



Service Information System

[Pantalla anterior](#)

Bienvenido: m180gr

◀ Producto: NO SE HA ESCOGIDO NINGUN EQUIPO
 Modelo: NO SE HA ESCOGIDO NINGUN EQUIPO
 Configuración: NO SE HA ESCOGIDO NINGUN EQUIPO

Manual de Operación y Mantenimiento

Recomendaciones de fluidos para motores diesel comerciales Cat

Número de medio -SSBU6251-17 Fecha de publicación -01/09/2014 Fecha de actualización -28/10/2014

i05937614

Combustible diesel destilado

SMCS - 1280

Nota: Para conocer los requisitos de los fluidos para motores diesel para vehículos de carretera, consulte los Manuales de Operación y Mantenimiento específicos del motor y consulte además la versión más reciente de la Publicación Especial, SSBUE6385, "Recomendaciones de fluidos para motores diesel para vehículos de carretera de Caterpillar". Consulte también al distribuidor Cat.

Caterpillar no está en posición de evaluar y controlar constantemente todas las especificaciones de combustible diesel destilado internacionales y las continuas revisiones que publican los gobiernos y las sociedades tecnológicas.

La especificación "Caterpillar para el combustible destilado de los motores diesel para vehículos de obras" ofrece una referencia conocida y fiable para considerar el rendimiento previsto de los combustibles diesel destilados que derivan de las fuentes convencionales (aceite crudo, petróleo de esquistos, arenas petrolíferas, etc.) cuando se utilizan en motores diesel Cat.

Con el uso de la especificación Cat para combustibles diesel destilados como referencia, es más fácil determinar las posibles ventajas y desventajas económicas o de rendimiento, y la aceptabilidad general cuando se usan combustibles de características y niveles de calidad variables.

- Cuando sea necesario, realice la prueba al combustible diesel usado o que tiene planeado usar, según la especificación Cat para combustibles diesel destilados.
- Use la especificación Cat para combustibles diesel destilados como referencia de calidad de combustible para comparar los resultados de los análisis de combustibles diesel destilados o para comparar con otras especificaciones de combustibles diesel destilados.

- El proveedor del combustible puede proporcionar las características típicas del combustible.

Los parámetros del combustible que están fuera de los límites de la especificación Cat tienen consecuencias que se pueden explicar.

- Algunos parámetros del combustible que están fuera de los límites de la especificación se pueden compensar (por ejemplo, el combustible se puede enfriar para solucionar un problema de baja viscosidad, etc.).
- Algunos parámetros del combustible que están fuera de los límites de la especificación se pueden mejorar con el uso de las cantidades apropiadas de aditivos para combustible de eficacia demostrada. Además, consulte como guía los temas de esta Publicación Especial, "Combustible diésel destilado", "Aditivos de combustible de otros fabricantes" y "Acondicionador de combustible diésel Cat".

Para asegurar un funcionamiento óptimo del motor, se debe obtener un análisis completo del combustible antes de operar el motor. El análisis de combustible debe incluir todas las propiedades que se enumeran en la "Especificación Caterpillar de combustible destilado para motores diésel de vehículos de obras", Tabla 1.

Nota: El combustible diésel no puede tener ningún sedimento visible, materia suspendida ni agua sin disolver.

Los combustibles diésel que cumplen con las especificaciones de la Tabla 1 ayudan a proporcionar una vida útil y un rendimiento del motor máximos.

En América del Norte, el combustible diésel identificado como en cumplimiento con la última versión de "ASTM D975" Grados No. 1-D o No. 2-D (todos los niveles de azufre indicados) generalmente cumple los requisitos de la Tabla 1.

En Europa, el combustible diésel que cumple con la última versión de la "Norma Europea EN590", generalmente cumple los requisitos de la Tabla 1.

La Tabla 1 es para combustibles diésel que se destilan de fuentes convencionales (petróleo crudo, petróleo de esquistos, arenas petrolíferas, etc.). Los combustibles diésel de otras fuentes pueden tener propiedades perjudiciales que no estén definidas ni controladas por esta especificación.

ATENCIÓN

El reglamento exige el uso de combustible diésel de contenido ultra bajo de azufre (ULSD) con un 0,0015% (≤ 15 ppm (mg/kg)) de azufre en motores certificados de acuerdo con las normas Tier 4 para fuera de carretera (certificación U.S. EPA Tier 4) y que cuentan con sistemas postratamiento de escape.

El reglamento exige el uso de combustible ULSD europeo con un 0,0010% (≤ 10 ppm (mg/kg)) de azufre en motores certificados de acuerdo con las normas europeas para fuera de carretera Stage IIIB y más recientes y que cuentan con sistemas postratamiento de escape.

Determinadas aplicaciones o gobiernos/localidades PUEDEN requerir el uso de combustible ULSD. Consulte con las autoridades federales, estatales y locales para obtener orientación sobre los requisitos de combustible para su área.

Algunos de los sistemas de postratamiento típicos son los Filtros de partículas para combustibles diésel (DPF), los Catalizadores de oxidación para combustibles diésel (DOC), los Reductores catalíticos selectivos (SCR) o las Trampas de NOx (LNT). También puede haber otros sistemas.

Se recomienda encarecidamente el uso de combustibles diésel bajos en azufre (LSD) con 0,05% (≤ 500 ppm (mg/kg)) de azufre en motores de modelos aún aprobados de acuerdo con Tier 4; el uso de combustibles diésel con un contenido de azufre $> 0,05\%$ (500 ppm (mg/kg)) es aceptable en los lugares del mundo en que lo permita la ley. Los motores aún no aprobados de acuerdo con Tier 4 que cuentan con un catalizador de oxidación para combustible diésel (DOC) requieren un combustible LSD o ULSD.

Los combustibles ULSD o diésel libres de azufre se pueden usar en todos los motores, sin importar el cumplimiento de Tier o Stage del motor.

Use los aceites lubricantes adecuados compatibles con la certificación del motor, el sistema de postratamiento y los niveles de azufre del combustible. Consulte el artículo "Impactos del azufre del combustible diésel" de la sección "Especificaciones de combustible" y la sección "Especificaciones de lubricantes" de la Publicación Especial.

Las condiciones de operación del motor cumplen una función importante en la determinación del efecto que tiene el azufre del combustible en los depósitos del motor y en el desgaste de éste.

Nota: La remoción del azufre y otros compuestos del combustible Diesel de Contenido Ultrabajo de Azufre (ULSD, Ultra Low Sulfur Diesel) disminuye su conductividad y aumenta la capacidad del combustible para almacenar carga estática. Es posible que las refinerías traten el combustible con un aditivo disipador de estática. Sin embargo, hay muchos factores que pueden reducir la eficacia del aditivo a lo largo del tiempo. Las cargas estáticas pueden acumularse en el combustible ULSD mientras este fluye por los sistemas de suministro de combustible. La descarga de electricidad estática en presencia de vapores de combustible puede causar un incendio o una explosión. Por lo tanto, es importante asegurarse de que el sistema completo utilizado para cargar combustible en su máquina (tanque de suministro de combustible, bomba de transferencia, manguera de transferencia, boquilla y otros) esté conectado a tierra y unido de manera correcta. Consulte a su proveedor de combustible o del sistema de combustible para asegurarse de que el sistema de suministro cumpla con las normas de llenado de combustible con respecto a las prácticas de conexión a tierra y conexión eléctrica.

El uso de combustibles que tengan niveles de azufre superiores a los recomendados puede producir lo siguiente:

- Reducción de la eficiencia y de la durabilidad del motor.
- Aumento del desgaste
- Aumento de la corrosión
- Aumento de los depósitos
- Reducción del tiempo entre los intervalos de servicio del dispositivo de postratamiento (causa la necesidad de aumentar la frecuencia de los intervalos de servicio)
- Impacto negativo en el rendimiento y la vida útil de los dispositivos de postratamiento (producen una pérdida de rendimiento)
- Reducción de los intervalos de regeneración de los dispositivos de postratamiento
- Menor economía de combustible.
- Reducción del período entre intervalos de drenaje del aceite (produce la necesidad de intervalos de drenaje del aceite más frecuentes)
- Aumento de los costos de operación totales.

ATENCION

No agregue aceite para motor nuevo, aceite para motor de desecho ni ningún producto de aceite al combustible, a menos que el motor esté diseñado y certificado para quemar aceite para motor diésel (por ejemplo, el ORS Caterpillar está diseñado para motores de gran tamaño). La experiencia de Caterpillar ha demostrado que agregar productos de aceite a combustibles para motores que cumplen con la norma Tier 4 (certificación de Tier 4 de la EPA de EE.UU.), a combustibles para motores certificados por la norma europea Stage IIB y IV o a combustibles para motores que tienen dispositivos de postratamiento de escape, por lo general, causa la necesidad de intervalos más frecuentes de servicio de cenizas o la pérdida de rendimiento.

La adición de productos al combustible puede elevar el nivel de azufre del combustible y puede causar la obstrucción del sistema de combustible y la pérdida de rendimiento.

Caterpillar no exige el uso de Diesel Ultra Bajo en Azufre (ULSD) en aplicaciones de obras y de máquinas en las que no se utilicen motores con certificación Tier 4/Stage IIIB/Stage IV y que no están equipadas con dispositivos de postratamiento. En motores con certificación Tier 4/Stage IIIB/Stage IV, siga siempre las instrucciones de operación y las indicaciones de las etiquetas en la admisión del tanque de combustible para asegurarse de que se usen los combustibles correctos.

El proveedor del combustible debe formular y añadir debidamente aditivos al ULSD y a cualquier otro combustible usado en motores Cat para poder cumplir con la especificación de la Publicación Especial, "Especificación de Caterpillar para combustible diesel destilado para motores diesel de obras". Los combustibles definidos como "ASTM D975" Grado No. 1-D S15 o "ASTM D975" Grado No. 2-D S15, generalmente cumplen con los requisitos Cat para ULSD.

Consulte este artículo Publicación Especial, "Características del combustible diesel" para obtener información adicional pertinente sobre la lubricidad del combustible, la estabilidad oxidativa del combustible, el azufre en el combustible y los dispositivos de postratamiento. Consulte también como guía "ASTM D975-08a", el Manual de Operación y Mantenimiento específico del motor y la documentación del dispositivo de postratamiento.

Nota: Caterpillar recomienda firmemente filtrar el combustible destilado y el combustible biodiesel o las mezclas biodiesel, utilizando un filtro de combustible con una clasificación de 4 micrones(c) absolutos o menos. Esta filtración debe estar ubicada en el dispositivo que suministra el combustible al tanque del motor, así como en el dispositivo que suministra combustible del tanque de almacenamiento a granel. Se recomienda utilizar filtros en serie. Caterpillar recomienda que el combustible suministrado al tanque de la máquina cumpla con la norma de nivel de limpieza "ISO 18/16/13".

Nota: El propietario y el operador del motor tienen la responsabilidad de usar el combustible correcto que recomienda el fabricante y que permite la EPA de los EE.UU. y, según sea apropiado, otras agencias reguladoras.

ATENCION

Operar con combustibles que no cumplan las recomendaciones de Cat puede ocasionar los siguientes efectos: dificultad en el arranque, vida útil del filtro de combustible reducida, mala combustión, depósitos en los inyectores de combustible, vida útil del sistema de combustible reducida, depósitos en la cámara de combustión y vida útil del motor reducida .

ATENCION

Las notas son parte fundamental de la tabla "Especificación de combustibles diésel destiladosCaterpillar". Lea TODAS las notas.

Para obtener más información relacionada con muchas de las características de los combustibles que se enumeran, consulte la "Especificación Cat para combustible destilado para motores diesel de vehículos de obra", Tabla 1.

Los valores de la viscosidad del combustible que figuran en la Tabla 1 son los valores en el momento en que se suministra combustible a las bombas de inyección de combustible. Para

facilitar la comparación, los combustibles deben cumplir también con los requisitos de viscosidad mínima y máxima a 40 °C (104 °F) que se establecen mediante el método de prueba "ASTM D445" o "ISO 3104". Si se usa un combustible de baja viscosidad, es posible que el combustible deba enfriarse para mantener una viscosidad de 1,4 cSt o superior en la bomba de inyección de combustible. Los combustibles de alta viscosidad pueden necesitar calentadores de combustible para reducir la viscosidad a 4,5 cSt o menos para las bombas de inyección de combustible giratorias, o a una viscosidad de 20 cSt o menor para las demás bombas de inyección de combustible.

La lubricidad del combustible es un problema en combustibles con contenidos de azufre bajos y ultra bajos. Para determinar la lubricidad del combustible, use la prueba de "Equipo de Movimiento Alterno a Alta Frecuencia (HFRR) ASTM D6079". Se dispone de muchos aditivos de otros fabricantes disponibles para el tratamiento del combustible. Si la lubricidad de un combustible no cumple con los requisitos mínimos, consulte con su proveedor de combustible para obtener recomendaciones adecuadas sobre los aditivos para combustible. Consulte también el artículo de esta Publicación Especial, "Características del combustible diesel", "Aditivos de combustible de otros fabricantes" y "Acondicionador de combustible diesel Cat". No trate el combustible sin consultar al proveedor de combustible. Algunos aditivos no son compatibles. Estos aditivos pueden causar problemas en el sistema de combustible.

Tabla 1

Especificación Cat de combustible destilado para motores diesel para vehículos de obras			
Especificaciones	Requisitos	Prueba ASTM	Prueba ISO
Aromáticos	35% máximo	"D1319"	"ISO 3837"
Ceniza	0,01% máximo (peso)	"D482"	"ISO 6245"
Residuo de carbono en el 10% de los residuos de destilación	0,35% máximo (peso)	"D524"	"ISO 4262"
Número de cetano ⁽¹⁾	40 mínimo (motores de inyección directa)	"D613" O "D6890"	"ISO 5165"
	35 mínimo (motores con cámara de precombustión)		
Punto de enturbiamiento	El punto de enturbiamiento no puede sobrepasar la temperatura ambiente más baja esperada.	"D2500"	"ISO 3015"
Corrosión de las tiras de cobre	Número 3 máximo	"D130"	"ISO 2160"
Destilación	10 % a una temperatura máxima de 282 °C (540 °F)	"D86"	"ISO 3405"

	90 % a una temperatura máxima de 360 °C (680 °F) ⁽²⁾		
	90 % a una temperatura de 350 °C (662 °F) ⁽²⁾		
Punto de encendido	límite legal	"D93"	"ISO 2719"
Estabilidad térmica	Reflectancia mínima del 80 % después de una exposición de 180 minutos a 150 °C (302 °F)	"D6468"	No hay prueba equivalente
Densidad a 15° C (59° F) ⁽³⁾	800 kg/m ³ mínimo 860 kg/m ³ máximo	"D287"	No hay prueba equivalente
Punto de fluidez	6 °C (10 °F) mínimo, por debajo de la temperatura ambiente	"D97"	"ISO 3016"
Azufre	⁽⁴⁾	"D5453" O "D2622"	"ISO 20884"
Viscosidad cinética	1,4 cSt mínima y 20,0 cSt máxima, a medida que se suministra a las bombas de inyección de combustible 1,4 cSt mínima y 4,5 cSt máxima, a medida que se suministra a las bombas de inyección de combustible giratorias	—	—
Agua y sedimentos	0,05% máximo	"D1796"	"ISO 3734"
Agua	0,05% máximo	"D1744"	No hay prueba equivalente
Sedimento	0,05% máximo (peso)	"D473"	"ISO 3735"
Gomas y resinas ⁽⁵⁾	10 mg por 100 mL máximo	"D381"	"ISO 6246"
Lubricidad	0,52 mm (0,0205 pulg) máxima a 60 °C (140 °F)	"D6079"	No hay prueba equivalente
Limpieza	⁽⁶⁾	"D7619"	"ISO 4406"

⁽¹⁾ Además, para garantizar un número de cetano mínimo de 35 (motores con cámara de precombustión) y 40 (motores de inyección directa), el combustible diesel destilado debe tener un índice de cetano mínimo de 37,5 (motores con cámara de precombustión) y 44,2 (motores de inyección directa) cuando se usa el método de

prueba "ASTM D4737-96a". Es posible que sea necesario usar un combustible con un número de cetano mayor para operar a mayor altitud o en tiempo frío.

- (²) La destilación del 90 % a una temperatura máxima de 350 °C (662 °F) se recomienda para motores Tier 4 y es la preferida para todos los motores. La destilación del 90 % a 350 °C (662 °F) equivale al 95 % a 360 °C (680 °F). La destilación del 90 % a una temperatura máxima de 360 °C (680 °F) es de 360 °C (680 °F). La destilación del 90 % a una temperatura máxima de 360 °C (680 °F) es aceptable para los motores Pre-Tier 4.
- (³) La gama de densidad permitida incluye los grados de combustible diesel No. 1 y No. 2. La densidad del combustible varía según el nivel de azufre; los combustibles con alto contenido de azufre tienen más altas densidades. Algunos combustibles alternativos sin mezclar (limpios) tienen densidades inferiores, las cuales son aceptables si las otras propiedades están dentro de esta especificación.
- (⁴) Consulte a las autoridades federales, estatales, locales y a otras autoridades para obtener información acerca de los requisitos que deben cumplir los combustibles en su región. Siga el Manual de Operación y Mantenimiento del motor y la información detallada que se proporciona en la sección Combustible. Por ley, se requiere combustible ULSD 0,0015% (<15 ppm de azufre) para motores Tier 4 y motores con dispositivos de postratamiento. Se recomienda firmemente usar combustibles ULSD y LSD 0,05% (≤500 ppm de azufre) para motores pre-Tier 4. Un combustible diesel con un contenido > 0,05 % (> 500 ppm) de azufre es aceptable para su uso en los casos en que la ley lo permita. Consulte con el distribuidor Cat para recibir consejos cuando los niveles de azufre sean superiores al 0,1% (1.000 ppm). Algunos sistemas de combustible y componentes de motores de Caterpillar pueden operar con combustibles cuyo contenido máximo de azufre es del 3%. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento específico del motor y consulte a su distribuidor Cat.
- (⁵) Siga las condiciones y los procedimientos de prueba para gasolina (motor).
- (⁶) El nivel de limpieza recomendado para el combustible que se distribuye en el tanque de combustible del motor o la máquina debe cumplir con la norma "ISO 18/16/13" o con un nivel de limpieza mayor según la norma "ISO 4406" o "ASTM D7619". Consulte las "Recomendaciones de limpieza de los combustibles" en este capítulo.

Existen muchas otras especificaciones de combustibles diesel publicadas por los gobiernos y las sociedades técnicas. Normalmente, estas especificaciones no revisan todos los requisitos que se tienen en cuenta en la "Especificación Caterpillar de combustible destilado para motores diesel de vehículos de obras", Tabla 1. Para asegurar un funcionamiento óptimo del motor, se debe obtener un análisis completo del combustible antes de operar el motor. El análisis de combustible debe incluir todas las propiedades incluidas en la "Especificación Cat de combustible destilado para motores diesel de vehículos de obras", Tabla 1.

ATENCION

A fin de que se cumpla la vida útil estimada de los componentes del sistema de combustible, se requiere un filtro absoluto o secundario de combustible de 4 micras(c) para todos los motores diesel Cat con sistemas de conducto común de combustible. También se requiere la filtración secundaria de combustible de 4 micrones(c) absolutos o menos para todos los motores diesel Cat equipados con sistemas de combustible con inyección unitaria. Para los demás motores diesel Cat (en su mayoría, motores más antiguos con sistemas de combustible de bomba, tubería y boquilla), se recomienda enfáticamente el uso de filtración secundaria de combustible de 4 micrones(c) absolutos o menos. Observe que todos los motores diesel Cat vienen de fábrica con filtros de combustible de eficiencia avanzada Cat de 4 micrones(c) absolutos.

Para obtener información adicional sobre los productos de filtración diseñados y fabricados por Cat, consulte en el artículo de esta Publicación Especial, "Material de Referencia", los temas "Filtros" y "Componentes varios", y después, comuníquese con el distribuidor Cat para obtener recomendaciones de filtración para su máquina Cat.



ADVERTENCIA

La mezcla de alcohol o gasolina con combustible diesel puede producir una mezcla explosiva en el cárter del motor o en el tanque de combustible.

Esto podría causar lesiones personales y daños al motor. Caterpillar recomienda que no se adopte esta práctica.

Recomendaciones de control de contaminación para combustibles

Los combustibles con un nivel de limpieza de "ISO 18/16/13" o superior distribuido al tanque de combustible de la máquina o el motor se debe usar para reducir la pérdida de potencia, las fallas y los tiempos de inactividad relacionados de los motores. Este nivel de limpieza es particularmente importante para los nuevos diseños de sistemas de combustible, como los sistemas de inyección unitaria y los sistemas de inyección de conducto común. Estos nuevos diseños utilizan presiones más altas y están diseñados con espacios libres reducidos entre las piezas móviles para cumplir con las normas de emisiones estrictas requeridas. Las presiones de inyección máximas en los sistemas de inyección de combustible actuales pueden exceder las 30.000 lb/pulg². Los espacios libres en estos sistemas son menores que 5 µm. Como resultado, partículas contaminantes de hasta 4 µm pueden causar arañazos y rayones en las superficies internas de la bomba y del inyector, y en las boquillas del inyector.

La presencia de agua en el combustible causa cavitación, corrosión de piezas del sistema de combustible y proporciona un entorno donde puede proliferar el crecimiento de microbios en el combustible. Otras fuentes de contaminación del combustible son los jabones, geles u otros compuestos que pueden ser el resultado de interacciones químicas no deseadas en los combustibles, particularmente en diesel de contenido ultra bajo de azufre (ULSD). También pueden formarse geles y otros compuestos en el combustible biodiesel a temperaturas bajas o si se almacena el biodiesel durante periodos prolongados. La mejor indicación de contaminación microbiana, aditivos de combustible o gel frío es un taponamiento muy rápido de los filtros de combustible a granel o de los filtros de combustible de la máquina.

Para reducir el tiempo de inactividad debido a la contaminación del combustible, siga estas pautas de mantenimiento del combustible además de las "Recomendaciones o prácticas generales de control de contaminación" antes mencionadas en este capítulo:

- Use los combustibles de alta calidad según lo recomendado y las especificaciones requeridas (consulte el capítulo "Combustible" en esta Publicación Especial).
- Llene los tanques de combustible de la máquina con combustibles que tengan un nivel de limpieza de "ISO 18/16/13" o superior, en particular para motores con sistemas de conducto común y de inyección unitaria. Cuando reabastezca combustible a la máquina, filtre el combustible a través de un filtro absoluto de 4 μm (Beta 4 = 75 a 200) para alcanzar el nivel de limpieza recomendado. Este filtrado debe colocarse en el dispositivo que distribuye el combustible al motor o al tanque de combustible de la máquina. Además, el filtrado en el punto de distribución debe tener la capacidad para quitar el agua a fin de asegurarse de que el combustible se suministre a 500 ppm de agua o menos.
- Caterpillar recomienda el uso de las unidades de coalescencia / filtro de combustible a granel que quitan la contaminación con partículas y el agua en una sola pasada. Estas unidades tienen la capacidad de limpiar el combustible según el nivel estipulado por la norma "ISO 16/13/11" o a un nivel superior y quitar el agua libre a 500 ppm (mg/kg) o menos. Cat ofrece unidades de coalescencia / filtro de servicio pesado para adaptarse a los regímenes de suministro de combustible de 50 a 300 gal EE.UU./min (galones por minuto). Cat diseña las unidades de coalescencia / filtro específicamente para las condiciones de combustible en el lugar de trabajo, si es necesario.
- Asegúrese de utilizar filtros de combustible de eficiencia avanzada Cat. Cambie los filtros de combustible según los requisitos de servicio recomendados o según sea necesario.
- Drene los separadores de agua diariamente según se indique en el Manual de Operación y Mantenimiento de su máquina.
- Drene los sedimentos de los tanques de combustible cada 500 horas o 3 meses, de acuerdo con el Manual de Operación y Mantenimiento de su máquina.
- Instale un sistema de filtración coalescente o un filtro a granel correctamente diseñado y realice el mantenimiento de este. Es posible que se requieran sistemas de filtración a granel continua para garantizar que el combustible distribuido cumpla con la limpieza ideal. Consulte a su distribuidor Cat para conocer la disponibilidad de productos de filtración a granel.
- Los filtros centrífugos posiblemente se deban utilizar como un prefiltro con combustible muy contaminado con grandes cantidades de agua o partículas contaminantes. Los filtros centrífugos pueden quitar eficazmente contaminantes grandes, pero quizá no puedan quitar las partículas abrasivas muy pequeñas, lo cual es necesario para lograr el nivel de limpieza "ISO" recomendado. Las unidades de coalescencia / filtros a granel son necesarios como filtro final para lograr el nivel de limpieza recomendado.
- Instale respiraderos desecantes de una eficiencia absoluta de 4 μm o menos con la capacidad para quitar el agua de los tanques de almacenamiento a granel.
- Siga las prácticas apropiadas de filtrado y transporte de combustible del tanque de almacenamiento a la máquina para permitir la entrega de combustible limpio al tanque de la máquina. El filtrado de combustible se puede instalar en cada etapa del transporte para mantener el combustible limpio.

- Cubra y proteja todas las mangueras de conexión, las conexiones y las boquillas de distribución, y garantice su limpieza.

ATENCIÓN

A fin de que se cumpla la vida útil estimada de los componentes del sistema de combustible, se requiere un filtro absoluto o secundario de combustible de 4 micras(c) para todos los motores diesel Cat con sistemas de conducto común de combustible. También se requiere la filtración secundaria de combustible de 4 micrones(c) absolutos o menos para todos los motores diesel Cat equipados con sistemas de combustible con inyección unitaria. Para los demás motores diesel Cat (en su mayoría, motores más antiguos con sistemas de combustible de bomba, tubería y boquilla), se recomienda enfáticamente el uso de filtración secundaria de combustible de 4 micrones(c) absolutos o menos. Observe que todos los motores diesel Cat vienen de fábrica con filtros de combustible de eficiencia avanzada Cat de 4 micrones(c) absolutos.

Consulte a su distribuidor Cat local para obtener información adicional sobre los productos de filtración diseñados y fabricados por Cat.

Consulte el capítulo "Control de la contaminación" en esta Publicación Especial para obtener más detalles.

Combustibles diesel para motores marinos

La información y las pautas que se indican en el artículo "Combustible diesel" de esta Publicación especial corresponden a los motores marinos que utilizan combustibles diesel. Siga estas pautas para reducir el riesgo de inactividad del motor. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento del motor para obtener detalles específicos de su motor marino. Consulte a su distribuidor Cat para obtener información adicional.

La Organización Marítima Internacional (IMO, International Maritime Organization) regula el nivel de azufre en el combustible para embarcaciones oceánicas. Los combustibles marinos actuales regulados por la IMO pueden tener niveles de azufre de hasta 3,5 % (35.000 ppm) antes del año 2020. A partir del 1 enero 2020, las embarcaciones que operen en aguas internacionales deberán utilizar combustibles con niveles de azufre por debajo del 0,5 % (5.000 ppm).

Además, la IMO designa algunas áreas como Áreas de Control de Emisiones de Azufre (SECA, Sulfur Emissions Control Areas). Las embarcaciones en operación dentro de SECA deben utilizar combustible con un 1 % (10.000 ppm) de azufre antes del año 2015. Después de 1 enero 2015, las embarcaciones que operen dentro de SECA, deben utilizar combustible con 0,1 % (1.000 ppm) de azufre. La IMO puede cambiar las áreas consideradas como SECA. Revise y siga los requisitos locales y de IMO, y las normas locales para los destinos planificados. Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento del motor para conocer los combustibles marinos apropiados que se pueden utilizar.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA, Environmental Protection Agency) de EE.UU. regula el nivel de azufre de los combustibles marinos en vías fluviales y costas de EE.UU. Las normas requieren combustible ULSD exclusivamente para embarcaciones de operación en aguas de EE.UU., a menos que existan excepciones locales. Las embarcaciones con destinos internacionales y bandera de EE.UU. deben operar con combustible ULSD, sin importar el destino y la ubicación. Consulte las normas para su área de operación. Si en su destino no hay ULSD, pero su motor puede operar con un combustible distinto, se pueden solicitar exenciones al comunicarse con EPA en la siguiente dirección:

complianceinfo@epa.gov

Consulte el Manual de Operación y Mantenimiento del motor para obtener información sobre los combustibles.

Las embarcaciones con bandera extranjera que operen en los EE.UU., deben seguir las reglas de IMO mientras naveguen en aguas de EE.UU. designadas como SECA. Siempre consulte las normas locales en los puertos de escalas para determinar los requisitos de combustible, ya que están sujetos a cambios.

Nota: El combustible ULSD es retrocompatible y se puede utilizar en la mayoría de las tecnologías del motor. Los combustibles diesel con un contenido de azufre $> 0,0015\%$ (> 15 ppm) se pueden utilizar en motores que no tienen dispositivos de postratamiento, y donde lo permitan las normas locales.

Aceite combustible pesado, combustible residual, combustible mezclado

ATENCIÓN

El Aceite Combustible Pesado (HFO, Heavy Fuel Oil), el combustible residual o el combustible mezclado (incluido el MDO (Marine Diesel Oil, Aceite Diesel Marino)) NO deben usarse en motores diesel de Caterpillar (excepto en motores de HFO de la Serie 3600). El combustible mezclado es un combustible residual que se ha diluido con otro más ligero (diluyente) de manera que fluyan. Los combustibles mezclados también se denominan aceites de combustible pesado. Se producirá desgaste grave y fallas en los componentes si se usan combustibles HFO en motores configurados para usar combustible destilado.

Combustibles alternativos - Aplicaciones para tiempo frío

En condiciones ambientales de frío extremo, se pueden utilizar los combustibles destilados que se especifican en la Tabla 2. Sin embargo, el combustible seleccionado debe cumplir con los requisitos especificados en la "Especificación Cat de combustible diesel destilado para motores

diesel para vehículos de obras", Tabla 1. El uso de estos combustibles está previsto para temperaturas de operación de hasta -54°C (-65°F).

Nota: Los combustibles que se incluyen en la Tabla 2 tienen normalmente niveles de azufre mucho más altos que el máximo de 15 ppm de azufre que se permite para el ULSD. Habitualmente, los niveles de azufre de estos combustibles exceden con mucho las 15 ppm. En general, el uso de estos combustibles no es aceptable en zonas que restringen los niveles de azufre máximo en el combustible a 15 ppm o menos.

Nota: Los combustibles que se incluyen en la Tabla 2 tienen normalmente niveles de azufre mucho mayores que el máximo de 50 ppm que permite la Norma Europea "EN 590:2004". Habitualmente, el contenido de azufre de estos combustibles excede con mucho las 50 ppm. En general, el uso de estos combustibles no es aceptable en zonas que restringen los niveles de azufre máximo en el combustible a 50 ppm o menos.

El combustible seleccionado debe cumplir con los requisitos especificados en la "Especificación Cat de combustible diesel destilado para motores diesel para vehículos de obra", Tabla 1. Es posible que se deba enfriar el combustible para mantener una viscosidad de 1,4 cSt o superior en la bomba de inyección de combustible. Consulte con el proveedor para averiguar cuáles son los aditivos recomendados para mantener la lubricidad apropiada del combustible.

Las especificaciones de combustibles que se incluyen en esta tabla permiten o recomiendan el uso de aditivos de combustible que no se hayan aprobado por Cat para su uso en sistemas de combustible Cat. El uso de estos aditivos de combustible permitidos o recomendados en las especificaciones es responsabilidad exclusiva del usuario.

Jet A es el combustible estándar que usan las aerolíneas comerciales de los EE.UU. cuando operan dentro de los EE.UU. Jet A-1 es el combustible estándar que usan las aerolíneas comerciales en todo el mundo. Según "ASTM D1655-08a, la Tabla 1 (Requisitos detallados de los combustibles para turbinas de aviación)", Jet A y Jet A-1 tienen requisitos idénticos, con excepción del punto de congelación. Jet A tiene un requisito de punto de congelación de -40°C (-40°F), en comparación con Jet A-1, que tiene un requisito de punto de congelación de -47°C ($-52,6^{\circ}\text{F}$), pero se pueden acordar otros puntos de congelación entre el comprador y el proveedor de combustible.

Tabla 2

Combustibles destilados alternativos - Aplicaciones para tiempo frío	
Especificación	Grade (Pendiente)
"MIL-DTL-5624U"	JP-5
"MIL-DTL-83133F"	JP-8
"ASTM D1655-08a"	Jet A, Jet A-1

Estos combustibles son más ligeros que el combustible de grado No. 2. El número de cetano de los combustibles de la Tabla 2 debe ser de 40 como mínimo. Si la viscosidad es inferior a 1,4 cSt a 40°C (104°F), use el combustible solamente en temperaturas inferiores a 0°C (32°F). No use ningún combustible con una viscosidad de menos de 1,2 cSt a 40°C (104°F).

Nota: Tal vez sea necesario enfriar el combustible para mantener la viscosidad mínima de 1,4 cSt en la bomba de inyección de combustible.

Nota: Es posible que estos combustibles no sean aceptables para todas las aplicaciones.

Combustibles renovables y alternativos

Los combustibles renovables derivan de recursos renovables como cultivos plantados y residuos de cultivos (llamados biomasa), desperdicios, algas, material de celulosa, desperdicios de jardín y de comida, etc. Los combustibles renovables reducen las huellas de carbono de los combustibles en comparación con los combustibles fósiles en base al análisis del ciclo de vida útil. Caterpillar, a través de sus iniciativas de sostenibilidad, apoya el desarrollo y el uso de combustibles renovables.

Los combustibles renovables (aparte del biodiesel) y los combustibles alternativos (como el combustible gas a líquido, entre otros) son típicamente hidrocarburos (compuestos de carbono e hidrógeno). El biodiesel es la excepción, ya que se trata de un combustible renovable oxigenado. El biodiesel se analiza en otro artículo de esta sección Combustible. Actualmente, se llevan a cabo importantes investigaciones para desarrollar combustibles renovables y producirlos de manera económica.

Caterpillar no está en posición de probar todas las variedades de combustibles renovables y alternativos que se publicitan en el mercado. Si un combustible renovable o alternativo cumple con los requisitos de rendimiento descritos en la especificación de combustible Cat, la última versión de "ASTM D975", de "EN 590" o de la especificación de combustible parafínico "CEN TS 15940" (que define los requisitos de calidad para Gas a Líquidos (GTL Gas to Liquids), Biomasa a Líquidos (BTL, Biomass to Liquids) y Aceite Vegetal Hidrotratado (HVO, Hydrotreated Vegetable Oil)), entonces, se puede utilizar este combustible o una mezcla de este (mezclado con combustible diesel apropiado) como reemplazo directo del combustible diesel de petróleo en motores Cat. Consulte con el proveedor de combustible y con su distribuidor Cat para asegurarse de que el rendimiento del combustible en tiempo frío sea apropiado para la temperatura ambiente prevista en los sitios de operación y para asegurarse de que haya compatibilidad de elastómeros. Es posible que algunos elastómeros que se utilizan en motores anteriores (tales como los motores fabricados a principios de la década de los años 1990) no sean compatibles con los nuevos combustibles alternativos.

Caterpillar realiza un seguimiento del desarrollo de combustibles renovables y alternativos, y de las especificaciones de combustibles respectivas a fin de asegurar la aplicación correcta de estos combustibles en los motores. Se publicará información y pautas pertinentes cuando se haya establecido la producción de estos combustibles.

Aditivos de combustible del mercado de autopartes

Hay muchos tipos diferentes de aditivos para combustible disponibles. Por lo general, Caterpillar no recomienda el uso de aditivos en el combustible.

En circunstancias especiales, Caterpillar reconoce que es necesario usar aditivos en el combustible. Los aditivos de combustible deben usarse con precaución. Es posible que el aditivo no sea compatible con el combustible. Algunos aditivos pueden precipitarse. Esta acción genera depósitos en el sistema de combustible. Los depósitos pueden causar atascamiento. Algunos

aditivos pueden obstruir los filtros de combustible. Algunos aditivos pueden ser corrosivos y otros pueden ser dañinos para los elastómeros del sistema de combustible. Algunos aditivos pueden dañar los sistemas de control de emisiones. Algunos aditivos pueden elevar los niveles de azufre en el combustible por encima del máximo permitido por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos (EE.UU.) o, según sea apropiado, por otras agencias reguladoras. Consulte con su distribuidor de combustible sobre las circunstancias en que se requiera el uso de aditivos de combustible. Su proveedor de combustible puede hacer recomendaciones sobre los aditivos que deben usarse y el nivel apropiado de tratamiento.

Nota: Los aditivos de combustible pueden ensuciar el sistema/inyectores de combustible y el dispositivo de postratamiento. Caterpillar no recomienda el uso de aditivos metálicos para combustibles en la mayoría de las aplicaciones. Los aditivos de combustible metálicos solo deben usarse en aplicaciones en las que Caterpillar recomienda su uso.

Nota: Es posible que los aditivos o acondicionadores de combustibles diesel no mejoren significativamente las características de un combustible diesel de baja calidad lo suficiente para hacerlas aceptables para su uso.

Nota: Para obtener los mejores resultados, su proveedor de combustible debe tratar el combustible cuando sea necesario usar aditivos.

Acondicionador de combustible diesel Cat

Nota: El Acondicionador de Combustible Diesel Cat, número de pieza 256-4968, es el único acondicionador o aditivo de combustible disponible para el usuario final que ha comprobado y aprobado Caterpillar para su uso en motores diesel Cat.

El acondicionador de combustible diesel Cat es una fórmula patentada que no contiene metales ni cenizas y que se ha probado exhaustivamente para el uso con combustibles diesel destilados en motores diesel Cat. El acondicionador de combustible diesel Cat permite afrontar varios de los desafíos que muchos combustibles presentan en todo el mundo con respecto a la vida útil o la estabilidad del combustible, la estabilidad del motor, los depósitos en los inyectores, la vida útil del sistema de combustible y el rendimiento del motor a largo plazo.

Nota: Es posible que los aditivos o acondicionadores de combustibles diesel no mejoren significativamente las características de un combustible diesel de baja calidad lo suficiente para hacerlas aceptables para su uso.

Nota: Para aprovechar al máximo las ventajas totales, pida al proveedor de combustible que añada acondicionador de combustible diesel Cat al régimen de tratamiento recomendado antes de suministrar el combustible, o usted puede añadir acondicionador de combustible diesel Cat al régimen de tratamiento recomendado durante las primeras semanas de almacenamiento del combustible. Siga todas las leyes, disposiciones y reglamentos nacionales, regionales y locales correspondientes relacionados con el uso de acondicionadores o aditivos de combustible diesel.

El acondicionador de combustible diesel Cat es un acondicionador de uso múltiple, alto rendimiento y eficacia probada para combustible diesel, que se ha diseñado para mejorar lo siguiente:

- Economía de consumo de combustible (a través de la limpieza del sistema de combustible)

- Lubricidad
- Estabilidad de oxidación
- Capacidad de actuar como detergente o dispersante
- Dispersante de humedad
- Protección contra la corrosión
- Cetano (normalmente números de cetano 2-3)

Se ha comprobado mediante pruebas de laboratorio y de campo que el acondicionador de combustible diesel Cat mejora o reduce el consumo de combustible diesel y las emisiones de las flotas típicas mediante la limpieza del sistema/inyectores de combustible, y ayuda a preservar el rendimiento de los motores nuevos al mantener limpio el sistema de combustible. Recuerde que aunque la limpieza del sistema/inyectores de combustible se realiza con el paso del tiempo, el mantenimiento de la limpieza del sistema/inyectores de combustible es un proceso continuo.

Los datos indican que la mejora promedio en la economía del consumo de combustible de las flotas típicas puede estar comprendida en la gama de más del 2%-3%. Recuerde que las mejoras pueden variar según los factores como el modelo, la edad y el estado del motor, y la aplicación.

El acondicionador de combustible diesel Cat también reduce la formación de goma, resinas y sedimentos, y dispersa las gomas insolubles. Esto puede mejorar significativamente la vida útil de almacenamiento del combustible, reducir los depósitos y la corrosión del motor relacionados con el combustible, y prolongar la vida útil del filtro de combustible.

ATENCIÓN

El uso del Limpiador de sistemas de combustible diésel Cat o del Cat Acondicionador del sistema de combustible diésel no disminuye la responsabilidad del dueño del motor o del proveedor del combustible de seguir todas las prácticas de mantenimiento estándar de la industria para el almacenamiento y la manipulación del combustible. Consulte el artículo "Información general sobre combustibles" de esta Publicación Especial para obtener información adicional. Además, el uso del Limpiador de sistemas de combustible diésel Cat o del Acondicionador del sistema de combustible diésel Cat NO disminuye la responsabilidad del dueño del motor de utilizar el combustible diésel apropiado. Consulte la sección "Especificaciones de combustibles" de esta Publicación Especial (Sección Mantenimiento) para obtener orientación.

Caterpillar recomienda enfáticamente que el acondicionador de combustible diesel Cat se use con biodiesel y mezclas de biodiesel. El acondicionador de combustible diesel Cat es apropiado para usar con biodiesel o mezclas de biodiesel que cumplan con las recomendaciones y requisitos de Cat para biodiesel. **Recuerde que no todos los aditivos de combustible son apropiados para**

usar con biodiesel o mezclas de biodiesel. Lea y siga todas las instrucciones de uso aplicables de las etiquetas. Consulte también el artículo de esta Publicación Especial, "Combustible diesel destilado" y consulte también el artículo "Biodiesel", que incluye las recomendaciones y los requisitos de Cat para biodiesel.

Cuando se usa según las instrucciones, el acondicionador de combustible diesel Cat ha demostrado que es compatible con los motores de vehículos de obras Tier 4 certificados por EPA de los EE. UU. que están equipados con dispositivos de postratamiento.

Nota: Cuando se use correctamente, el acondicionador de combustible diesel Cat no eleva los niveles de azufre en el combustible que se pueden medir en la mezcla final de combustible o aditivo. En los EE.UU., la fórmula actual del acondicionador de combustible diesel Cat se debe mezclar según el régimen de tratamiento recomendado por el proveedor o el distribuidor de combustible para usar en aplicaciones de carretera y otras aplicaciones que requieran el uso de combustible ULSD (15 ppm o menos de azufre en el combustible). Siga todas las leyes, disposiciones y reglamentos nacionales, regionales y locales correspondientes relacionados con el uso de acondicionadores o aditivos de combustible diesel.

ATENCIÓN

Cuando se usa correctamente, el Acondicionador de combustible diésel Cat no eleva los niveles de azufre en el combustible medibles en la mezcla final de combustible/aditivo. Siga todas las leyes, disposiciones y regulaciones nacionales, regionales y locales correspondientes relacionadas con el uso de acondicionadores/aditivos de combustible diésel.

Limpiador de sistemas de combustible diesel Cat

Nota: El Limpiador de Sistemas de Combustible Diesel Cat, número de pieza 343-6210, es el único limpiador de sistemas de combustible disponible para el usuario final que Caterpillar ha analizado y aprobado para su uso en motores diesel Cat.

El limpiador de sistemas de combustible diesel Cat es un producto detergente de alto rendimiento comprobado que se diseñó específicamente para limpiar los depósitos que se forman en el sistema de combustible. La formación de depósitos en el sistema de combustible reduce el rendimiento del sistema y puede incrementar el consumo de combustible. El Limpiador de sistemas de combustible diesel Cat se concentra en los depósitos que se forman por el uso de combustible diesel degradado, la calidad deficiente del combustible diesel y las altas cantidades de compuestos con gran peso molecular del combustible diesel. El Limpiador de sistemas de combustible diesel Cat se concentra en los depósitos que se forman por el uso de biodiesel, mezclas de biodiesel y el incumplimiento del biodiesel con las especificaciones de calidad apropiadas. Se sabe que el uso ininterrumpido del Limpiador de sistemas de combustible diesel Cat inhibe la formación de nuevos depósitos.

El limpiador de sistemas de combustible diesel Cat puede agregarse directamente al combustible diesel, al biodiesel o a las mezclas de biodiesel. El limpiador de sistemas de combustible diesel

Cat es un aditivo de combustible registrado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos que puede usarse con combustible diesel de contenido ultra bajo de azufre. Además, este limpiador es adecuado para el uso con otros combustibles diesel con nivel ultra bajo, bajo y alto de azufre en todo el mundo.

El limpiador de sistemas de combustible diesel Cat es un limpiador de alto rendimiento comprobado que está diseñado para realizar lo siguiente:

- Limpiar los depósitos del sistema de combustible que afectan el rendimiento
- Recuperar las pérdidas de combustible ocasionadas por los depósitos en los inyectores
- Recuperar las pérdidas de potencia ocasionadas por los depósitos en los inyectores
- Eliminar el humo de escape negro visible ocasionado por los depósitos en los inyectores
- Evitar la formación de nuevos depósitos relacionados con el combustible

Para los motores que presentan problemas, como pérdida de potencia, mayor consumo de combustible o humo negro debido a la presencia de depósitos relacionados con el combustible en los inyectores de combustible, se recomienda aplicar un ciclo de limpieza de alta resistencia. Añada una botella de 0,946 L (32 oz) de limpiador de sistemas de combustible diesel Cat por cada 250 L (65 gal) de combustible, lo que corresponde a un régimen de tratamiento del 0,4% por volumen. Antes de volver a cargar combustible, eche limpiador de sistemas de combustible diesel Cat directamente en el tanque de combustible y llene después el tanque con combustible. El proceso de llenado debe dar como resultado una combinación satisfactoria del limpiador. El limpiador tendrá una efectividad inmediata. Las pruebas han demostrado que la mayoría de los depósitos se limpian, y los problemas relacionados se resuelven después de 30 horas de funcionamiento del motor con la combinación de combustible y limpiador. Para obtener los resultados máximos, continúe utilizándolo en este régimen de tratamiento por un término de hasta 80 horas.

Para evitar la reaparición de depósitos relacionados con el combustible, agregue el limpiador de sistemas de combustible diesel Cat al combustible tal como se indicó previamente, pero a un régimen de tratamiento de 0,2%. En este caso, se usa una botella de 0,946 L (32 oz) para tratar 500 L (130 galones) de combustible. El limpiador de sistemas de combustible diesel Cat se puede usar de forma continua sin ocasionar un impacto negativo en la durabilidad del motor o del sistema de combustible.

ATENCIÓN

El uso del Limpiador de sistemas de combustible diésel Cat o del Cat Acondicionador del sistema de combustible diésel no disminuye la responsabilidad del dueño del motor o del proveedor del combustible de seguir todas las prácticas de mantenimiento estándar de la industria para el almacenamiento y la manipulación del combustible. Consulte el artículo "Información general sobre combustibles" de esta Publicación Especial para obtener información adicional. Además, el uso del Limpiador de sistemas de combustible diésel Cat o del Acondicionador del sistema de combustible diésel Cat NO disminuye la responsabilidad

del dueño del motor de utilizar el combustible diésel apropiado. Consulte la sección "Especificaciones de combustibles" de esta Publicación Especial (Sección Mantenimiento) para obtener orientación.

Caterpillar recomienda enfáticamente el uso del Limpiador de sistemas de combustible diesel Cat con biodiesel y mezclas de biodiesel. El limpiador de sistemas de combustible diesel Cat es apropiado para usar con biodiesel o mezclas de biodiesel que cumplen con las recomendaciones y requisitos de Cat para biodiesel. Recuerde que no todos los limpiadores de combustible son apropiados para usar con biodiesel o mezclas de biodiesel. Lea y siga todas las instrucciones de uso aplicables de las etiquetas. Consulte también el artículo de esta Publicación Especial, "Combustible diesel destilado" y consulte también el artículo "Biodiesel", que incluye las recomendaciones y los requisitos de Cat para biodiesel.

Cuando se usa según las instrucciones, el limpiador de sistemas de combustible diesel Cat ha demostrado que es compatible con los motores de vehículos de obras Tier 4 certificados por EPA de los EE. UU. que están equipados con dispositivos de postratamiento.

Nota: Cuando se use según las instrucciones, el limpiador de sistemas de combustible diesel Cat no eleva los niveles de azufre en el combustible que se pueden medir en la mezcla final de combustible o aditivo. Siga todas las leyes, disposiciones y reglamentos nacionales, regionales y locales correspondientes relacionados con el uso de acondicionadores o aditivos de combustible diesel.

ATENCION

Cuando se usa correctamente, el Limpiador de sistemas de combustible diésel Cat no eleva los niveles de azufre del combustible medibles en la mezcla final de combustible/aditivo. Sin embargo, en EE.UU., los aditivos de combustible del mercado de autopartes (en el nivel de consumidor al por menor en contraposición a aditivos para combustible a granel usados en el nivel de proveedor/distribuidor) con más de 15 ppm de azufre NO se pueden usar en aplicaciones que exigen ULSD (15 ppm o menos de azufre en el combustible). Tenga en cuenta que el Limpiador de sistemas de combustible diésel Cat contiene menos de 15 ppm de azufre y su uso con combustible ULSD es aceptable.
