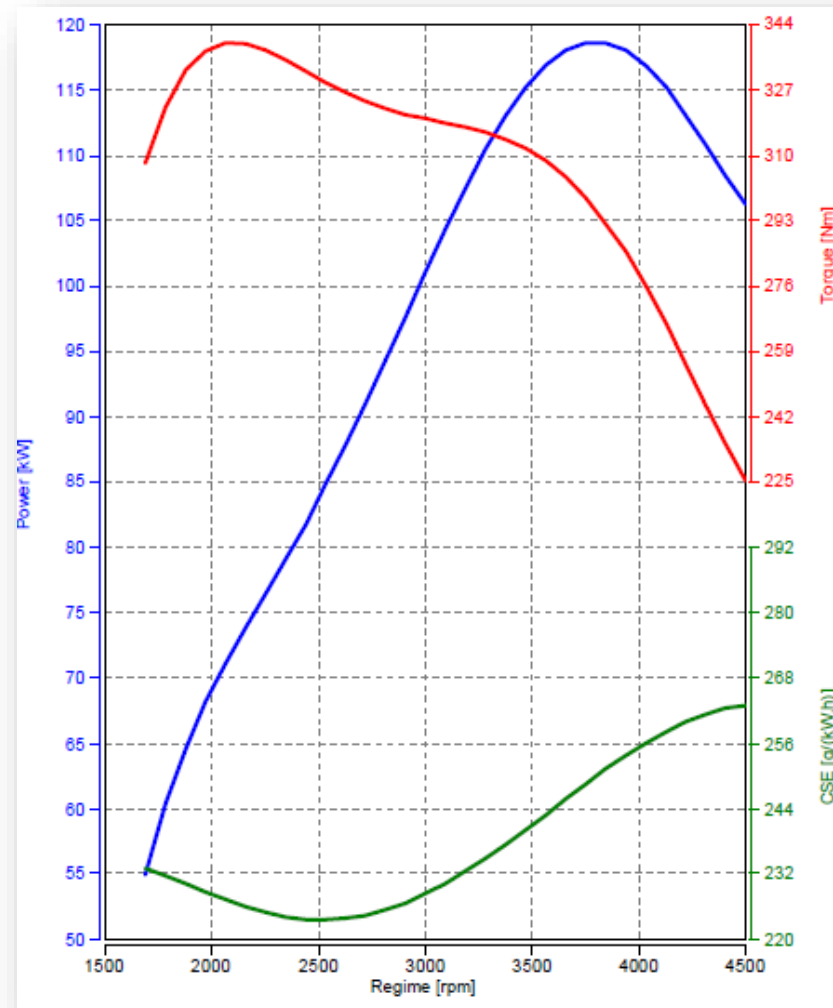
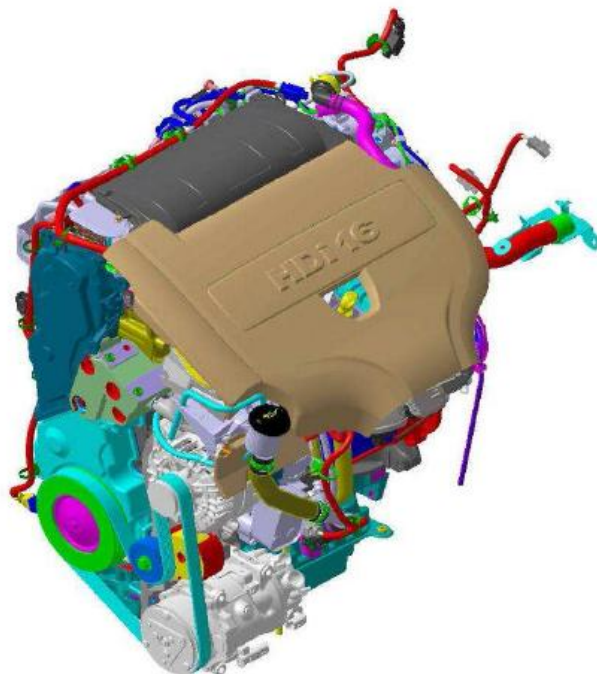
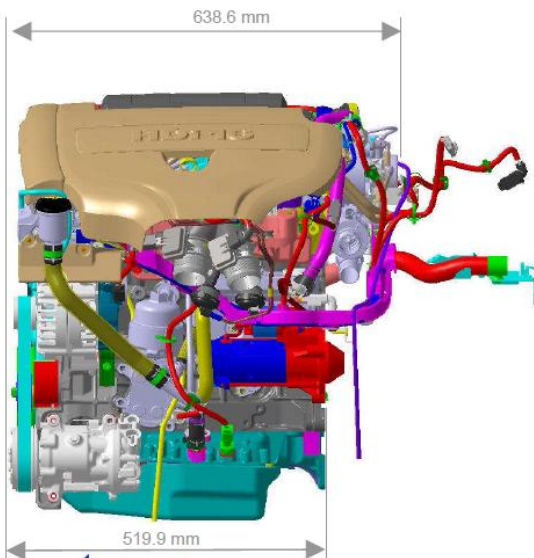
4 valves per cylinder

Variable Turbo Intercooled

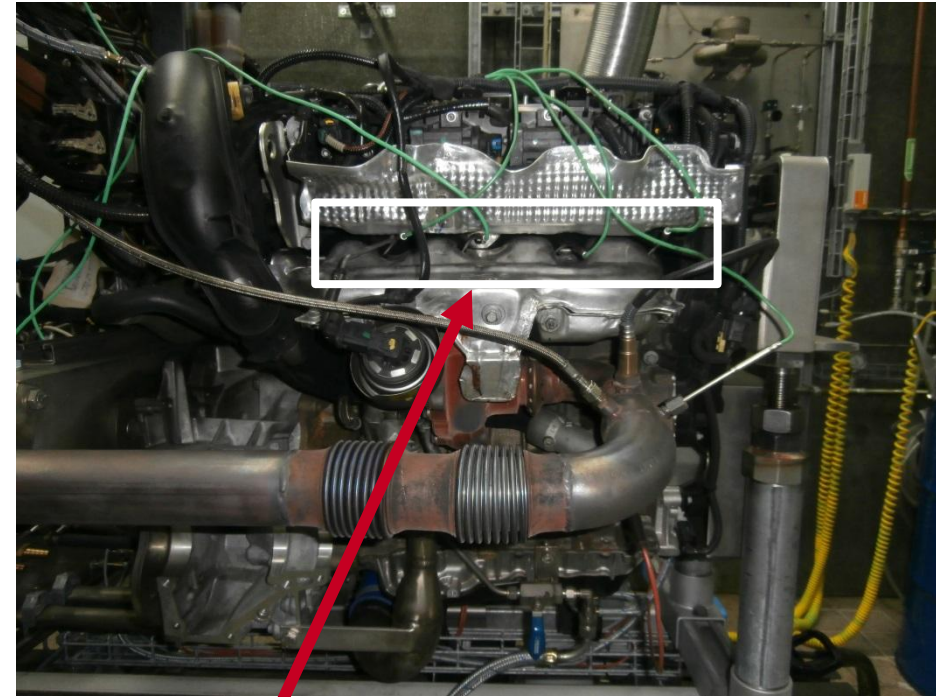
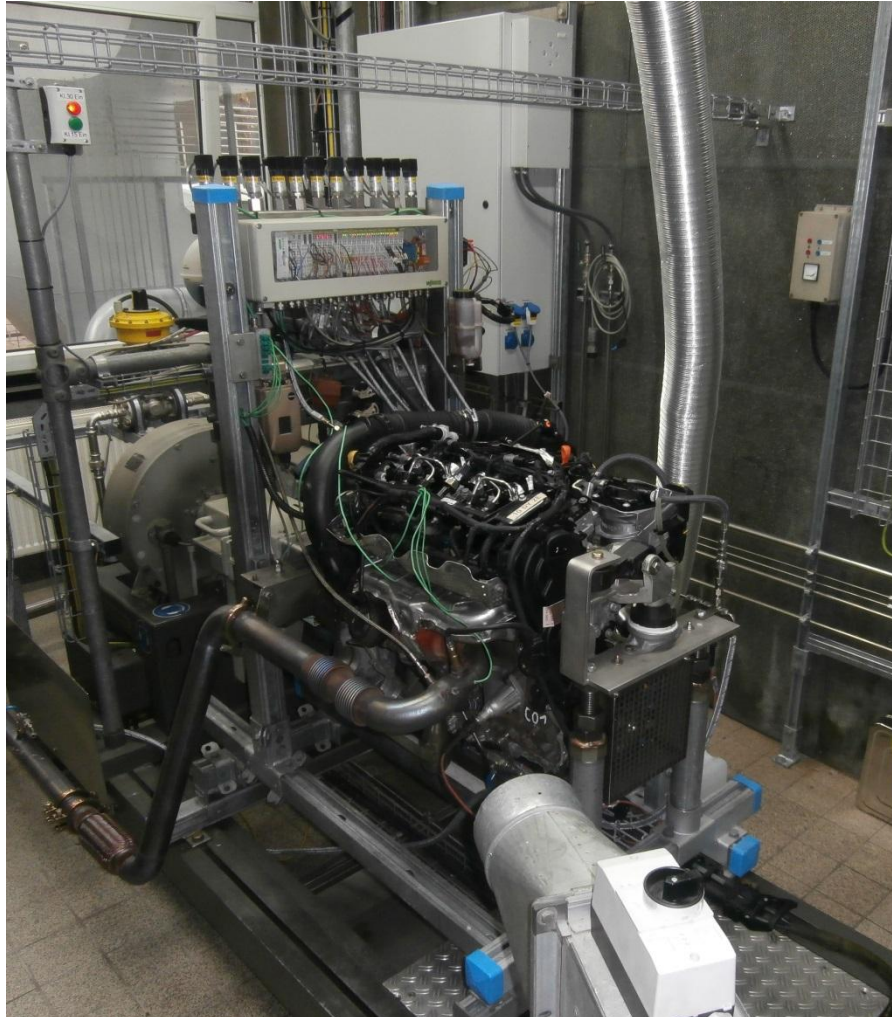
120 kW @ 3 750 rpm

340 Nm @ 2 000 rpm

Weight * : 167,7 Kg



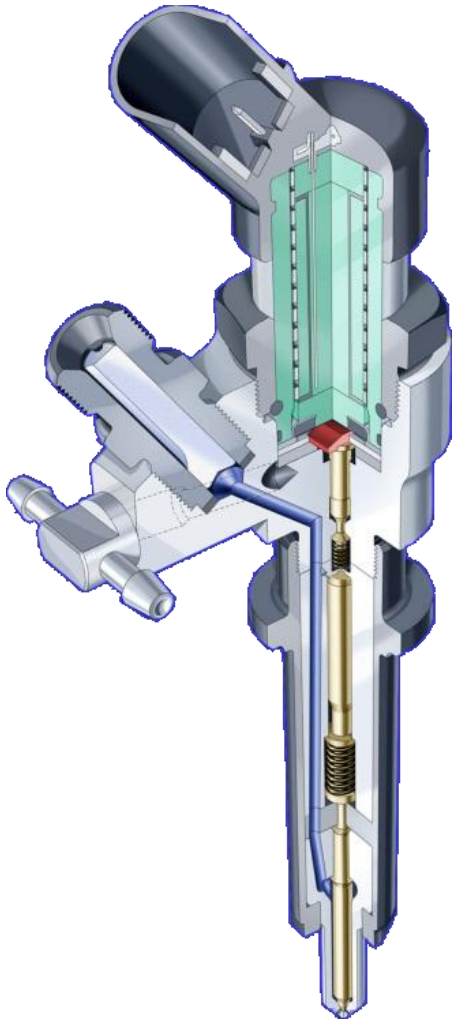
Formación de depósitos internos en los inyectores (IDID) CEC F-110-16 Peugeot DW10C



Medición de temperatura en los gases de escape

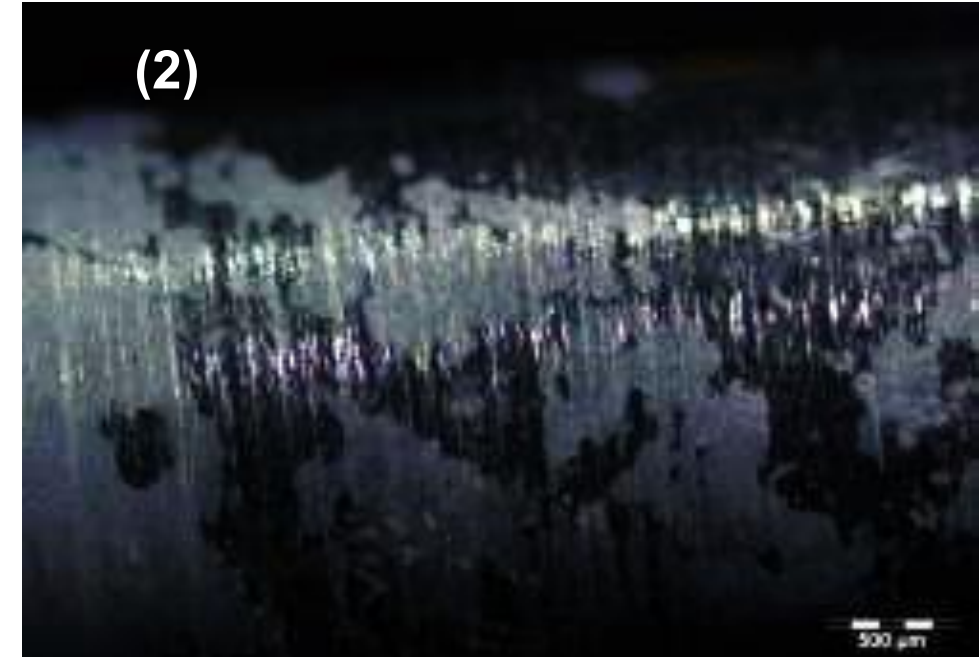
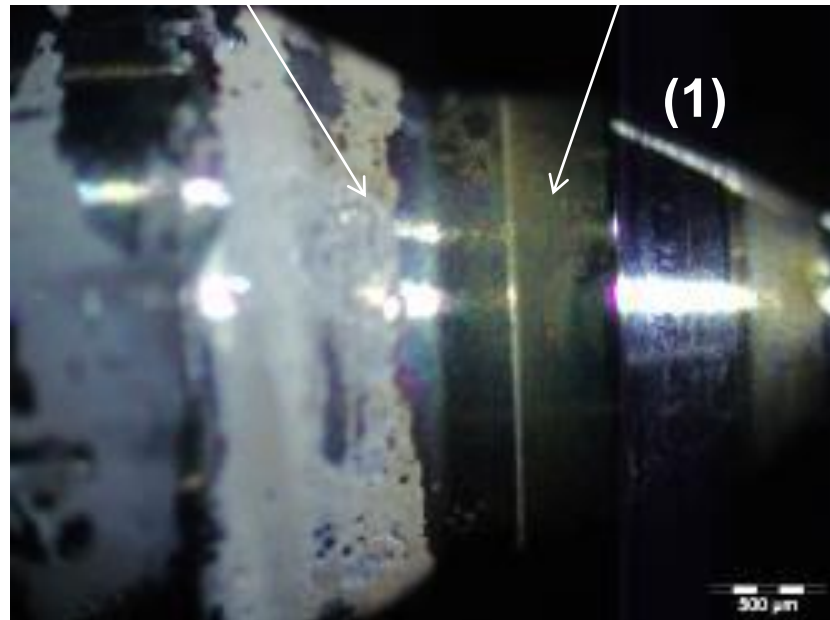
Formación de depósitos internos en los inyectores (IDID)

CEC F-110-16 Peugeot DW10C




Depósitos en la punta de la aguja
Jabonoso Depósito Polímero

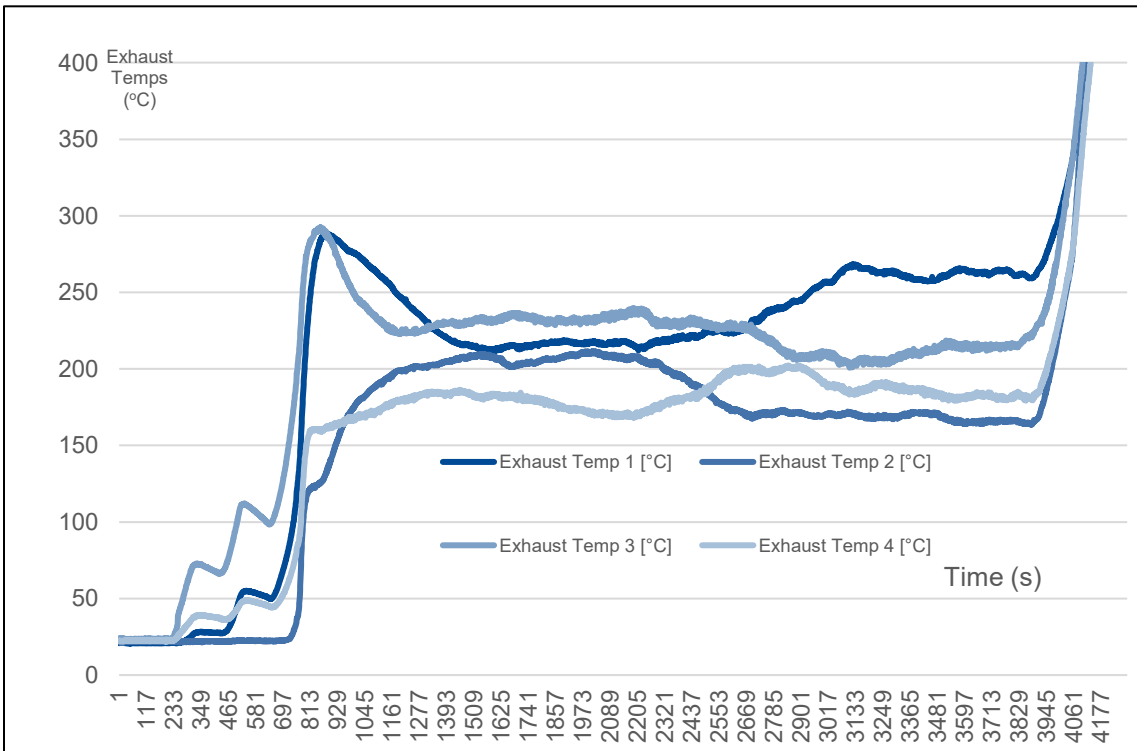
Depósitos de tipo jabonoso en el
émbolo




Formación de depósitos internos en los inyectores (IDID)

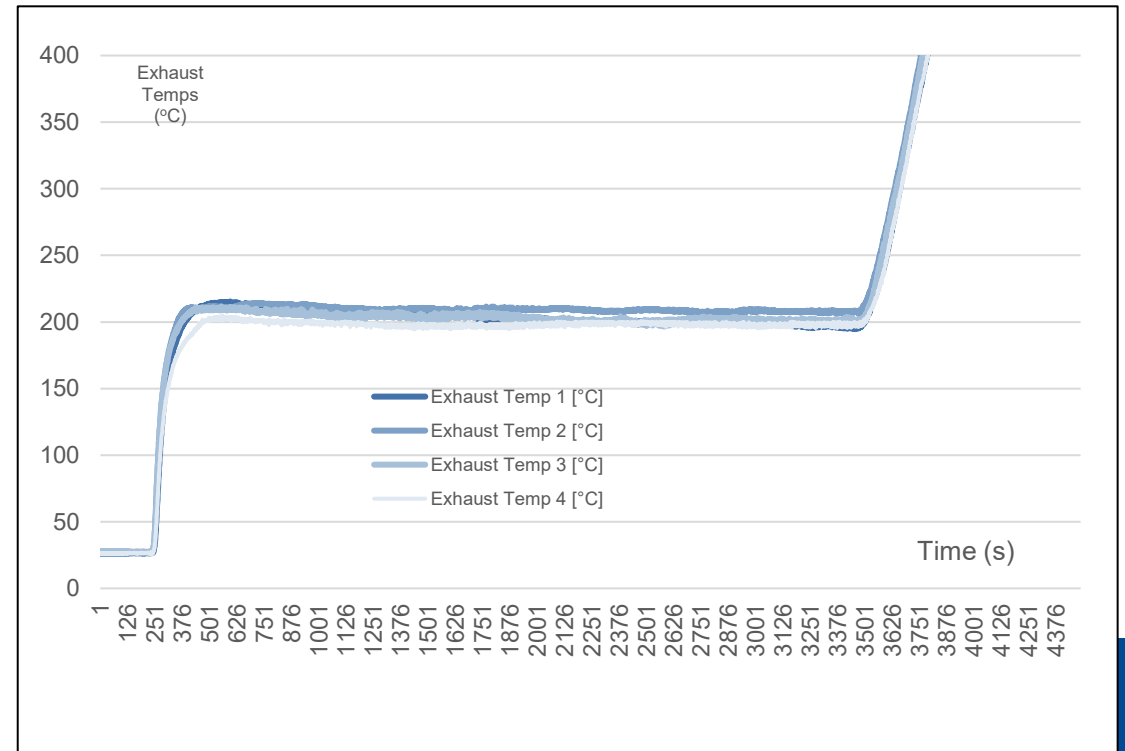
CEC F-110-16 Peugeot DW10C

- Resultados tras 15 horas de ciclo – Dirty Up
- La variación significativa de las temperaturas de los gases de escape muestra la presencia de depósitos
- Dificultad de encendido/arranque 



Diésel base, arranque en frío: resultado del ensayo, calificación 6.9

- Resultados tras un ciclo de limpieza de 5 horas con Keropur® DP
- Eliminación de depósitos con equilibrio de temperatura en los gases de escape
- Excelente encendido/arranque 



Diésel aditivado, arranque en frío: resultado, calificación 10



KEROPUR® DP

**“Estado del arte”
En aditivos para diésel**

BASF

We create chemistry

KEROPUR® Solución BASF para DIÉSEL

- Se utiliza para **mejorar el DIÉSEL** más allá de las especificaciones legales y de **los estándares del mercado**.
- KEROPUR®** es una solución para promover una **mejor conducción**, **aumentar la potencia** y **reducir potencialmente los costos de mantenimiento de los vehículos**.
- KEROPUR®** contribuye a la sostenibilidad, reduciendo el **consumo de combustible** y las **emisiones de gases contaminantes**.

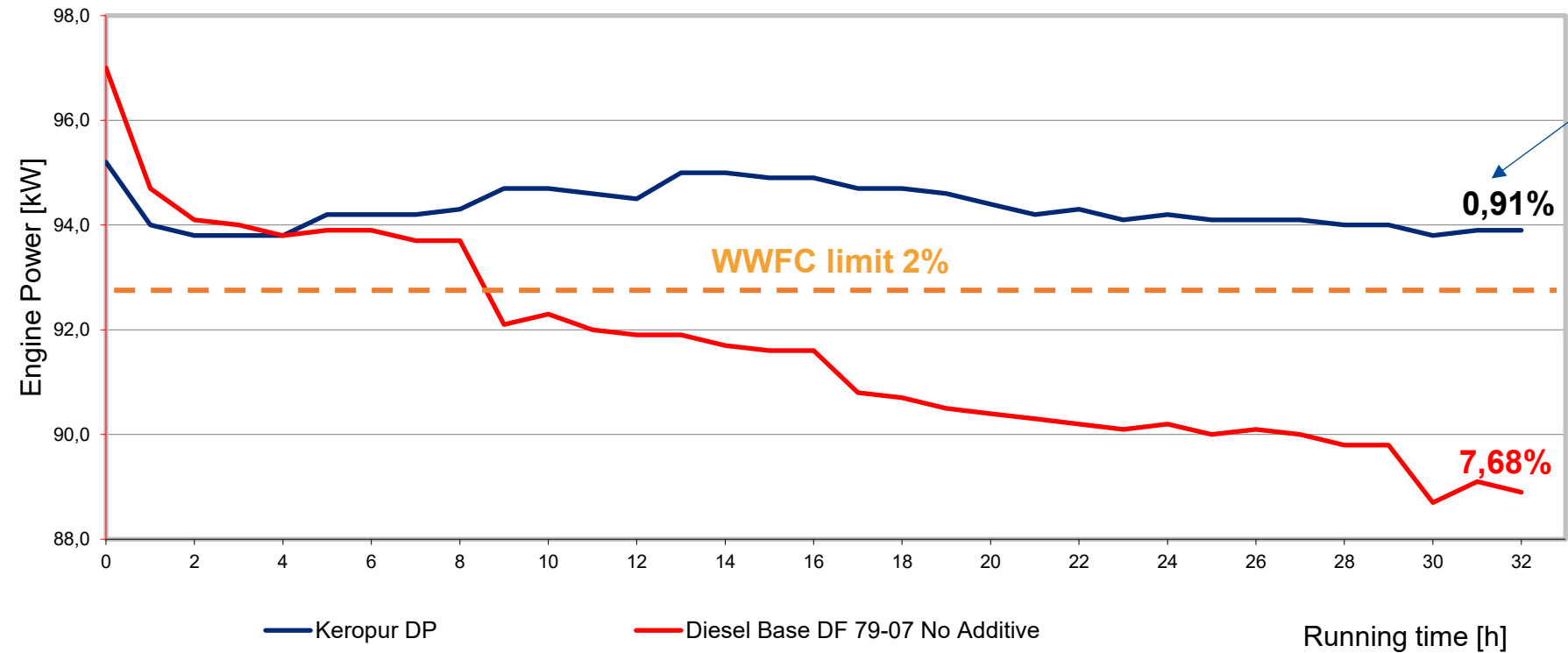
Aditivos multifuncionales para DIÉSEL



KEROPUR® DP – Keep Clean

Depositos Externos – CEC F-98-08 Motor DW10 B

CEC F 98-08, Keropur DP , keep clean, DF-79-07)

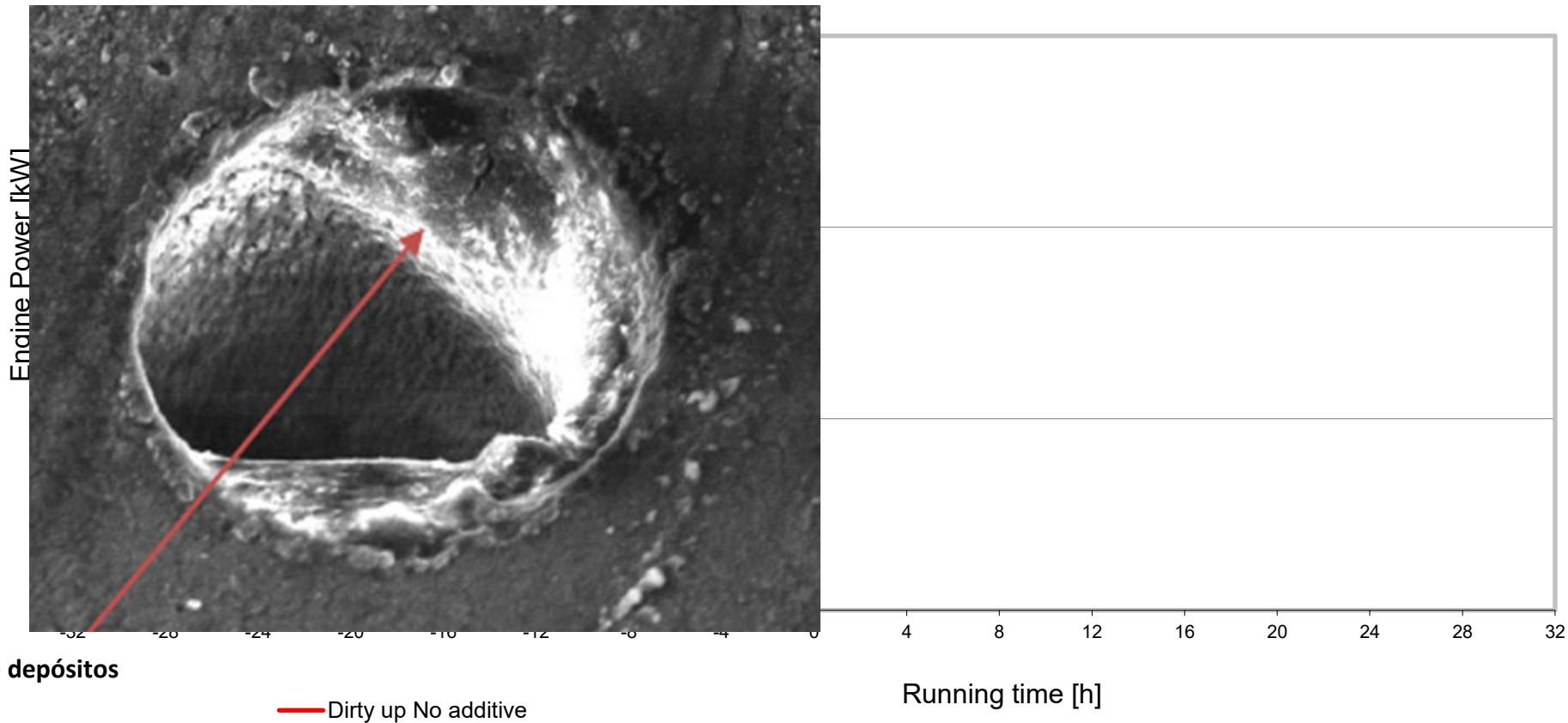


Mantiene los inyectores limpios – Keep Clean

KEROPUR® DP – Clean Up

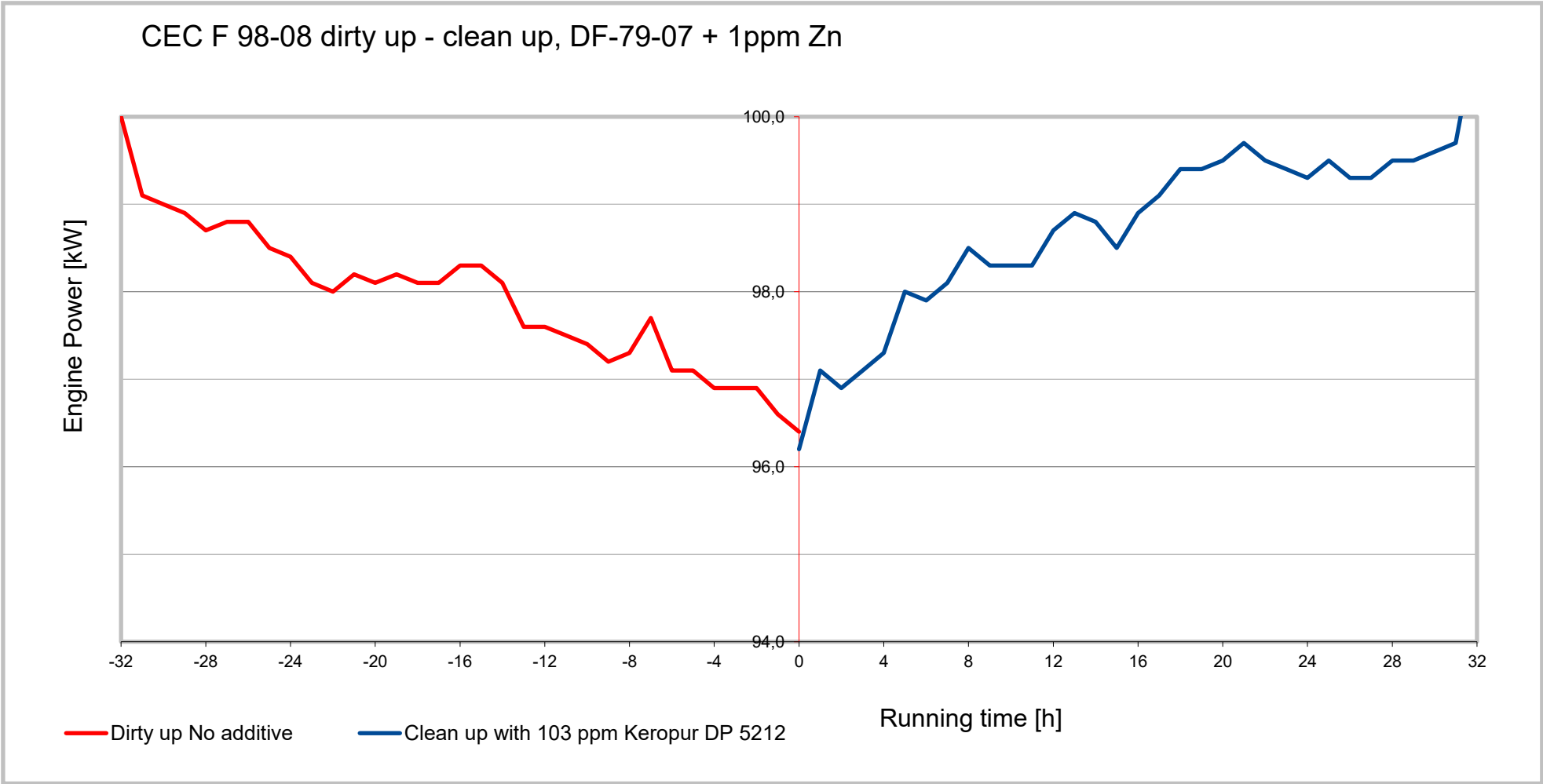
Depositos Externos – CEC F-98-08 Motor DW10 B

CEC F 98-08 dirty up - clean up, DF-79-07 + 1ppm Zn



KEROPUR® DP 5212 – Clean Up

Depositos Externos – CEC F-98-08 Motor DW10 B

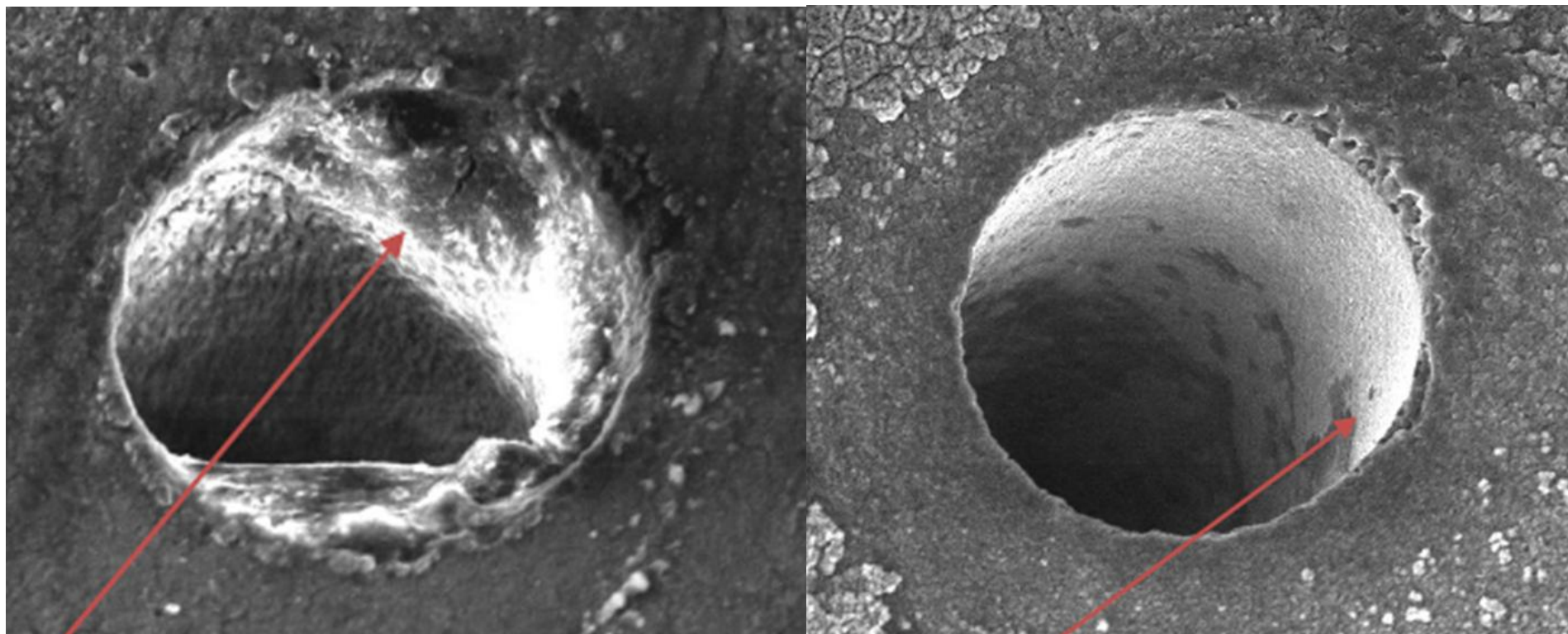


100% Clean Up
Recuperacion de
potencia en 100%

KEROPUR® DP 5212 – Clean Up

Depositos Externos – CEC F-98-08 Motor DW10 B

CEC F 98-08 dirty up - clean up, DF-79-07 + 1ppm Zn



100% Clean Up
Recuperacion de
potencia en 100%

Formação de depósitos

— Dirty up No additive

— Clean up con Keropur DP

Running time [h]

Desempeño de protección contra la corrosión (ASTM D-665 A)



B7

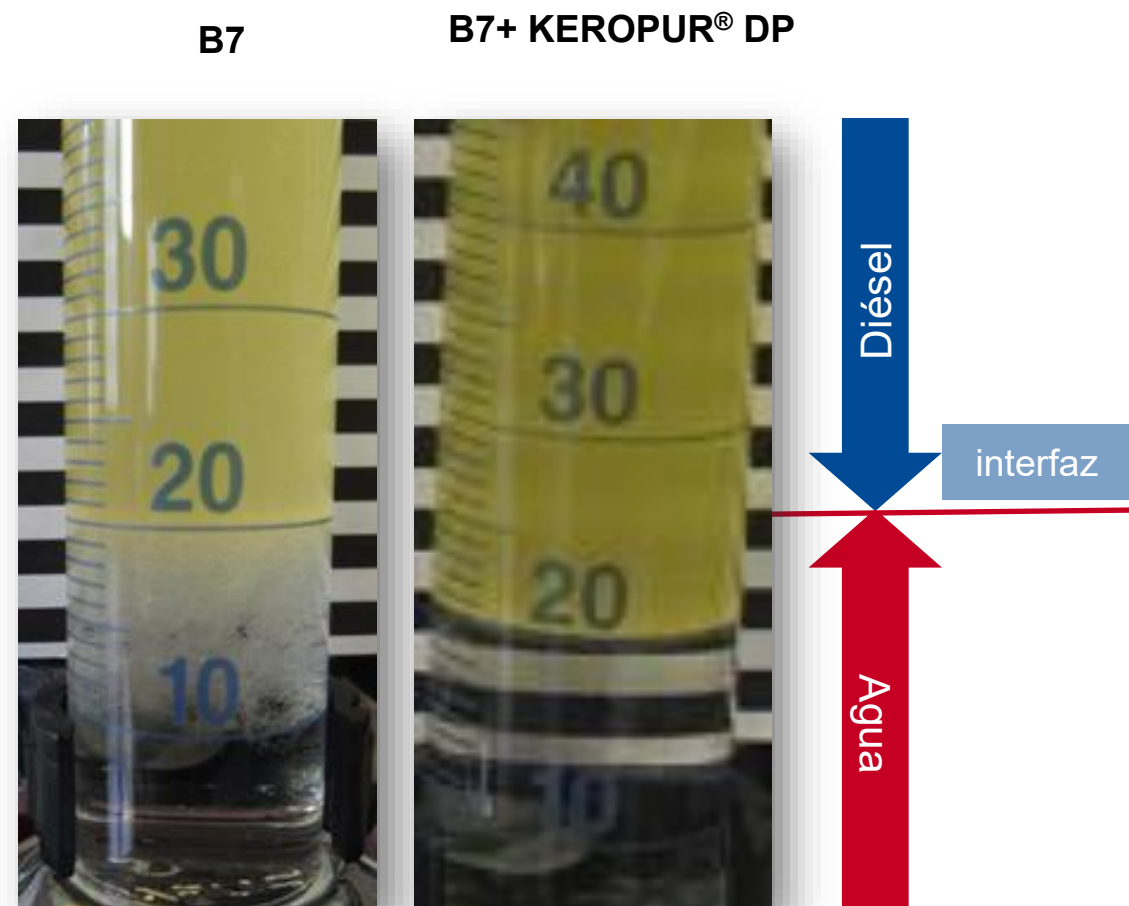


B7 + KEROPUR® DP

- La corrosión del sistema de combustible tiene un impacto grave en el sistema de inyección de combustible, como la línea de combustible, el inyector y la bomba de combustible.
El óxido producido por una corrosión severa puede obstruir los filtros y las líneas de combustible.
- KEROPUR® DP muestra un excelente desempeño de protección contra la corrosión, que ayuda a proteger contra la corrosión el tanque de combustible, la línea de combustible y el sistema de inyección de combustible.
- Resultados
 - Método: ASTM D-665 A (con agua destilada)
 - Combustible: B7
 - KEROPUR® DP clasificación A (sin corrosión)

Desempeño de separación de agua (ASTM D 1094)

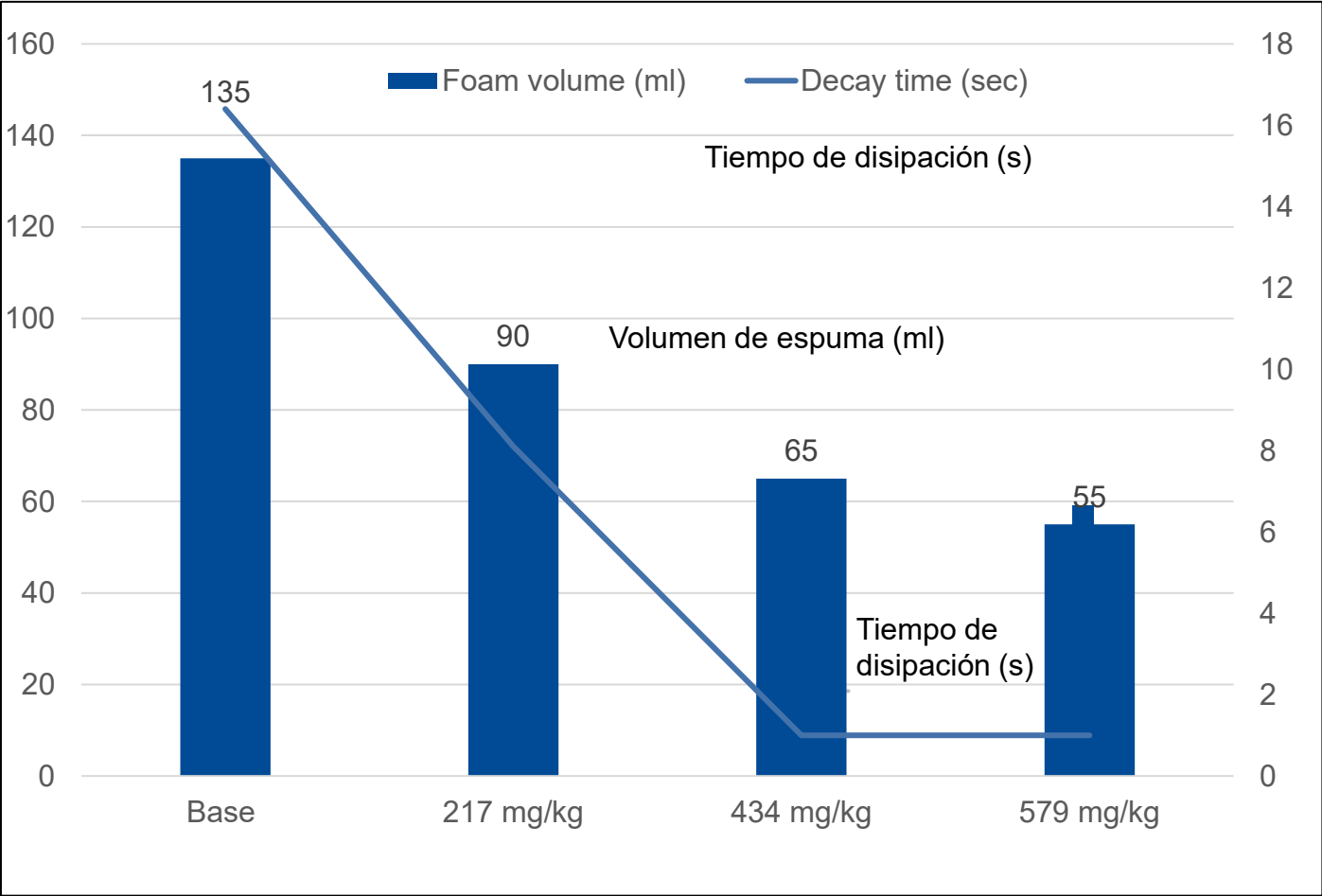
- Una buena separación de fases es crucial para evitar que el agua presente en los tanques de almacenamiento sea arrastrada a partes sensibles como la bomba y el motor.
- El agua en forma de emulsión puede causar problemas como obstrucción del filtro de combustible, crecimiento microbiano y corrosión.
- KEROPUR® DP mejora la separación de agua en comparación con diesel sin aditivo.



Control de espuma (NF M 07-075)

Combustible: B7

Volumen de espuma (ml)



Sin
KEROPUR

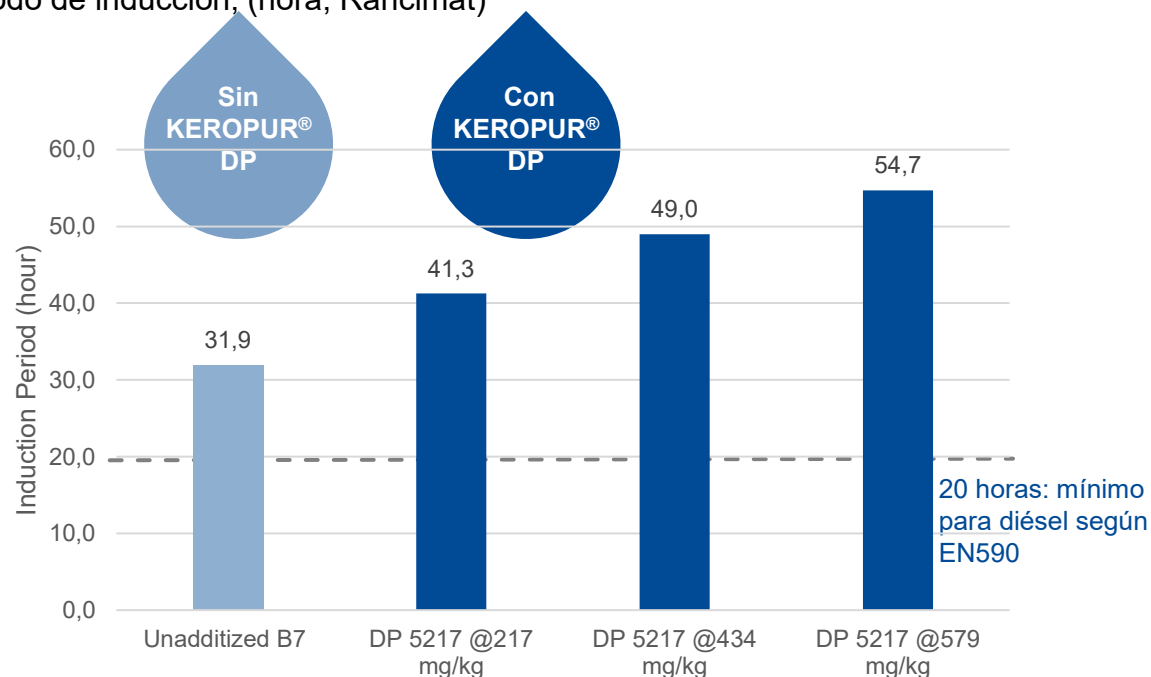
Con
KEROPUR

Mejora de la estabilidad del combustible

Ensayo DIN EN 15751/Rancimat test

Pruebas de estabilidad a la oxidación en combustible B7

Período de inducción, (hora, Rancimat)

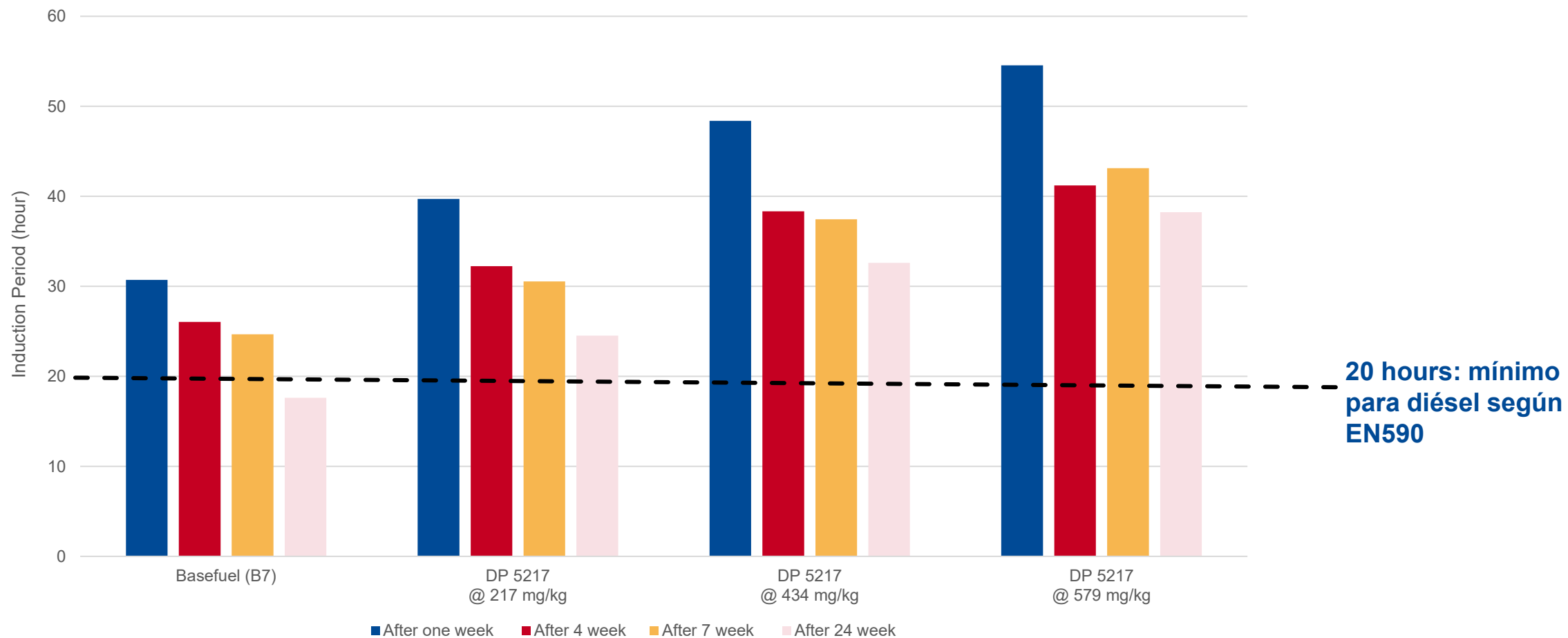


- KEROPUR® DP mejora significativamente la estabilidad del combustible que contiene FAME (válido para diferentes orígenes y contenidos de FAME)

Un mayor tiempo indica una mejor estabilidad del combustible

Estabilidad mejorada del combustible

Ensayo DIN EN 15751/Rancimat prueba

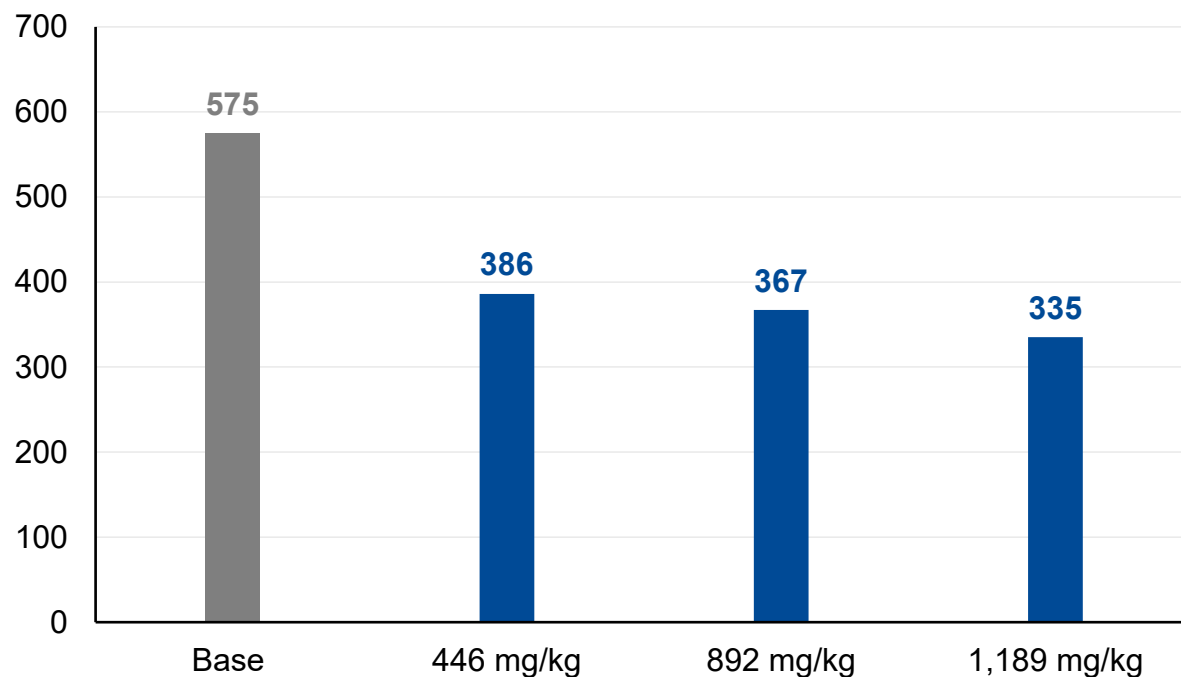


Un mayor tiempo indica una mejor estabilidad del combustible

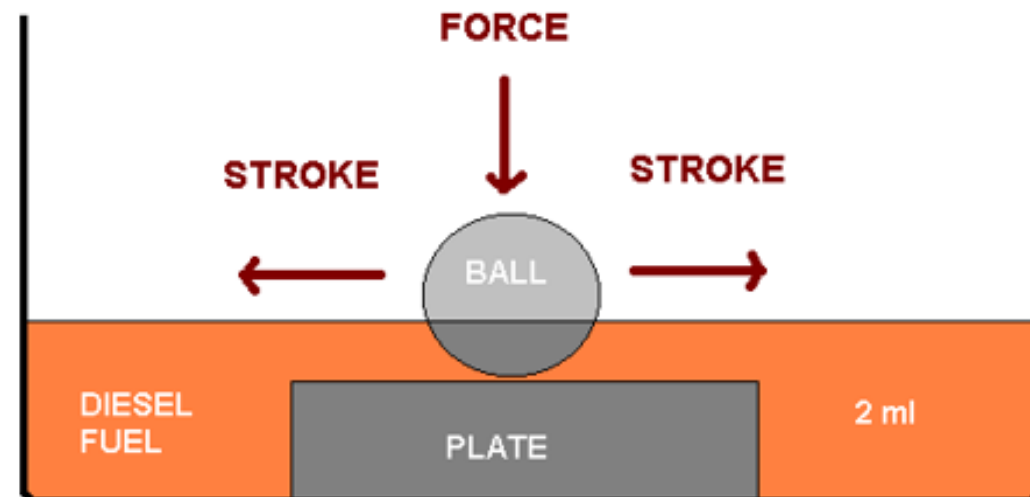
Mejora de la lubricidad (ensayo DIN ISO 12156-1/HFRR)

Combustible: B0

HFRR, WSD (μm)



- El combustible diésel con baja lubricidad, como el diésel de bajo azufre sin tratar, provoca un desgaste rápido en el sistema de inyección de diesel
- mayor lubricidad (menor huella HFRR) reduce el desgaste de las bombas de combustible.
- KEROPUR® DP, formulado con mejorador de lubricidad, puede reducir significativamente el diámetro de la huella de desgaste (WSD).

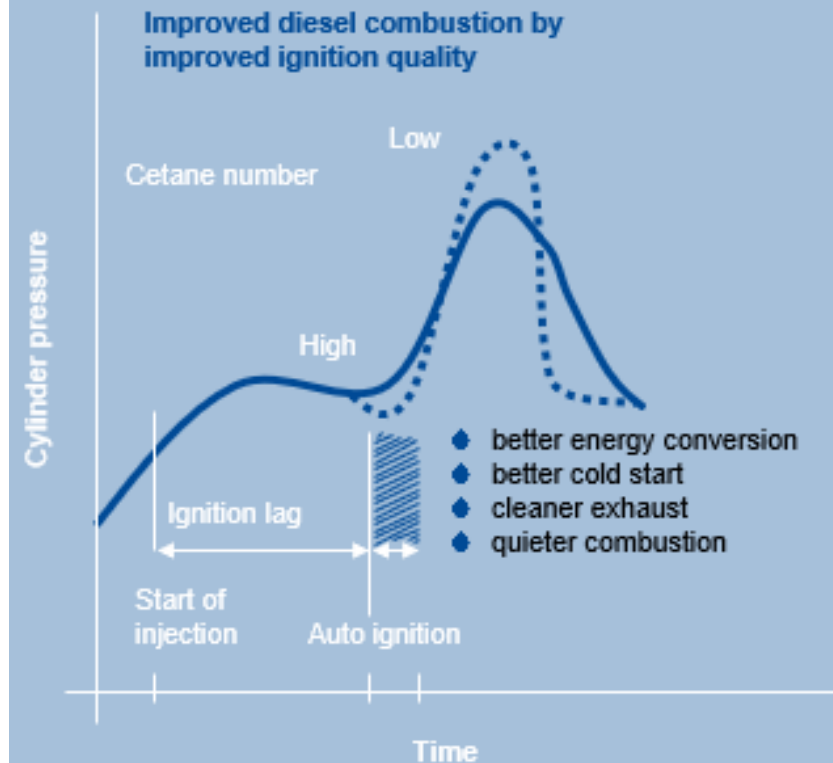
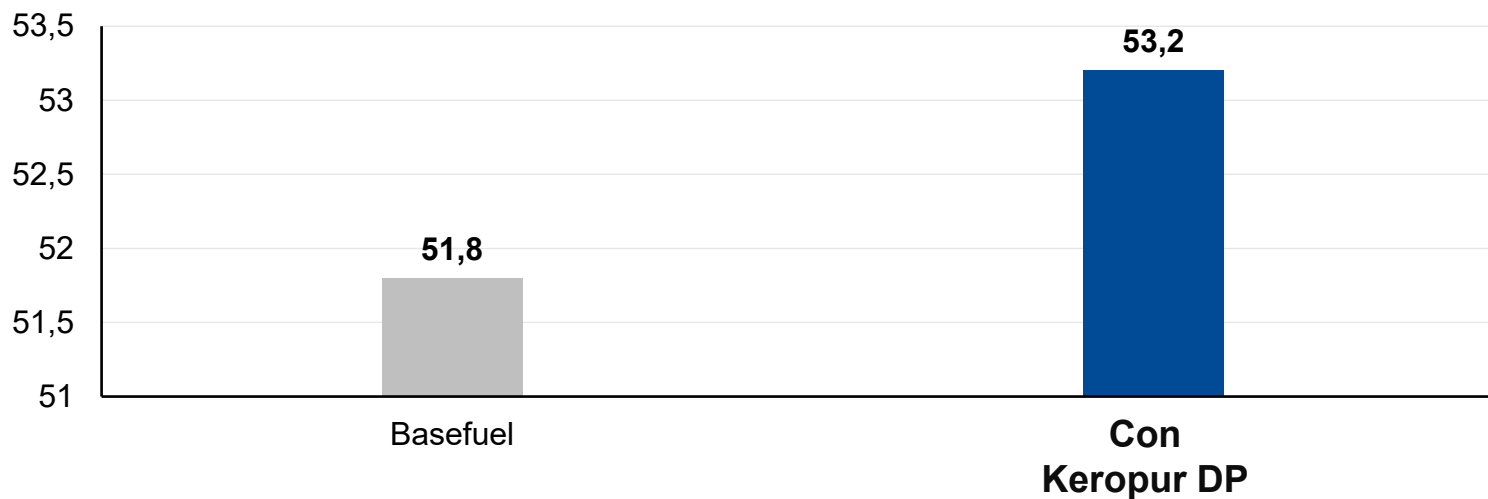


Mejora del número de cetano

Combustible: B7

Medición del número de cetano

Número de cetano (ASTM D613)



- El número de cetano (CN) es una medida clave de la calidad de combustión del diésel; describe la calidad de ignición del combustible
- Un CN más alto reduce el retraso de ignición (tiempo entre ignición y combustión) y modera el aumento de presión

MUCHAS GRACIAS / OBRIGADO



We create chemistry

¿DUDAS / PREGUNTAS?

1. Clasificación y función de los aditivos en diésel

- ¿Cuáles son las familias de aditivos para diésel que BASF produce actualmente (ej. Keropur®, Kerobrisol®) y qué problemas específicos de la química del combustible resuelven?
- Desde la perspectiva de BASF, ¿cómo se diferencia químicamente un detergente de "mantener limpio" (Keep-Clean) frente a uno de "limpieza profunda" (Clean-Up) en motores Euro VI?

2. Impacto de los aditivos sobre la calidad del combustible

- Dada la mezcla de biocombustibles en Colombia, ¿qué soluciones ofrece BASF para mitigar la inestabilidad oxidativa y la formación de sedimentos en mezclas de diésel con altos porcentajes de FAME?
- ¿Cómo influye la tecnología de BASF en la reducción del retraso de ignición y cuál es el impacto medible en la reducción de ruido y vibraciones del motor?

3. Evaluación y validación técnica

- ¿Qué metodologías de prueba propietarias o estándares (como el ensayo de inyectores CEC F-98-08 DW10) utiliza BASF para garantizar que sus aditivos superan las exigencias de los fabricantes de equipo original (OEM)?
- ¿Cómo valida BASF que los resultados obtenidos en pruebas de banco de motor se repliquen efectivamente en las condiciones topográficas y de operación de flotas en países de topografía compleja?

4.Riesgos técnicos y operacionales

- ¿Qué estudios tiene BASF sobre la compatibilidad de sus aditivos con los Filtros de Partículas Diésel (DPF) y sistemas SCR para asegurar que no existan depósitos de cenizas metálicas que afecten la vida útil del catalizador?
- ¿Qué recomendaciones de manejo tiene BASF para evitar la incompatibilidad química cuando se mezclan diferentes paquetes de aditivos en la cadena de distribución (terminal vs. estación de servicio)?

5.Experiencia internacional y regulación

- ¿Cómo ha sido la experiencia de BASF adaptando sus tecnologías a los marcos normativos de Brasil o México, y qué lecciones pueden transferirse al contexto colombiano?
- Considerando su presencia global, ¿cuál es el volumen de participación de BASF en el mercado de hidrocarburos y cómo ha evolucionado su tecnología conforme las normas EPA y Euro se han vuelto más estrictas?

6.Control de mercado y verificación

- ¿Existen tecnologías de "mercado" o trazadores químicos dentro de los aditivos de BASF que permitan al regulador verificar la dosificación correcta en cualquier punto de la cadena logística?
- ¿Qué mecanismos de soporte técnico ofrece BASF a los Ministerios o entes reguladores para distinguir entre una ficha técnica de soporte científico y una simple afirmación comercial?

7. Elementos para el desarrollo regulatorio

- Según la experiencia de BASF en otras jurisdicciones, ¿debería Colombia adoptar estándares basados en el desempeño del combustible final o en la certificación de los componentes individuales del aditivo?
- ¿Cómo recomienda BASF establecer los límites de "No Harm" (No Daño) en la regulación para evitar que una sobredosificación afecte las propiedades físicas del diésel (como la viscosidad o el punto de inflamación)



We create chemistry