

BIOCOMBUSTIBLES. Biodiesel. Especificaciones

BIOFUELS. Biodiesel. Specifications

2007-10-30
1ª Edición

“Este documento se encuentra en etapa de estudio, sujeto a posible cambio. No debe ser usado como Norma Técnica Peruana.”

Precio basado en ## páginas

I.C.S.:(numeración)

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Biodiesel, biocombustibles, biofuels, Diesel, especificaciones

[Handwritten signatures and initials]

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	7
4. DEFINICIONES	8
5. MÉTODOS DE ENSAYO	9
6. REQUISITOS	11
7. MANUFACTURA	11
8. PALABRAS CLAVES	11
9. ANTECEDENTES	11
ANEXO A	13
ANEXO B	14
ANEXO C	21

E P
8/10
for
J. R. Val
i
his
PSC

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 El presente Proyecto de Norma Técnica Peruana fue elaborado por el Subcomité Técnico de Normalización de Biocombustibles, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de octubre del 2006 a marzo del 2007, siendo aprobado como Proyecto de Norma Técnica Peruana, el 30 de octubre del 2007.

A.2 El Subcomité Técnico de Normalización de Biocombustibles presentó al Comité Técnico de Normalización de Petróleo y Derivados y a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2007-10-30, el **PNTP 321.125:2007 BIOCOMBUSTIBLES. Biodiesel. Especificaciones**, para su revisión y aprobación, previa a la etapa de discusión pública.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE NORMA TECNICA PERUANA

SECRETARÍA	Dirección General de Hidrocarburos DGH – MEM
SECRETARIA TÉCNICA	Priscila Santiváñez
COORDINADOR	Ricardo Díaz
ENTIDAD	REPRESENTANTE
BIODIESEL PERÚ INTERNATIONAL S.A.C.	Jorge Gamero Lía Salmón
INDUSTRIAS DEL ESPINO S.A.	Ronald Campbell Efraín Tisoc
HEAVEN PETROLEUM OPERATORS S.A.C.	Luz Tornique Enrique Herrera
PERUANA DE COMBUSTIBLES S.A. – PECSA	Eduardo Hare Karina Salcedo

REFINERÍA LA PAMPILLA S.A. – RELAPASA	Francisco Miranda
ASOCIACIÓN DE REPRESENTANTES AUTOMOTRICES DEL PERÚ – ARAPER	Peter Davis
EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A.	Antonio Godoy
MINISTERIO DE VIVIENDA Y SANEAMIENTO – Comité de Aire Limpio	Gladis Macizo
MINISTERIO DE AGRICULTURA – Dirección Nacional de Cultivos	Alexander Chávez
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS – Dirección General de Hidrocarburos	Hayde Cunza
PROINVERSIÓN – Dirección de Promoción de Inversiones	Emilio Cilloniz
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA – CERTIPETRO UNI	Beatriz Adaniya
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA	Liliana Castillo
SOLUCIONES PRÁCTICAS – ITDG	Javier Coello

---0000000---

iii

[Handwritten signatures and initials]
 E
 P
 J
 P
 E
 J
 P
 R

- 2.2.3 ISO 3679:2004 PRODUCTOS DE PETRÓLEO – Método de ensayo para punto de inflamación con el probador de Copa Cerrada Pensky-Martens.
- 2.2.4 ISO 5165:1998 PRODUCTOS DE PETRÓLEO – Determinación de la calidad de ignición del combustible diesel. Método de la Máquina de Cetano.
- 2.2.5 ISO 2160:1998 PRODUCTOS DE PETRÓLEO – Método de ensayo para la detección de la corrosión al cobre de los productos del petróleo por la prueba de mancha de una tira de cobre.
- 2.2.6 ISO 10370:1993 PRODUCTOS DE PETRÓLEO – Método de ensayo para determinar el residuo de carbón (método micro).
- 2.2.7 ISO 14596:1998 PRODUCTOS DE PETRÓLEO – Método de ensayo para determinar azufre en productos de petróleo por espectrometría de fluorescencia de rayos X longitud de onda dispersiva.
- 2.3 Normas Técnicas Regionales**
- 2.3.1 EN 14078 PRODUCTOS LÍQUIDOS DEL PETRÓLEO – Determinación del contenido de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) de los destilados medios.
- 2.3.2 EN 14112 GRASAS Y DERIVADOS DEL PETRÓLEO – Ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) – Determinación de la estabilidad a la oxidación (prueba de oxidación acelerada).

E
SP/10
[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
[Handwritten signature]

- 2.3.3 EN 14110 GRASAS Y DERIVADOS DEL PETRÓLEO –
Ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) –
Determinación del contenido de metanol.
- 2.3.4 EN 14538 GRASAS Y DERIVADOS DEL PETRÓLEO –
Ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) –
Determinación del contenido de Ca, K, Mg y Na
mediante análisis espectral de emisión óptica con
inducción de plasma acoplado (ICP OES).

2.4 Normas Técnicas de Asociación

- 2.4.1 ASTM D 93:2006 Método de ensayo para punto de inflamación con el
probador de Copa Cerrada Pensky-Martens.
- 2.4.2 ASTM D 130:2004e1 Método de ensayo para la detección de la corrosión al
cobre de los productos del petróleo por la prueba de
mancha de una tira de cobre.
- 2.4.3 ASTM D 189:2006 Método de ensayo para el residuo de carbón
Conradson de productos de petróleo.
- 2.4.4 ASTM D 445:2006 Método de ensayo para determinar la viscosidad
cinemática de líquidos opacos y transparentes
(cálculo de la viscosidad dinámica).
- 2.4.5 ASTM D 524:2004 Método de ensayo para la determinación del residuo
de Carbón Ramsbottom de productos el petróleo.
- 2.4.6 ASTM D 613:2005 Método de ensayo para determinar el número de
cetano del combustible diesel.
- 2.4.7 ASTM D 664:2006a Método de ensayo para determinar el Número de
Acidez de productos del petróleo por titulación
potenciométrica.

Handwritten signatures and initials on the right side of the page, including a large signature at the top right, several smaller initials in the middle, and a signature with the name 'PVG' at the bottom right.

- 2.4.8 ASTM D 874:2006 Método de ensayo para determinar las cenizas sulfatadas de aceites lubricantes y aditivos.
- 2.4.9 ASTM D 974:2006 Método de ensayo para determinar el número ácido y base por titulación con indicador de color.
- 2.4.10 ASTM D 975:2007 Especificación del combustible Diesel.
- 2.4.11 ASTM D 976:2006 Método de ensayo para determinar el índice de cetano calculado de combustibles destilados.
- 2.4.12 ASTM D 1160:2006 Método de ensayo para determinar la destilación de productos de petróleo a presión reducida.
- 2.4.13 ASTM D 1266-98(2003)e1 Método para determinar azufre en productos de petróleo (método de la lámpara).
- 2.4.14 ASTM D 1796:2004 Método de ensayo para determinar agua y sedimentos en combustibles por el método de la centrífuga (procedimiento de laboratorio).
- 2.4.15 ASTM D 2274:2003a Método de ensayo para determinar la estabilidad a la oxidación de combustibles destilados (método acelerado).
- 2.4.16 ASTM D 2500:2005 Método de ensayo para determinar el punto de nube de productos de petróleo.
- 2.4.17 ASTM D 2622:2005 Método de ensayo para determinar azufre en productos de petróleo por espectrometría de fluorescencia de rayos X longitud de onda dispersiva.

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

[Handwritten signature]

[Handwritten initials]

[Handwritten initials]

[Handwritten initials]

[Handwritten signature]

[Handwritten initials]

[Handwritten initials]

- 2.4.18 ASTM D 2709-96(2006) Método de ensayo para determinar agua y sedimentos en combustibles destilados medios por centrifugación.
- 2.4.19 ASTM D 2880-66(1972) Especificación para combustibles de turbinas a gas.
- 2.4.20 ASTM D 3117:2003 Método de ensayo para determinar el punto de aparición de ceras en combustibles destilados.
- 2.4.21 ASTM D 3120:2006 Método de ensayo para determinar trazas de azufre en hidrocarburos ligeros de petróleo líquido por microcoulometría oxidativa.
- 2.4.22 ASTM D 3242:2005 Método de ensayo para determinar la acidez en combustible de turbina de aviación.
- 2.4.23 ASTM D 3828:2005 Método de ensayo para determinar el punto de inflamación con el probador cerrado en pequeña escala.
- 2.4.24 ASTM D 4057:2006 Práctica para el muestreo manual de petróleo y productos del petróleo.
- 2.4.25 ASTM D 4177:1995a Práctica para el muestreo automático de petróleo y productos del petróleo.
- 2.4.26 ASTM D 4294:2003 Método de ensayo para determinar azufre en petróleo y productos del petróleo por espectroscopia de fluorescencia de rayos X energía dispersiva.
- 2.4.27 ASTM D 4530:2006e1 Método de ensayo para determinar el residuo de carbón (método micro).

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

[Handwritten signature and initials at the bottom right]

2.4.37 ASTM D 6890 Método de ensayo para determinar el retardo de la ignición y número de cetano derivado (DCN) para aceites combustibles diesel por combustión en una cámara de volumen constante.

2.4.38 ASTM D 7039 Método de ensayo para determinar el azufre en gasolina y combustible diesel por espectrometría de fluorescencia de rayos X dispersiva por longitud de onda monocromática.

2.4 Otros documentos

2.4.1 UOP 389 Trazas de metales en aceites mediante Cenizas por vía húmeda e ICP-OES.

2.4.2 UOP 391-91 Trazas de metales en productos de petróleo u orgánicos por AAS.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

3.1 Esta especificación comprende el biodiesel (B100) para ser usado en estado puro o como un componente de mezcla con combustibles destilados medios definidos por la norma técnica peruana aplicable.

3.2 Cuando se use como componente de mezcla con combustible diesel, la mezcla debe cumplir las especificaciones del diesel contempladas en la Norma Técnica Peruana o regulación aplicable.

3.3 El usuario deberá consultar el manual del usuario o con el fabricante del motor con relación al uso de biodiesel puro o en mezclas con diesel.

3.4 El uso de biodiesel B100 es aplicable en vehículos de motores diesel diseñados o adaptados para dicho uso.

Handwritten signatures and initials on the right side of the page, including a large signature at the bottom right and several smaller ones above it.

3.5 Esta especificación establece las propiedades requeridas del biodiesel en el momento y lugar de la entrega del producto. Estas especificaciones pueden aplicarse en cualquier punto del sistema de producción o distribución cuando haya un acuerdo entre el comprador y el proveedor.

3.6 Nada en esta especificación pretende sobrepasar la observancia de las normas legales aplicables las cuales pueden ser más restrictivas.

3.7 Los valores están indicados en unidades del SI en forma estándar. Los valores dados entre paréntesis son sólo informativos.

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de este Proyecto de Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

4.1 **biodiesel:** Un combustible compuesto por ésteres mono-alquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites o grasas vegetales o animales, designado B100.

NOTAS:

1. El reglamento vigente de la Ley de promoción del mercado de biocombustibles, Ley 28054, define al biodiesel como una sustancia oleaginosa obtenida a partir del aceite de palma, higuera, soya, girasol y otros aceites vegetales.

2. El biodiesel es producido típicamente por reacción entre el aceite o grasa vegetal o animal con un alcohol tal como el metanol o etanol en presencia de un catalizador a fin de producir ésteres mono-alquílicos y glicerina, la cual se remueve. Aproximadamente el 10% de la masa del biodiesel terminado proviene del alcohol reaccionado. El alcohol utilizado en la reacción puede o no provenir de fuentes renovables.

4.2 **mezcla biodiesel BXX:** Una mezcla de combustible biodiesel con combustible diesel de origen fósil.

NOTA: En la abreviatura BXX, el valor XX representa el porcentaje volumétrico de combustible biodiesel en la mezcla.

Handwritten signatures and initials on the right side of the page, including a large signature at the bottom right and several smaller ones above it.

5.1.4 **Ceniza sulfatada:** Método de ensayo ASTM D 874.

5.1.5 **Azufre:** Método de ensayo ASTM D 5453. Pueden ser adecuados otros métodos para determinar azufre en biodiesel hasta niveles de 0.05%, tales como los métodos ASTM D 1266, ASTM D 2622, ASTM D 3120 Y ASTM D 4294, pero pueden dar resultados altos falsos (ver sección B.5), aún cuando la precisión y sesgo con biodieseles no se conoce. El método ASTM D 5453 será el método dirimente en caso de discrepancias.

5.1.6 **Corrosión:** Método ASTM D 130, 3 h de prueba a 50 °C.

5.1.7 **Número de cetano:** Método ASTM D 613.

5.1.8 **Punto de nube:** Método ASTM D 2500. El Método ASTM D 5773 también puede usarse, así como el método ASTM D 3117 debido a que está muy relacionado. El método ASTM D 2500 será el método dirimente en caso de discrepancias. La precisión y el sesgo del Método ASTM D 3117 para el biodiesel no se conoce y está en investigación.

5.1.9 **Número de acidez:** Método ASTM D 664. también pueden usarse los métodos ASTM D 3242 o ASTM D 974. El método ASTM D 664 será el dirimente en caso de discrepancias.

5.1.10 **Residuo de carbón:** Método ASTM D 4530. Una muestra al 100% reemplazará el residuo 10%, con el porcentaje de residuo en la muestra original reportado utilizando el cálculo del residuo 10% (ver B.9.1). También puede utilizarse los métodos ASTM D 189 o ASTM D 524. El método ASTM D 4530 será el dirimente en caso de discrepancias.

5.1.11 **Glicerina total:** Método ASTM D 6584.

5.1.12 **Glicerina libre:** Método ASTM D 6584.

5.1.13 **Contenido de fósforo:** Método ASTM D 4951.

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

5.1.14 **Temperatura de destilación, presión reducida:** Método ASTM D 1160.

5.1.15 **Contenido de calcio y magnesio, combinado:** Método EN 14538. El Método UOP 389 también puede ser utilizado. El método EN 14538 será el dirimente en caso de discrepancias.

5.1.16 **Contenido de sodio y potasio, combinado:** Método EN 14538. El Método UOP 391 también puede ser utilizado. El método EN 14538 será el dirimente en caso de discrepancias.

5.1.17 **Estabilidad a la oxidación:** Método EN 14112.

6. REQUISITOS

6.1 El biodiesel aquí especificado debe ser mono-alkil ésteres de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites y grasas vegetales o animales.

6.2 Las muestras para análisis deben ser tomadas de acuerdo a los procedimientos descritos en las Prácticas ASTM D 4057 o D 4177, a menos que se especifique algo distinto.

6.3 El biodiesel aquí especificado debe cumplir con los requerimientos detallados en el Anexo A.

7. MANUFACTURA

7.1 El combustible biodiesel debe estar visualmente libre de agua no disuelta, sedimentos y materia suspendida.

R
S/S
V

l P
His
R/S

8. PALABRAS CLAVES

8.1 Combustible alternativo, combustible biodiesel, combustible diesel, fuente renovable.

9. ANTECEDENTES

9.1 ASTM 6751:2007 Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels

9.2 EN 14214:2003 Automotive fuels – Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines – Requirements and test methods

9.3 Normativa Mundial de Combustibles: WORLD-WIDE FUEL CHARTER – Septiembre 2006. Editado por AAMA (American Automobile Manufacturers Association), ACEA (European Automobile Manufacturers Association), EMA (Engine Manufacturers Association) y JAMA (Japan Automobile Manufacturers Association).

[Handwritten signatures and initials]

ANEXO A
(NORMATIVO)

BIODIESEL. ESPECIFICACIONES

TABLA 1 – Especificaciones del Biodiesel (B100)

Propiedad	Método de Ensayo (a)	Biodiesel B100	Unidades
Contenido de calcio y magnesio, combinado	EN 14538	5 Máx.	ppm ($\mu\text{g} / \text{g}$)
Punto de inflamación. (Copa cerrada)	ASTM D 93	93 mín.	$^{\circ}\text{C}$
Control de Alcohol (uno de los siguientes debe ser cumplido:)			
1. Contenido de Metanol	EN 14110	0.2 Máx.	% volumen
2. Punto de inflamación	ASTM D 93	130.0 mín.	$^{\circ}\text{C}$
Agua y sedimento	ASTM D 2709	0.050 Máx.	% volumen
Viscosidad cinemática a 40 $^{\circ}\text{C}$	ASTM D 445	1.9 – 6.0 (b)	mm^2/s
Ceniza sulfatada	ASTM D 874	0.020 Máx.	% masa
Azufre (c)	ASTM D 5453	0.0015 Máx. (15)	% masa (ppm)
Corrosión a la lámina de cobre	ASTM D 130	N $^{\circ}$ 1	
Número Cetano	ASTM D 613	47 mín.	
Punto nube	ASTM D 2500	Reportar (d)	$^{\circ}\text{C}$
Residuo de carbón (e)	ASTM D 4530	0.050 Máx.	% masa
Número acidez	ASTM D 664	0.50 Máx.	Mg KOH / g
Glicerina libre	ASTM D 6584	0.020 Máx.	% masa
Glicerina total	ASTM D 6584	0.240 Máx.	% masa
Contenido de fósforo	ASTM D 4951	0.001 Máx.	% masa
Temperatura de destilación. Temperatura del 90% de recuperado equivalente a presión atmosférica.	ASTM D 1160	360 Máx.	$^{\circ}\text{C}$
Contenido de sodio y potasio, combinado	EN 14538	5 Máx.	ppm ($\mu\text{g} / \text{g}$)
Estabilidad a la oxidación	EN 14112	3 mín.	horas

(a) Los métodos de ensayo indicados son los aprobados como métodos dirimientes. Otros métodos aceptables se listan en la sección 5.1

(b) Ver B.3.1. El límite de viscosidad de 6.0 mm^2/s es mayor que el del combustible diesel derivado del petróleo lo que debe tomarse en cuenta cuando se mezclan, o cuando se use como B100 puro.

(c) Pueden ser de aplicación otras limitaciones del contenido de azufre en determinadas áreas del territorio nacional.

(d) El punto de nube del biodiesel es generalmente mayor que el del combustible diesel derivado del petróleo lo que debe tomarse en cuenta cuando se mezclan, o cuando se use como B100 puro.

(e) El residuo de carbón debe ser realizado sobre el 100% de la muestra (ver 5.1.10)

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

[Handwritten signature and initials at the bottom right]

ANEXO B
(INFORMATIVO)

**SIGNIFICADO DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA
PRESENTE NORMA TÉCNICA PERUANA**

B.1 Introducción

B.1.1 Las propiedades del combustible biodiesel comercial dependen del proceso de refinación que se utilice y de la naturaleza de los lípidos renovables a partir de los cuales se fabrica. El biodiesel puede producirse, por ejemplo, a partir de una gran variedad de aceites vegetales o grasas animales los cuales producen características de volatilidad y de emisiones similares pero con propiedades diferentes de flujo en frío.

B.1.2 La relevancia de las propiedades en este apéndice está basada principalmente en el uso comercial del biodiesel en motores diesel de uso en transporte o estacionarios. Algunas de las propiedades pueden tener relevancia distinta si el biodiesel es usado como combustible o componente de mezcla en otras aplicaciones. Ver las respectivas especificaciones de producto terminado para información adicional sobre la relevancia de las propiedades en esas aplicaciones.

B.2 Punto de inflamación

B.2.1 El punto de inflamación, como está especificado, no está directamente relacionado al desempeño de la máquina. Si embargo, es de importancia su conexión con requerimientos legales y precauciones de seguridad envueltos en la manipulación y el almacenamiento del combustible que son normalmente especificados para cumplir con regulaciones de seguros e incendios.

B.3 Viscosidad

B.3.1 Puede ser ventajoso para algunos motores la especificación de un mínimo en viscosidad debido a la pérdida de potencia a causa de las pérdidas en las bombas de inyección y en los inyectores. Por otra parte, la máxima viscosidad permisible está limitada por consideraciones que involucran el diseño y el tamaño del motor, y las características del sistema de inyección. El límite superior para la viscosidad del biodiesel

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

(6.0 mm²/s a 40 °C) es mayor que la máxima viscosidad permitida en la Norma Técnica Peruana del Diesel. La mezcla de biodiesel con combustible diesel cercano a su límite alto, podría resultar en una mezcla biodiesel con viscosidad mayor al límite superior considerado en la Norma Técnica Peruana del Diesel.

B.3.2 La mezcla de biodiesel con diesel debe cumplir la especificación de la Norma Técnica Peruana aplicable del Diesel correspondiente a la viscosidad.

B.4 Ceniza sulfatada

B.4.1 El biodiesel puede contener materiales formadores de cenizas bajo tres formas: (1) sólidos abrasivos, (2) jabones metálicos solubles y (3) catalizador no removido. Los sólidos abrasivos y el catalizador pueden contribuir a incrementar los depósitos en el motor y al desgaste del pistón, anillos, inyectores, bomba de inyección. Los jabones metálicos solubles tienen poco efecto en el desgaste pero pueden contribuir al taponamiento de filtros y los depósitos en el motor.

B.5 Azufre

B.5.1 El efecto del contenido de azufre en el desgaste del motor y en la generación de depósitos en el motor parece ser que varía considerablemente en importancia y depende grandemente de las condiciones operativas. El azufre en el combustible puede también afectar el comportamiento del sistema de control de emisiones y se han impuesto varios límites en azufre por razones ambientales. El B100 es esencialmente libre de azufre.

B.5.2 La Ley N° 28694, Ley que regula el contenido de azufre en el combustible diesel (22/03/2006), señala en su artículo 2° que a partir del 1° de enero del 2010 queda prohibida la comercialización para el consumo interno de combustible diesel cuyo contenido de azufre sea superior a las 50 partes por millón por volumen.

NOTA B.1: El método ASTM D 5453 deberá ser utilizado con el biodiesel. El uso de otros métodos de ensayo pueden proporcionar resultados falsos altos cuando se analiza B100 con contenidos extremadamente bajos de azufre (menores a 5 ppm). En EEUU, el análisis de azufre en biodiesel por el método ASTM D 2622 proporcionó resultados falsos altos debido a la presencia de oxígeno en el biodiesel. Los resultados por este método fueron más precisos con el B20 que con el B100 debido a que el B20 contiene menos oxígeno.

B.6 Corrosión a la lámina de Cobre

E
[Handwritten signatures and initials]
D. E
[Handwritten signature]
R
[Handwritten signature]

B.6.1 Este ensayo sirve como una medida de las posibles dificultades con las partes de cobre o bronce del sistema de combustible. La presencia de ácidos o compuestos que contienen azufre pueden manchar la lámina de cobre, y por tanto indicar la posibilidad de corrosión.

B.6.2 La Norma Técnica Peruana del diesel, NTP 321.003 2005 establece el índice de corrosión a la lámina de cobre de 1. Este mismo valor está establecido en la Norma Técnica Europea EN 14214:2003 y la Norma Técnica Brasileira ANP 255:2003.

B.7 Número de Cetano

B.7.1 El número de cetano es una medida de la calidad de ignición del combustible e influye en el humo blanco y la severidad de la combustión. El requerimiento de número de cetano depende del diseño del motor, de su tamaño, de las variaciones de velocidad y carga y de las condiciones atmosféricas y de arranque.

B.7.2 El índice de cetano calculado, método ASTM D 976 o ASTM D 4737 no debe ser utilizado para aproximar el número de cetano con biodiesel o sus mezclas. No hay data sustancial que sustente el cálculo del índice de cetano para biodiesel o sus mezclas.

B.8 Punto de nube

B.8.1 El punto de nube es importante en el sentido que define la temperatura a la cual una nube o niebla de cristales aparecen en el combustible bajo ciertas condiciones de ensayo prescritas. Esta temperatura se relaciona con la temperatura a la cual empiezan a precipitar cristales en el combustible en uso. El biodiesel generalmente tiene un punto de nube mayor que el combustible de petróleo. El punto de nube del biodiesel y su impacto en las propiedades de flujo en frío de la mezcla resultante deberá ser monitoreado por el usuario para asegurar una operación libre de problemas en climas fríos).

B.9 Residuo de carbón

B.9.1 El residuo de carbón proporciona una medición de la tendencia a depositar carbón de un combustible. Aunque no está directamente relacionado con el depósito en los

E
obio
tracy
J.
E
J.
R
RIS

motores, esta propiedad es considerada una aproximación. A pesar de que el biodiesel está dentro del rango de ebullición, muchos biodieseles hierven a aproximadamente la misma temperatura y es difícil dejar el 10% de residuo de la destilación. Por tanto, se utiliza un 100% de muestra para reemplazar el 10% de residuo y los cálculos se realizan como si fuera el 10% de residuo. El parámetro E (peso final del frasco / peso original del frasco) en la sección 8.1.2 del método de ensayo D 4530-93 es una constante 20/200.

B.10 Número de acidez

B.10.1 El número de acidez es utilizado para determinar el nivel de ácidos grasos libres o ácidos del proceso que pueden estar presentes en el biodiesel. Se ha demostrado que biodieseles con número de acidez alto incrementan los depósitos en el sistema de combustible e incrementan la potencialidad de corrosión.

Nota B.2 – El número de acidez del biodiesel mide un fenómeno diferente que para combustibles diesel derivados del petróleo. El número de acidez de biodiesel mide los ácidos grasos libres o subproductos de la degradación no encontrados en combustibles diesel derivados del petróleo. Los nuevos diseños de sistemas de combustibles con mayores temperaturas de reciclo pueden incrementar la degradación lo cual puede resultar en valores de acidez elevados e incrementar el potencial de taponamiento de filtros.

B.11 Glicerina libre

B.11.1 Se utiliza para determinar el nivel de glicerina en el combustible. Altos niveles de glicerina pueden causar depósitos en los inyectores, así como taponamiento de los sistemas de combustible. También puede contribuir a una acumulación de glicerina en las partes bajas del almacenamiento y del sistema de combustible.

B.12 Glicerina total

B.12.1 Se utiliza para determinar el nivel de glicerina en el combustible e incluye la glicerina libre y la porción de glicerina de cualquier aceite o grasa no reaccionada o parcialmente reaccionada. Bajos niveles de glicerina total aseguran que se han logrado altos niveles de conversión de aceites o grasas a su ésteres mono-alquílicos. Altos niveles de mono- di- y triglicéridos pueden causar depósitos en los inyectores y puede afectar negativamente la operación en climas fríos y taponar los filtros.

E
20.0
100
1.2
10
12
16

B.13 Contenido de fósforo

B.13.1 El fósforo puede dañar los convertidores catalíticos utilizados en los sistemas de control de emisiones y sus niveles deben mantenerse bajos. Los convertidores catalíticos son cada vez más comunes en los equipos que utilizan combustible diesel en la medida en que los estándares de emisión se hacen más estrictos, de tal forma que será importante mantener niveles bajos de fósforo. El biodiesel producido a partir de fuentes disponibles en EEUU ha demostrado tener bajo contenido de fósforo (por debajo de 1 ppm) y, por lo tanto, el valor especificado de 10 ppm máximo no debería ser problemático.

Biodieseles de otras fuentes pueden o no contener niveles mayores de fósforo por lo que esta especificación se ha agregado para asegurar que todos los biodieseles tengan bajo contenido de fósforo sin importar su origen.

B.14 Destilación a presión reducida.

B.14.1 El biodiesel tiene un punto de ebullición en lugar de una curva de destilación. Las cadenas de ácidos grasos de los aceites y grasas crudas a partir de los cuales se produce el biodiesel están constituidas de cadenas de hidrocarburos de 16 a 18 átomos de carbono que tienen temperaturas de ebullición similares. El punto de ebullición atmosférico de los biodieseles usualmente está en el rango de 330 a 357°C, por tanto el valor especificado de 360°C no es problemática. Esta especificación se ha incorporado como una precaución adicional para asegurar que el combustible no ha sido adulterado con contaminantes de alto punto de ebullición.

Nota B.3 – La densidad de los biodieseles que cumplen con la especificación de la tabla 1 está entre 0.86 y 0.90, con valores típicos que caen entre 0.88 y 0.89. Desde que la densidad del biodiesel cae entre 0.86 y 0.90, no se requiere una especificación separada. La densidad de los aceites y grasa crudas son similares al biodiesel, por tanto el uso de la densidad para verificar rápidamente la calidad del combustible no es tan útil como lo es para los productos del petróleo.

Nota B.4 – En ciertos componentes del sistema de inyección en motores de ignición por compresión, tales como bomba de combustible tipo rotatoria / distribución e inyectores, el combustible funciona como lubricante así como una fuente para combustión. Usualmente se mejora las características de lubricidad en las mezclas de biodiesel con combustibles derivados del petróleo destinados a motores de ignición por compresión.

B.15 Control de Alcohol

[Handwritten signatures and initials on the right margin, including 'D. E.', 'R', and 'R/B']

B.15.1 El control de alcohol es para limitar el nivel de alcohol no reaccionado en el combustible terminado. Esto puede ser medido directamente por el volumen porcentual de alcohol o indirectamente a través de un alto valor de punto de inflamación.

B.15.2 La especificación de punto de inflamación, cuando se usa para control de alcohol para biodiesel, se espera que sea 100°C como mínimo, lo cual puede ser correlacionado con 0.2 % de volumen de alcohol. Los valores típicos están sobre los 160°C. Debido a la alta variabilidad con el método de ensayo D93, cuando el punto de inflamación se aproxima a 100°C, la especificación del punto de inflamación ha sido puesta a 130°C como mínimo para asegurar un valor real de 100°C como mínimo. Mejoras y alternativas al método de ensayo están siendo investigadas. Una vez completadas, la especificación de 100°C puede ser reevaluada para el control de alcohol.

B.16 Contenido de calcio y magnesio

B.15.1 El calcio y el magnesio puede estar presentes en el biodiesel como sólidos abrasivos o jabones metálicos solubles. Los sólidos abrasivos pueden contribuir a incrementar el desgaste de los inyectores, bomba de combustible, pistones y anillos, y a generar depósitos en el motor. Los jabones metálicos solubles tienen poco efecto en el desgaste, pero pueden contribuir al taponamiento de los filtros y los depósitos en el motor. Altos niveles de compuestos de calcio y magnesio también podrían acumularse en los equipos de remoción de partículas de los gases de escape, los cuales generalmente no son removidos durante las operaciones de regeneración activa o pasiva, y pueden generar incremento de contrapresión y reducir el periodo de servicio entre mantenimiento de tales equipos.

B.17 Contenido de Sodio y Potasio

B.16.1 El sodio y el potasio puede estar presentes en el biodiesel como sólidos abrasivos o jabones metálicos solubles. Los sólidos abrasivos pueden contribuir a incrementar el desgaste de los inyectores, bomba de combustible, pistones y anillos, y a generar depósitos en el motor. Los jabones metálicos solubles tienen poco efecto en el desgaste, pero pueden contribuir al taponamiento de los filtros y los depósitos en el motor. Altos niveles de compuestos de sodio y potasio también podrían acumularse en los equipos de remoción de partículas de los gases de escape, los cuales generalmente no son removidos durante las operaciones de regeneración activa o pasiva, y pueden generar incremento de contrapresión y reducir el periodo de servicio entre mantenimiento de tales equipos.

J E
RB
Juel

J. E
RB
TR

B.18 Estabilidad a la oxidación

B.17.1 Los productos de oxidación en el biodiesel pueden tomar la forma de varios ácidos o polímeros, los cuales, cuando se encuentran en alta concentración, pueden causar depósitos en el sistema de combustibles y llevar a la obstrucción del filtro y mal funcionamiento del sistema de combustibles. Aditivos diseñados para retardar la formación de ácidos y polímeros puede mejorar significativamente las propiedades de estabilidad a la oxidación del biodiesel. Para información adicional sobre almacenamiento prolongado se incluye en el Apéndice C.

[Handwritten signatures and initials]

ANEXO C
(INFORMATIVO)

ALMACENAMIENTO PROLONGADO DE BIODIESEL

C.1 Alcance

C.1.1 Este apéndice ofrece una guía para consumidores de biodiesel (B100) que desean almacenar biodiesel por periodos de tiempo prolongados. El almacenamiento exitoso de biodiesel por tiempo prolongado requiere se tome atención a la selección del combustible, las condiciones del almacenamiento y el monitoreo de las propiedades antes y durante el almacenamiento. Este apéndice está dirigido al biodiesel (B100) y puede ser aplicable en mayor o menor medida a mezclas de biodiesel con combustible diesel derivado del petróleo.

C.1.2 El biodiesel producido tiene normalmente adecuadas características de estabilidad para soportar el almacenamiento normal sin la formación de cantidades problemáticas de productos insolubles de la degradación, sin embargo los datos sugieren que algunos biodieseles pueden degradarse más rápido que el diesel derivado del petróleo. El biodiesel que será almacenado por periodos prolongados de tiempo, deberá seleccionarse para evitar la formación de sedimentos, números ácidos altos y altas viscosidades que taponen los filtros, afecten la operación de la bomba de combustible u obstruyan las boquillas del combuster y del inyector. La selección del biodiesel deberá ser el resultado de conversaciones entre proveedor y usuario.

C.1.3 Las prácticas sugeridas son de naturaleza general y no deberán ser consideradas como sustitutos de cualquier requerimiento impuesto por las garantías de los fabricantes de lo equipos que utilizan combustibles destilados o por las regulaciones vigentes. A pesar de que no pueden sustituir el conocimiento de condiciones locales o buenas prácticas de ingeniería o juicio científico, estas prácticas sugeridas proveen una guía para el desarrollo de un sistema individual para la administración de combustible para el usuario de biodiesel. Estas prácticas incluyen sugerencias para la operación y mantenimiento de las instalaciones para el almacenamiento y manipuleo así como para la identificación de dónde, cuándo y cómo deben monitorearse las cantidades de combustible.

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

C.2 Terminología

C.2.1 **combustible a granel:** Combustible en la instalación de almacenamiento en cantidades sobre los 50 galones.

C.2.2 **combustible en el combutor:** Combustible que ingresa a la zona de combustión del quemador o motor después del filtrado u otro tratamiento del combustible a granel.

C.2.3 **contaminantes del combustible:** Material extraño que hace que el combustible sea menos apropiado o inapropiado para el uso pretendido. Los contaminantes del combustible incluyen materiales introducidos posteriores a la fabricación del combustible o productos de la degradación.

C.2.4 **productos de la degradación del combustible:** Aquellos materiales formados en el combustible después que es producido. Productos de la degradación insolubles pueden combinarse con otros contaminantes del combustible reforzando sus efectos negativos. Productos de la degradación que son solubles (ácidos y gomas) pueden ser más o menos volátiles que el combustible y pueden ocasionar un incremento en los depósitos del inyector o las boquillas. La formación de productos de la degradación pueden ser catalizados por el contacto con metales, especialmente aquellos que contienen cobre y, en menor medida, hierro.

C.2.5 **almacenamiento prolongado:** Almacenamiento de combustible por periodos mayores a 6 meses después de su recepción por el usuario.

C.3 Selección del combustible

C.3.1 Las propiedades de estabilidad del biodiesel no están totalmente entendidas y parecen depender del origen del aceite vegetal y grasa animal, de la severidad del procesamiento y de si se ha realizado tratamientos adicionales en la planta de producción o se le han agregado aditivos para la estabilidad.

C.3.2 La composición y las propiedades de estabilidad del biodiesel producido en determinadas plantas de producción pueden ser diferentes. Cualquier requerimiento

Handwritten signatures and initials on the right margin of the page, including a large signature at the top, several smaller initials and signatures in the middle, and a signature at the bottom with the initials 'P.E.' written below it.

especial del usuario, tal como almacenamiento prolongado debe ser conversado con el suministrador.

C.4 Aditivos para el combustible

C.4.1 Los aditivos disponibles parecen mejorar el almacenamiento prolongado del biodiesel. La mayoría de los aditivos deben ser agregados tan cerca como sea posible al lugar de producción para obtener los máximos beneficios.

C.4.2 Los biocidas o "biostats" destruyen o inhiben el crecimiento de hongos y bacterias que pueden crecer en las interfases agua-combustible los cuales dan altas concentraciones de material particulado en el combustible. Los biocidas disponibles son solubles en la fase combustible o la fase acuosa o en ambos. Referirse a la guía D 6469 para una discusión más completa.

C.5 Ensayos para determinar la calidad del combustible

C.5.1 Los métodos de ensayo para estimar la estabilidad al almacenamiento del biodiesel (B100) están en desarrollo. Las modificaciones del método de ensayo ASTM D 2274 para usar filtros de fibra de vidrio, diferentes tiempos y temperaturas y la medición del número de acidez y la viscosidad antes y después del ensayo parecen prometedores. Sin embargo, se desconoce la correlación de este ensayo con la estabilidad al almacenamiento real y puede depender de las condiciones del campo y de la composición del combustible.

C.5.2 No se han establecido los criterios de comportamiento de las pruebas aceleradas de estabilidad para asegurar el almacenamiento prolongado satisfactorio del biodiesel (B100).

C.6 Monitoreo del combustible

C.6.1 Un plan para el monitoreo de la calidad del combustible a granel durante el almacenamiento prolongado es parte integral de un programa exitoso de monitoreo. Es deseable contar con un plan para reemplazar el combustible envejecido con combustible fresco a determinados intervalos de tiempo.

[Handwritten signatures and initials on the right margin, including a large signature and the initials 'P.E.']

C.6.2 El combustible almacenado debe ser muestreado periódicamente y determinada su calidad. La práctica ASTM D 4057 provee una guía para el muestreo. Los contaminantes del combustible y los productos de la degradación pueden sedimentarse en el fondo de un tanque quieto, sin embargo pueden producirse cambios negativos en el biodiesel (elevación de número de acidez) sin causar formación de sedimentos. Una muestra de fondo o "clearance" según lo definido en la práctica ASTM D 4057 debería incluirse en la evaluación conjuntamente con una muestra de todos los niveles "all level".

C.6.3 La cantidad de contaminantes insolubles presentes en el biodiesel puede determinarse usando el método ASTM D 6217 con filtros de fibra de vidrio y abundante lavado, sin embargo no se ha determinado la precisión ni el sesgo para el biodiesel usando el método ASTM D 6217.

C.6.4 El valor de la acidez del biodiesel parece ser que excede de su máximo especificado antes de que cambien negativamente otras propiedades. Debe ser suficiente contar con un programa concienzudo para medir la acidez del biodiesel para monitorear su estabilidad.

C.7 Condiciones de almacenamiento del combustible

C.7.1 Los niveles de contaminación del combustible pueden reducirse si los tanques de almacenamiento se mantienen libres de agua, por lo que los tanques deben estar acondicionados para drenar el agua en forma programada. El agua promueve la corrosión, puede ocurrir crecimiento microbiológico en la interfase agua-combustible. En la Guía ASTM D 6469 puede encontrar una discusión más completa. Para evitar los extremos de temperatura debe preferirse el almacenamiento isotérmico o bajo tierra; los tanques de almacenamiento sobre tierra deben ser aislados o pintados con pintura reflectiva. Las temperaturas elevadas aceleran la degradación del producto. Los tanques de techo fijo deberán mantenerse totalmente llenos a fin de limitar el contacto con el oxígeno y la respiración del tanque. El uso de contenedores sellados, tales como tambores y "totes", pueden mejorar el período de vida en almacenamiento del biodiesel.

C.7.2 Debe evitarse el uso de cobre y aleaciones que contengan cobre en contacto con biodiesel debido a que incrementan la formación de depósitos y sedimentos. El contacto con plomo y zinc puede ser también una causa del incremento de la formación de sedimentos que pueden taponar rápidamente los filtros.

[Handwritten signatures and initials on the right margin]

[Handwritten initials "DLB" at the bottom right]

Standard Combustion = Normativo

ANEXO A
(Normativo)

99% 1 55.5% persona

**ETANOL COMBUSTIBLE DESNATURALIZADO.
ESPECIFICACIONES**

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES		MÉTODO DE ENSAYO		
	MIN.	MAX.	ASTM	ISO	NORMA TÉCNICA PERUANA
Etanol, % Volumen		92.1	D-5501		
Metanol, % Volumen		0.5	D-1152		
Goma existente, lavada con solvente mg/100ml.		5.0	D-381		
Contenido de agua, % Volumen		1.0 (Nota 1)	E-203 E-1064		
Contenido de Desnaturalizante, % Volumen	1.96	5.0	No hay		
Contenido de Cloruros Inorgánicos, ppm másico (mg./l)		40. (32)	D-7319 D-7328		
Apariencia	Claro y brillante, libre de contaminantes suspendidos o precipitados				
Contenido de Cobre, mg/kg.		0.1	D-1688 A Modif.		
Acidez (como Ácido Acético) % másico (mg/l)		0.007 (56)	D-1613		
pHe	6.5	9.0	D-6423		
Azufre, ppm másico		30.	D-2622, D-3120, D-5453		
Sulfato, ppm másico		4.	D-7318, D-7319		

Handwritten signatures and initials at the bottom of the page.