

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería de Petróleo, Gas Natural y Petroquímica



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Implementación de un sistema móvil de filtración micrónica para
la mejora del diésel B5 S-50 en operaciones mineras**

Para obtener el título profesional de

Ingeniero Petroquímico

Elaborado por

Felipe Armando Chang Celis

 0009-0003-4593-9177

Asesor

M.Sc. Nancy Encarnación Bermúdez

 0000-0002-2595-2708

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	Chang Celis [1]
Referencia/Reference	[1] Felipe. Chang Celis, "Implementación de un Sistema Móvil de Filtración Micrónica para la Mejora del Diésel B5 S-50 en Operaciones Mineras" [Tesis de pregrado]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Chang, 2025)
Referencia/Reference	Chang, Felipe. (2025). Implementación de un Sistema Móvil de Filtración Micrónica para la Mejora del Diésel B5 S-50 en Operaciones Mineras. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Resumen

Las Refinerías y Plantas de abastecimiento en Perú cumplen con el estándar de calidad del combustible que se transfiere al consumidor final; sin embargo, en cada transferencia ocurre contaminación por material particulado cuya presencia ocasiona desgaste erosivo, abrasión, agarrotamiento y excesos de flujo de combustible afectando el rendimiento de los equipos; incluso, a las bombas que se usan en la transferencia con un consecuente rechazo del producto por parte del consumidor, en este caso una Empresa Minera. Una causa de contaminación es el uso de camiones tanque tipo tracto cisternas carentes de mantenimiento adecuado, esto sin considerar la suciedad que ingresa a la cisterna por el manhole mientras entregan combustible. El presente Trabajo de Suficiencia Profesional busca aportar una solución a esta problemática mediante la implementación de un Sistema de Filtración Micrónica Móvil, garantizando la calidad del combustible entregado a la Empresa Minera. Se realizó el diseño y la construcción de un equipo móvil de tres cuerpos transportable vía aérea y adaptable a una cama alta para su traslado y uso móvil en cumplimiento con las Normas y Estándares usados en Perú para el trabajo con combustible, establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Se logró colocar en calidad al Diésel B5 S-50 desde su prueba en Refinería Conchán, Arequipa y Mina mediante la aplicación de la norma ISO 4406 y consiguiéndose lo propuesto; restableciendo la calidad del combustible de las unidades cisternas observadas, evitando costos innecesarios de transporte por lucro cesante, reproceso, espera de las cisternas y fletes.

Palabras Clave — Filtración micrónica, ISO 4406, Diésel B5 S-50, material particulado.

Abstract

The refineries and supply plants in Peru comply with the quality standard of the fuel that is delivered to the final user; however, during each delivery there is contamination by particulate material whose presence causes erosive wear, abrasion, seizure and excess fuel flow affecting the performance of the equipment, including the pumps used in the transfer with a consequent rejection of the product by the consumer, in this case a mining company. One cause of contamination is the use of tank trucks lacking adequate maintenance, without considering the dirt that enters the tank through the manhole while delivering fuel. The present work of Professional Sufficiency seeks to provide a solution to this problem through the implementation of a Mobile Micronic Filtration System, guaranteeing the quality of the fuel delivered to the Mining Company. The design and construction of a mobile equipment of three bodies transportable by air and adaptable to a high bed for its transfer and mobile use in compliance with the Norms and Standards used in Peru for working with fuel, established by the Ministry of Transport and Communications. The B5 S-50 Diesel was placed in quality since its test in Conchán Refinery, Arequipa and Mina through the application of the ISO 4406 standard and achieving what was proposed; reestablishing the quality of the fuel of the observed tank units, avoiding unnecessary transportation costs due to loss of profits, reprocessing, waiting for the tanks and freight.

Keyword — Micronic Filtration, ISO 4406, Diesel B5 S-50, particulate material.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	iii
Abstract	iv
Lista de tablas	viii
Lista de figuras	ix
Introducción	xiii
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Descripción del problema de investigación	2
1.3 Objetivo del estudio	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Antecedentes investigativos	4
Capítulo II. Marcos teórico.....	9
2.1 Qué es el Diésel y cómo se obtiene	9
2.2 Calidad Diésel B5 S-50 PETROPERU	10
2.3 Normatividad de referencia	11
2.4 Principales ensayos	11
2.5 Especificación de los diéseles (caso del diésel minero) B5 S-50	12
2.6 Plan de aseguramiento de calidad del Diésel B5 S-50 de PETROPERU para la Mina Las Bambas	16
2.6.1 Calidad del producto	16
2.7 Mercado de diésel en Perú	16

2.7.1 Actividades en las etapas de la cadena de suministro	18
2.7.2 Gestión de los sistemas de filtración	19
2.8 Procesos de filtración del diésel	19
2.8.1 Filtración por centrifugado	20
2.8.2 Filtración a través de membranas porosas	22
2.9 Muestreo y evaluación del contenido de material particulado en el Diésel	22
2.9.1 Toma de muestras representativas y análisis de laboratorio	22
2.9.2 Método de muestreo y tipos de muestra	23
2.9.3 Análisis de muestras y reporte de resultados	24
2.9.4 Metodología para la evaluación e interpretación de resultados de ensayos de contenido de material particulado en el Diésel B5 S-50	24
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación	30
3.1 Sistema de filtración Desarrollado	30
3.1.1 Filtración primaria -Filtración por percolación del Diésel B5 S-50	30
3.1.2 Filtración secundaria- Filtración Micrónica del Diésel B5 S-50	30
3.2 Procedimiento de uso del Equipo Móvil de Filtración Micrónica	31
3.2.1 Objetivos	31
3.2.2 Alcance	32
3.2.3 Roles y Responsabilidades	32
3.2.4 Desarrollo del Proceso	34
3.2.5 Procedimiento de operación del equipo	39
3.2.5.1 EPP y Herramientas	39
3.2.5.2 Pasos para la Filtración Micrónica del Diésel B5 S-50 de cisternas	40
3.2.5.3 Cronograma de Filtración Micrónica Móvil de las unidades cargadas en Arequipa.....	44
3.2.5.4 Matriz de identificación de peligros, evaluación y control de riesgos del uso del Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50	44
Capítulo IV. Análisis y discusión de los resultados	51

4.1 Práctica documentada en Refinería Conchán	51
4.2 Evaluación del Sistema Móvil de Filtración Micrónica de Diésel B5 S-50 en la ciudad de Arequipa.	60
4.3 Resultados Finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el Equipo Móvil de Filtración Micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO	71
4.4 Cálculo de la Eficiencia del Equipo Móvil de Filtración Micrónica en la corrida de prueba en Planta Conchan – Lurín	90
4.5 Cálculo de la Eficiencia del Equipo Móvil de Filtración Micrónica en Arequipa (Base SERVOSA)	91
4.6 Evaluación Económica	92
4.6.1 Caso de estudio	92
4.6.2 Esquema para la Evaluación Económica	94
4.7 Relevancia del Equipo Móvil de Filtración Micrónica como solución a la mejora de la calidad	99
4.8 Competitividad del Equipo Móvil de Filtración Micrónica	99
4.9 Impactos en el Medio Ambiente	100
4.10 Aporte del Trabajo de Suficiencia Profesional: Implementación de un Sistema Móvil de Filtración Micrónica para la Mejora del Diésel B5 S-50 en Operaciones Mineras	100
Conclusiones	101
Recomendaciones	103
Referencias bibliográficas	104
Anexos	108

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Datos de ensayo de destilación para una muestra de Diésel B5 S-50	14
Tabla 2 Descripción de actividades en la cadena de suministro del Diésel B5 S50	18
Tabla 3 Propuesta de puntos de muestreo y frecuencias de toma de muestras ...	22
Tabla 4 Asignación del número de escala por la concentración de particulado ...	27
Tabla 5 Evaluación previa del Sistema Móvil de Filtración Micrónica de Diésel B5 S-50	51
Tabla 6 Evaluación del Sistema Móvil de Filtración Micrónica de Diésel B5 S-50 en Arequipa	60
Tabla 7 Resultados de la filtración micrónica caso Mina Las Bambas	72

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1: Inspección de filtros	4
Figura 2: Filtros instalados en la maquinaria	5
Figura 3: Esquema de representación equipo de deposición de pared caliente	7
Figura 4: Proceso de obtención del Diésel	9
Figura 5: Muestra de Diésel B5 S-50	28
Figura 6: Muestra de Diésel B5 S-50. Determinación de color y Gravedad °API ..	12
Figura 7: Especificaciones Técnica Generales del Diésel B5 S-50	13
Figura 8: Tanque 1.4MM de almacenamiento del Diésel B5 S-50	14
Figura 9: Evolución del precio del petróleo	17
Figura 10: Reservar probadas desarrolladas de petróleo (MSTB)	18
Figura 11: Lectura de certificados de prueba de laboratorio para la evaluación del particulado Ferreyros	26
Figura 12: Lectura de certificados de prueba de laboratorio para la evaluación del particulado SGS	28
Figura 13: Asignación de los valores de escala para la concentración del material particulado SGS	29
Figura 14: Aplicación de correlación particulado con número de escala para el Diésel B5 S-50	29
Figura 15: Sistema de filtración primaria por percolación para el Diésel B5 S-50..	31
Figura 16: Sistema de filtración secundaria Micrónica para el Diésel B5 S-50	31
Figura 17: Gabinete Manifold de Percolación, Ingreso y Salida.....	35
Figura 18: Gabinete Manifold de Percolación	36
Figura 19: Gabinete de Bomba, puntos de ingreso y de salida del Diésel B5 S-50	37
Figura 20: Botonera de encendido y apagado	37
Figura 21: Gabinete de Filtración Micrónica	38

Figura 40: Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA5-097-2017	62
Figura 41: Procedencia de Muestra: Después de 01 hora de pasar por el Equipo Móvil de Filtración Micrónica	63
Figura 42: Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA6-098-2017	64
Figura 43: Procedencia de Muestra: Después de 2 horas de pasar por el Equipo Móvil de Filtración Micrónica	65
Figura 44: Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA7-099-2017	66
Figura 45: Procedencia de Muestra: Después de 03 horas de pasar por el Equipo Móvil de Filtración Micrónica	67
Figura 46: Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA8-100-2017	68
Figura 47: Procedencia de Muestra: Después de 4 horas de pasar por el Equipo Móvil de Filtración Micrónica	69
Figura 48: Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA9-101-2017	70
Figura 49: Equipo Móvil de Filtración Micrónica en la base de SERVOSA	71
Figura 50: Gráfico ISO 4406 para Precinto de muestra: 11069 tomado en Mina Las Bambas	73
Figura 51: Gráfico ISO 4406 para Precinto de muestra: 11072 tomado en Mina Las Bambas	74
Figura 52: Gráfico ISO 4406 para Precinto de muestra: 11075 tomado en Mina Las Bambas	75
Figura 53: Gráfico ISO 4406 para Precinto de muestra: 10352 tomado en Mina Las Bambas	76
Figura 54: Gráfico ISO 4406 para Precinto de muestra: 11077 tomado en Mina Las Bambas	77
Figura 55: Gráfico ISO 4406 para Precinto de muestra: 11080 tomado en Mina Las Bambas	78
Figura 56: Gráfico ISO 4406 para Precinto de muestra: 11083 tomado en Mina Las Bambas	79

Figura 57: Gráfico ISO 4406 para Precinto de muestra: 11083 tomado en Mina Las Bambas	80
Figura 58: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 10591	81
Figura 59: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 11093	82
Figura 60: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 11095	83
Figura 61: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 11098	84
Figura 62: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 10579	85
Figura 63: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 10692	86
Figura 64: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 10791	87
Figura 65: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 697	88
Figura 66: Gráfico ASTM D 7619-10 para Precinto de muestra: 696	89

Introducción

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolla en torno a una problemática que se presenta durante el abastecimiento de combustible Diésel B5 S-50 para el sector minero en Perú, enfocándose en la calidad del producto suministrado.

Se abordan temas como la cadena de suministros, desde el despacho hasta la recepción del producto, identificándose los puntos donde se pueda identificar fuentes de contaminación, controles y tomas de muestras para su posterior análisis en laboratorios acreditados con la finalidad de poder identificar el producto entregado que se encuentre con contaminación por material particulado por encima de los límites permisibles según estándares de uso nacional.

El problema de contaminación en el producto entregado trae consigo una incidencia en sobrecostos y pérdidas en el proceso de abastecimiento, donde el combustible debe pasar por reproceso. Es por esto que el autor durante los estudios de investigación propone la creación de un equipo móvil de filtración micrónica para tratar al combustible de calidad observada antes de que ingrese a poder del usuario evitando con esto las pérdidas que se podrían generar por reproceso el cual suele ser devolviéndolo a la planta.

El estudio muestra los resultados económicos cuantificados y su viabilidad como solución para los casos estudiados con su potencial de difusión para ser aplicado en casos similares.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Generalidades

Según la Real Academia Española, define Ingeniería al conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial.

La industria petrolera se encuentra dividida en tres grandes sectores: upstream, midstream y downstream. El sector midstream incluye el transporte, ya sea por tuberías, ferrocarril, barcaza, o camión, el almacenamiento y la comercialización al por mayor de productos crudos o refinados derivados del petróleo.

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional se desarrolla en el midstream, en el transporte de derivados de hidrocarburos desde Terminal Mollendo al Complejo minero Las Bambas.

Respecto a Minera Las Bambas, el año 2014 el consorcio compuesto por MMG Limited, Guoxin International Investment Co. Ltd. y CITIC Metal Co. Ltd. Adquiere el complejo minero Las Bambas. Se concreta e inicia el reasentamiento físico de la comunidad de Fuera bamba. El año 2015 se logró la primera producción de concentrado de cobre como parte de las actividades de comisionamiento. Se llevan a cabo las etapas de comisionamiento e incremento gradual de la producción para alcanzar el nivel de producción plena. El año 2016 ocurrió el primer embarque de concentrado. Se inicia la operación comercial (Wilson, F., 2019).

De acuerdo con el reporte en el Anuario Minero publicado por el Ministerio de Energía y Minas del Perú para el año 2017, la producción de cobre se incrementó en 3.9%, zinc en 10.17%, hierro en 14.92% y molibdeno en 9.26%, respecto al año 2016. En contraste, la producción de plata, plomo y estaño disminuyó en el mismo periodo.

Destaca en el año 2017, el crecimiento que ha sostenido la producción de cobre, a pesar de los factores que afectaron la producción global del metal rojo, alcanzando 2.45 millones de toneladas métricas finas contribuyendo con este resultado del óptimo

desempeño alcanzado por Minera Las Bambas S.A. Además, la producción de molibdeno alcanzó niveles históricos en el 2017 al registrar 28,141 toneladas métricas finas, debido a los mayores volúmenes de mineral tratados por Minera Las Bambas S.A. y Hudbay Perú.

1.2 Descripción del problema de investigación

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional se desarrolla en el midstream, en el transporte de derivados de hidrocarburos desde Terminal Mollendo al Complejo minero Las Bambas.

En la formulación del problema tenemos que en la recepción del Diésel B5 S-50 para el funcionamiento de la línea amarilla de la mina MMG Limited, Guoxin International Investment Co. Ltd. y CITIC Metal Co. Ltd. Las Bambas, en el mes de mayo del 2017, se detectaron 16 vehículos tanque tipo tracto-cisterna provenientes del terminal Mollendo, contaminados con particulado por encima de los límites establecidos según ISO 4406. Como problema general se identificó la presencia de contaminantes tipo particulado en el Diésel B5 S-50 ocasiona problemas de funcionamiento en la línea amarilla de la mina, este acontecimiento trae gastos no previstos en mantenimiento y operación afectando la confiabilidad y la correcta ejecución de los trabajos con los equipos Diésel en la mina. El problema específico radica en el no cumplimiento con el estándar de calidad dado por la norma ISO 4406 para el combustible Diésel B5 S-50; los vehículos tanque tipo tracto-cisterna serán rechazados por la unidad minera según lo establecido en las condiciones técnicas de servicio de abastecimiento a mina establecido con Petróleos del Perú – PETROPERÚ S.A.

El rechazo del producto trae como consecuencia el traslado de la flota contratista de las empresas TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L. y SERVOSA CARGO S.A.C. a refinería Conchán para reproceso.

Por lo tanto, el presente trabajo se justifica con la investigación que se llevó a cabo aplicado a la Empresa “TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.” en el mes de mayo del año 2017, el mismo que luego de haber sido sometido a pruebas de laboratorio en Ferreyros / Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos y de Campo en Refinería Conchán

por parte de PETROPERÚ S.A., fue aprobado mediante Nota Informativa STO-029-2017(Anexo 2), para aplicación en la Mina MMG Limited, Guoxin International Investment Co. Ltd. y CITIC Metal Co. Ltd. Las Bambas.

El suministro de Diésel B5 S-50 a la mina Las Bambas, se realiza desde el Terminal Mollendo de PETROPERÚ S.A. en vehículos tanque tipo tracto, cisternas de configuración vehicular T3S3, para el funcionamiento de la línea amarilla en mina. Según los ensayos de calidad del Diésel B5 S-50 ,hechos en mina, el producto llegaba fuera de especificación de calidad; puntualizando en la cantidad de material particulado, por lo que en el muestreo realizado como parte del proceso de recepción, se identificó un lote de veinte cisternas con dicha problemática, motivo por el cual tenían que retornar el producto hasta el terminal Mollendo y luego a la Refinería de Conchán en la ciudad de Lima, para su respectivo reprocesamiento, causando costos en el flete de retorno del producto y costos en el reprocesamiento, entre otros.

Si un camión cisterna carga diez mil galones de diésel en 16 cisternas, son 160,000 galones o tres mil ochocientos barriles; esta viene a ser la cantidad para retornar a la Refinería Conchán por falta de calidad durante una semana.

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo general

Mejorar la calidad del Diésel B5 S-50, que se transporta del Terminal Mollendo de PETROPERÚ S.A. a la Mina Las Bambas, mediante la instalación y funcionamiento de un equipo móvil de filtración micrónica de Diésel B5 S-50, en el mismo Centro Minero o en el sitio que se disponga.

1.3.2 Objetivos específicos

- Resolver la problemática presentada, mediante el diseño e implementación de un sistema móvil de filtración micrónica de Diésel B5 S-50.
- Funcionamiento del sistema móvil de filtración micrónica de Diésel B5 S-50 en el centro minero Las Bambas.

- Determinar la forma en que dicho proyecto favorecería en la reducción de costos para la empresa proveedora de combustible hacia el centro minero.

1.4 Antecedentes investigativos

Se presentan trabajos de investigación similares que preceden al que se ha realizado; estos guardan mucha relación con los objetivos del estudio que se aborda.

Caso 1: Control de la contaminación con sistema de filtración de combustible:

Un caso de estudio. (Gutiérrez, 2013)

Durante una inspección de campo en una pala de carga en una empresa minera en Perú (Yanacocha), el objetivo era determinar el nivel de código ISO y la presencia de partículas visibles en los microfiltros. La pala y el sistema de filtración tenían menos de 5,000 y 1,000 horas de operación, respectivamente. Se revisaron las mangueras de combustible, se limpiaron los microfiltros y, como se observa en la Figura 1, se retiraron cuidadosamente los cartuchos usados para análisis en laboratorio. Se instalaron nuevos cartuchos con sellos para evitar fugas y se verificó el funcionamiento sin fugas de combustible.

Figura 1

Inspección de filtros



Nota: fuente (Gutierrez,2013)

La inspección reveló que la unidad de microfiltración estaba en buenas condiciones, con un ligero polvo en el exterior debido a la operación normal. Se encontraron partículas visibles y un color oscuro en los cartuchos filtrantes usados, así como rastros de combustible diésel en los contenedores, aunque limpios y secos. Después del cambio de

filtros Fig. 2, no se observaron fugas de combustible. El análisis de los cartuchos usados confirmó una mayor concentración de contaminantes en comparación con los nuevos.

Cuando se examinó el combustible diésel en la pala de carga, se determinó que el nivel de código ISO del combustible que llegó al tanque de diésel después de la microfiltración era ISO 17/15/14. Esto cumplía los requisitos establecidos por el fabricante del motor para el combustible diésel B5. En el laboratorio se llevaron a cabo pruebas a muestras de combustible diésel tomadas en dos días diferentes. Los resultados finales mostraron que el nivel de limpieza era ISO 15/12.

El sistema de microfiltración instalado en el tanque de diésel de la pala cargadora ha demostrado ser efectivo y eficiente, cumpliendo con las expectativas. Los filtros eliminan los contaminantes, reduciendo el desgaste de las bombas e inyectores. El combustible diésel se extrae de dos puntos separados en el fondo del tanque, evitando la acumulación de agua, sedimentos y contaminantes “ocultos” que afectan la recarga diaria de combustible diésel limpio. El nivel de código ISO del combustible en la pala se mantiene en 17/15/14 o menos durante la operación. Cuando el nivel de combustible es bajo, la microfiltración se realiza más frecuentemente para garantizar la limpieza del combustible en el fondo del tanque y mantener el funcionamiento óptimo de la pala cargadora.

Figura 2

Filtros instalados en la maquinaria



Nota: Fuente (Gutierrez, 2023)

Caso 2: Efectos de la filtración micrónica sobre la deposición de lubricante en motores de turbina. (Tyler et al., 1983)

Se investigaron los efectos de la filtración micrónica sobre las características de formación de depósitos de los lubricantes para motores de turbina, empleando un banco de pruebas de deposición de paredes calientes. El sumidero de aceite de prueba de la plataforma se modificó con un generador de metal de desgaste y para las pruebas de filtración, se instaló una carcasa de filtro en la línea de presión del lubricante de prueba.

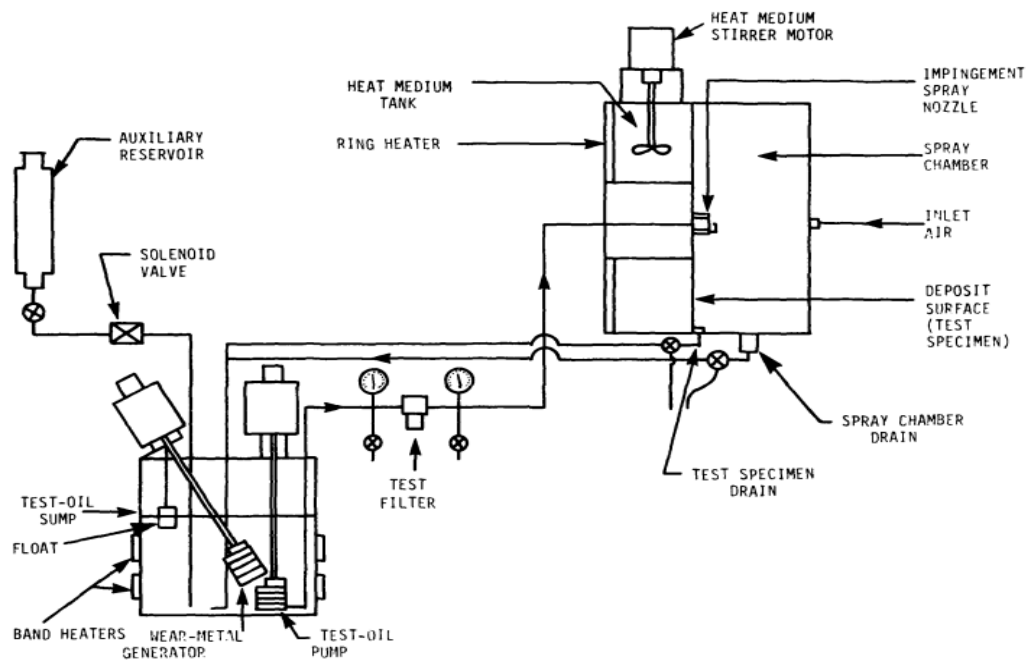
Sin filtración, se efectuaron pruebas de 15 μm , inclinación y filtración de 3 μm . Se evaluaron diez lubricantes tipo MIL-L-7808 o IL-L-7808 bajo seis condiciones de prueba diferentes. En consecuencia, se utilizó un método de prueba especial para estudiar el efecto de la filtración micrónica en la deposición de los lubricantes tanto con generación de desgaste del acero suave como sin generación de desgaste. Además, se determinaron y presentan los efectos tanto sobre la viscosidad cinemática como sobre el número de neutralizaciones de los lubricantes de prueba. Se proporcionó un cálculo directo de la generación de metal de desgaste mediante mediciones de pérdida de peso de las muestras de desgaste de acero suave montadas debajo del nivel de lubricante en el sumidero. Además, la concentración de hierro en muestras de los lubricantes de prueba tomadas durante las pruebas se determinó mediante fluorescencia de rayos X de energía dispersiva y estos resultados se presentan y discuten.

La Figura 3 ilustra el equipo de deposición de pared caliente equipado con una carcasa de filtro de prueba y manómetros asociados para determinar el diferencial de presión a través del filtro de prueba. También se muestran las válvulas para obtener muestras de aceite de prueba tanto aguas arriba como aguas abajo del filtro. Los filtros empleados en la carcasa del filtro para diversas pruebas ya se han comentado en una sección anterior del informe. Para pruebas sin filtración, estos equipos se eliminan de la instalación de plomería y se toman muestras de aceite de prueba de la válvula de drenaje de la cámara de aspersión. El criterio utilizado para cambiar el filtro durante la prueba de filtración fue cuando la presión diferencial a través del filtro, determinada por los

manómetros, alcanzó 6.2×10^5 Pa (90 psi). En este programa se evaluaron diez lubricantes, utilizando dos bancos de pruebas de deposición de paredes calientes. Los lubricantes fueron evaluados bajo seis condiciones de prueba diferentes, a saber, no filtración sin desgaste, no filtración con desgaste, filtración de 15 μm sin desgaste, filtración de 15 μm con desgaste, filtración de 3 μm sin desgaste y filtración de 3 μm con desgaste.

Figura 3

Esquema de representación del equipo de deposición de pared caliente



Nota: fuente (Tyler, J., et al., 1983)

Se realizaron dos o más pruebas para todas las condiciones, excepto para la filtración de 15 μm y 3 μm , ambas con desgaste, para tres de los lubricantes de prueba. No se realizaron duplicados de estas seis pruebas debido a la confianza en los datos de la prueba única y también porque no se dispuso de suficiente tiempo para la prueba. Sobre la base de pruebas de deposición en paredes calientes que emplean diez lubricantes para motores de turbina tipo MIL-L-7808 o MIL-L-7808, se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

El banco de pruebas, modificado con un generador de desgaste y capacidades de prueba de filtro micrónico, así como el método de prueba seleccionado, es apropiado para evaluar la deposición y degradación de lubricantes para motores de turbina.

Una temperatura de pared caliente diferente a la seleccionada podría revelar una mejora en la prueba, pero para este programa la temperatura del medio térmico de 2930 °C parecía ser adecuada.

El análisis estadístico de los datos de deposición de paredes calientes mostró que había claramente una diferencia significativa entre los promedios de clasificación de depósitos sin filtración en comparación con la filtración con filtros de 15 µm o 3 µm. La filtración mejoró o redujo la media de calificación de depósito ajustada para todas las condiciones, excepto dos. Además, mientras que las calificaciones de depósito promedio con filtración de 15 µm fueron ligeramente más altas que con filtración de 3 µm.

El contenido de trazas de hierro en muestras de lubricantes mediante XRF mostró una mejora general (menos partículas de hierro) en las pruebas de desgaste con filtración de 15 µm y 3 µm en comparación con condiciones sin filtración.

Muchas de las pruebas de desgaste no mostraron una diferencia significativa en el contenido de hierro entre los dos niveles de filtración, ni entre las muestras de lubricante upstream y downstream (antes y después del filtro). Esto sugiere que había muchas partículas pequeñas de hierro en el lubricante en suspensión que pasaban fácilmente a través de los filtros.

Finalmente, los efectos nocivos del desgaste del acero suave y los efectos útiles de la filtración micrónica en la deposición del lubricante de los motores de turbina ciertamente plantean preguntas que vale la pena investigar. El hecho de que varios lubricantes, que sin duda tienen diferentes formulaciones, muestren diferentes características de deposición y degradación, sería de interés para los formuladores de lubricantes.

Se recomienda un estudio para determinar los efectos de la base lubricante y diversos aditivos lubricantes sobre la deposición. Serían de interés los desactivadores de metales, los antioxidantes y los aditivos de tipo portador de carga.

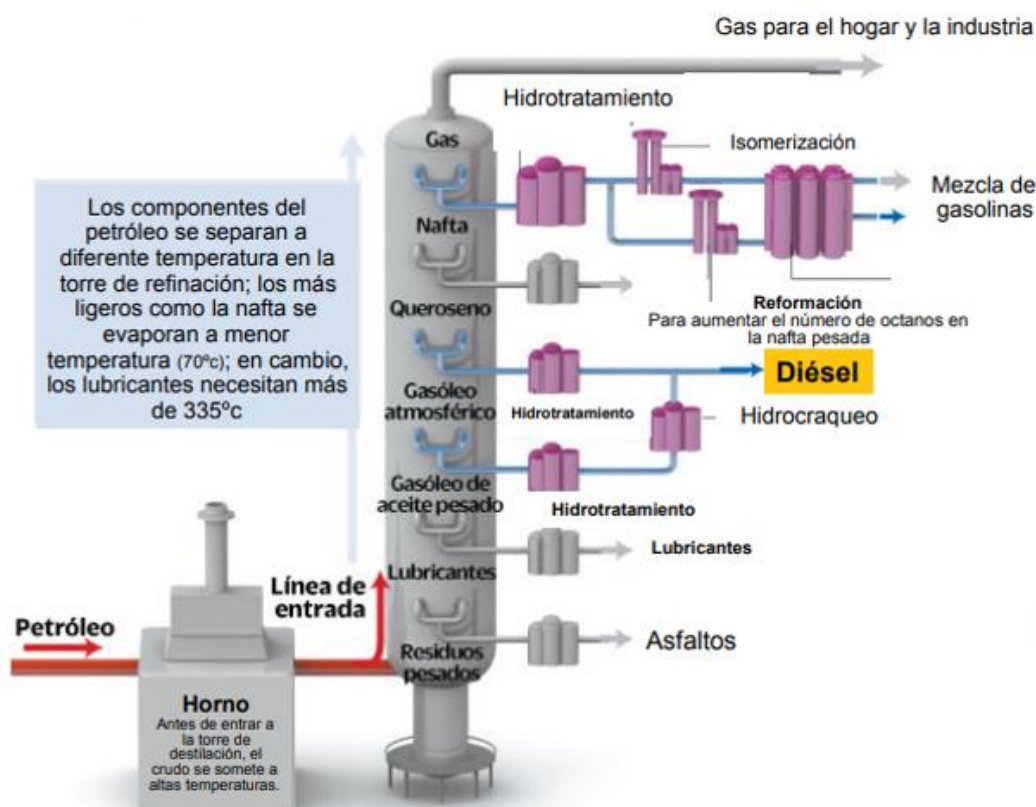
Capítulo II. Marco teórico

2.1 ¿Qué es el Diésel y cómo se obtiene?

El diésel, también conocido como gasóleo, gasoil, diésel o ACPM (siglas de Aceite Combustible Para Motores) es un hidrocarburo líquido que se obtiene principalmente de la destilación del petróleo a una temperatura entre los 200 °C y 380 °C (CONUEE, 2024), y de densidad sobre 850 kg/m³ o 0.85 g/cm³ a 15 °C (Fig.4). Compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en calefacción y en motores diésel. Su poder calorífico inferior es de 35,86 MJ/L o 43,1 MJ/kg, que depende de su composición (Intertek Group plc Argentina, 2024).

Figura 4

Proceso de obtención del diésel



Nota: fuente (CONUEE, 2024)

2.2 Calidad Diésel B 5 S-50 PETROPERÚ

Es una mezcla de 95% Vol. de Diésel de bajo azufre (ULSD) y 5% Vol. de Biodiésel B100 (Fig. 7). Posee un paquete de aditivos de performance de alta tecnología, difiere

generalmente en tonalidad, aunque dicha característica depende de la materia prima y los procesos de refinación. Dependiendo de la solicitud del cliente, puede contener colorantes.

Entre sus principales características se pueden mencionar:

- Muy bajo contenido de azufre que, al disminuir las emisiones contaminantes, favorece la protección del ambiente.
- Elevado índice de cetano que asegura una excelente calidad de ignición, arranque rápido y menor ruido del motor.
- Óptima lubricidad a pesar del bajo contenido de azufre por la inclusión de biodiésel.
- Contiene un paquete de aditivos de última generación que le otorgan las siguientes ventajas:
 - Limpia los inyectores para una óptima pulverización y consecuente mejora de la combustión.
 - Protege la bomba de inyección de combustible.
 - Protege contra la corrosión.
 - Separa de forma óptima el agua, pues contiene un demulsificante.
 - Mejora el rendimiento.
 - Disminuye los gastos por mantenimiento.
 - Amplía la vida útil del motor.
 - Controla la espuma durante el abastecimiento de combustible, lo que ofrece mayor comodidad y rapidez en el llenado.
 - Protege el medio ambiente, pues reduce la emisión de gases contaminantes e hidrocarburos no quemados.
- Su uso se da en motores diésel de vehículos para el transporte terrestre (automóviles, camiones, ómnibus, entre otros).
- En plantas de generación eléctrica.
- En equipos para la industria en general (minería, construcción, agrícola, otras).

- En el Perú, el Diésel B5 S-50 es comercializado en todos los departamentos donde no se comercializa el Diésel B5: Áncash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Moquegua, Pasco, Puno, Madre de Dios y Tacna.

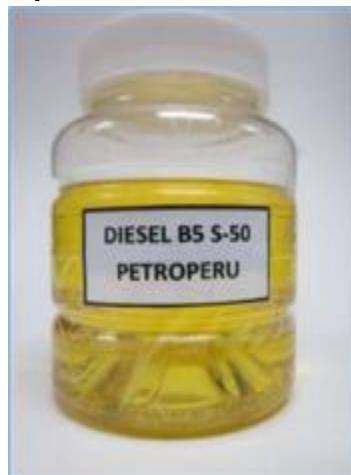
2.3 Normatividad de referencia

De acuerdo con el D.S. 092-2009-EM y su fe de erratas:

- Color natural amarillo ámbar para clientes mineros e industriales (Fig. 5)
- Posee aditivos de performance en su formulación
- Es una mezcla de Diésel2 (95%v) y Biodiésel (5%v), posee máximo. 50 mg/kg de azufre
- Cumpliendo la normatividad vigente en Piura, Tumbes, Amazonas, San Martín, Ucayali y Loreto, aún se puede comercializar Diésel B5.

Figura 5

Muestra de Diésel B5 S-50 (2023)



Nota: fuente elaboración propia

2.4 Principales ensayos de caracterización del Diésel

Para caracterizar al diésel, mínimamente se deben realizar las siguientes pruebas de laboratorio:

- Punto de inflamación
- Azufre total
- Agua y sedimentos

- Material particulado (ISO 4406)

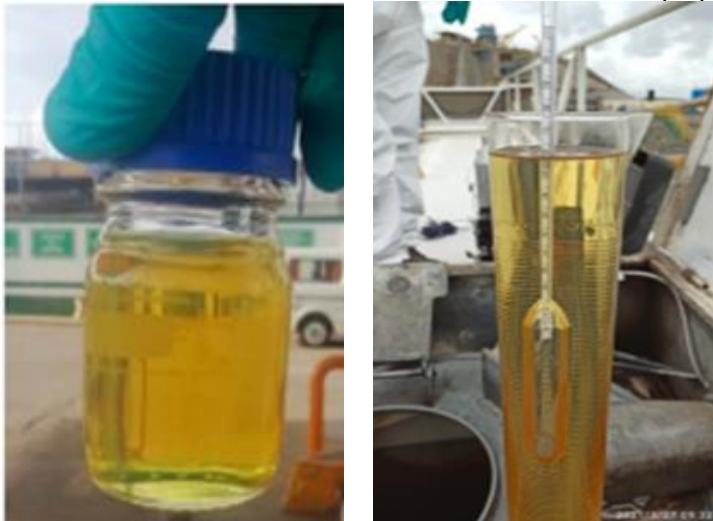
2.5 Especificación de los diéses (caso del diésel minero) B5 S-50

Según el Manual de Especificaciones Técnicas de los Productos Petroperú (Vera, O., 2024), el Comité central de calidad de productos, se define al Diésel B5 S-50 como un combustible, producto de la mezcla de hidrocarburos utilizada para generar energía por medio de combustión. En la Figura 7 se muestran las especificaciones del producto:

- Color ASTM: Métodos de ensayo ASTM D1500, ASTM D6045. Son la referencia para determinar la probable contaminación con productos residuales, lubricantes, etc. la Figura 6 (izquierda) representa la muestra a ser enviada a ensayo.
- Gravedad °API a 60 °F: Métodos de ensayo ASTM D1298, ASTM D4052. Permite corregir los volúmenes a temperatura estándar para propósitos de fiscalización; usado con otras propiedades para caracterizar el combustible. La Figura 6 (derecha) ilustra el °API observado de la muestra tomada por medio del hidrómetro calibrado.

Figura 6

Muestra de Diésel B5 S-50. Determinación de color (Izquierda), Gravedad °API (Derecha)



Nota: fuente elaboración propia

Figura 7

Especificaciones técnicas generales del Diésel B5 S-50

CLASE DE PRODUCTO		Fecha efectiva:		
COMBUSTIBLE		Febrero 2024		
TIPO DE PRODUCTO		Reemplaza edición de:		
DESTILADO MEDIO ULTRA BAJO AZUFRE + 5% BIODIESEL B100		Enero 2019		
NOMBRE DE PRODUCTO				
DIESEL B5 S-50				
PROPIEDADES	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO DE ENSAYO	
	MIN.	MAX.	ASTM	OTROS
APARIENCIA	Clara y brillante, libre de agua y partículas en suspensión		D-4176	Visual
Color ASTM (b)	3,0		D-1500, D-6045	Visual
VOLATILIDAD				
Gravedad API a 60 °F	Reportar		D-1298, D-4052	
Destilación, °C (a 760 mmHg)			D86	ISO 3405
Punto inicial de ebullición	Reportar			
5 %V recuperado	Reportar			
10 %V recuperado	Reportar			
20 %V recuperado	Reportar			
50 %V recuperado	Reportar			
90 %V recuperado	282	360		
95 %V recuperado	Reportar			
Punto final de ebullición	Reportar			
Punto de inflamación, °C	52		D93, D3828, D7094	ISO 2719
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 40°C, cSt (c)	1.9	4.1	D-445	ISO 3104
Punto de escurrimiento, °C	+4		D-97, D-5949, D-5950	ISO 3016
Punto de nube	Reportar		D-2500, D-5771, D-5772, D-5773	
COMBUSTIÓN				
Número de cetano (d)	45		D613	ISO 5165
Índice de cetano (e)	40		D-4737, D-976	ISO 4264
COMPOSICIÓN				
Cenizas, % masa	0.01		D-482	ISO 6245
Residuo de carbón, 10% residuo destilación, %masa	0.35		D4530, D189, D524	ISO 6615
Azufre total, mg/Kg	50		D-5453, D-2622, D-7039, D-7220	ISO 20846, ISO 14596
CORROSIÓN				
Corrosión lámina de cobre, 3h, 50°C, N°	3		D-130	ISO 2160
CONTAMINANTES				
Agua y Sedimentos, %V	0.05		D-2709	
ESTABILIDAD A LA OXIDACIÓN				
Estabilidad a la oxidación, mg/100mL	Reportar		D-2274	
LUBRICIDAD				
Lubricidad, diámetro rasgado de uso corregido, HFRR a 60°C, micras	520		D6079, D7688	ISO 12156-1
REQUERIMIENTOS DE OPERATIVIDAD				
Punto de Obstrucción del Filtro, Flujo en Frío, (CFPP ó POFF), °C	-8		D-6371	UNE-EN-116
CONDUCTIVIDAD				
Conductividad, pS/m	25		D-2624, D-4308	
BIODIESEL 100 (B100)				
Contenido, % Vol.	5		D-7371	UNE EN 14078
OBSERVACIONES:				
(a) De conformidad con el D.S. N° 092-2009-EM y su Fe de Erratas.				
(b) Se aplicará colorante verde en las Plantas de Vents, según decisión de la Geencia Comercial.				
(c) La viscosidad cinemática a 40°C puede ser 1.7 cSt, si el Punto de Nube especificado es menor a -12°C para los meses fríos.				
(d) De no contar con el equipo del método ASTM D-613 (Número de Cetano), se calculará el Índice de Cetano con el método ASTM D-4737.				
(e) El método ASTM D-976, se usará únicamente para combustibles Diesel de rango de N° Cetano entre 56,5 a 60,0.				

Nota: fuente (Vera, O., 2024)

- Destilación: Método de ensayo ASTM D86. Es uno de los ensayos que permiten evaluar la volatilidad del producto. Se reporta en valores de temperatura a la que

se recuperan, como destilados, las fracciones del combustible expresadas en porcentaje (Tabla 1); se realiza en laboratorio.

Tabla 1

Datos de ensayo de destilación para una muestra de Diésel B5 S-50

Destilación a 760 mmHg (ASTM D86-18)	Valor
Punto Inicial de Ebullición	179.4
5% Vol. Recuperado	206.8
10% Vol. Recuperado	216.4
20% Vol. Recuperado	231.5
50% Vol. Recuperado	268.9
90% Vol. Recuperado	320.1
95% Vol. Recuperado	332.3
Punto Final de Ebullición	342.0
Recuperado % Vol.	98.0
Residuo % Vol.	1.0
Pérdida % Vol.	1.0

Nota: fuente (ASTM, 2018)

- Punto de inflamación: Método de ensayo ASTM D93. Es una propiedad del combustible que se considera para diseñar las condiciones de almacenamiento y manipulación, de tal manera que se cumplan los estándares de seguridad. Es un valor de temperatura que indica el grado de inflamabilidad del combustible; el requisito para el Diésel B5 S-50 es mín. 52 °C, el cual deberá ser almacenado en tanques que aseguren la preservación de la calidad del producto como se observa en la Figura 8.

Figura 8

Almacenamiento de hidrocarburos en tanque N° 69 Refinería Conchán



Nota: fuente elaboración propia

- Viscosidad cinemática: Método de ensayo ASTM D445. Es un ensayo que se aplica para determinar la viscosidad del combustible para lubricar los componentes del sistema de combustión. Atomización del combustible / eficiencia de la inyección (ver descripción metodológica en Anexo 3).
- Punto de escurrimiento: Método de ensayo ASTM D97. Es un valor de temperatura que sirve como referencia para conocer su operatividad a bajas temperaturas durante su manipulación (ver descripción metodológica en Anexo 3).
- Punto de obstrucción del filtro, flujo en frío (CFPP o POFF): Método de ensayo ASTM D6371. Permite proyectar el comportamiento del combustible en los vehículos y máquinas en operaciones a bajas temperaturas. Los valores reportados de CFPP son bajo cero (°C) para el combustible Diésel B5 S-50 (ver descripción metodológica en Anexo 3).
- Número de cetano: Método de ensayo ASTM D613. Es determinado en un motor de prueba en laboratorio. El número de Cetano es un indicativo de la capacidad o facilidad de ignición del combustible en el motor (ver descripción metodológica en Anexo 3).
- Índice de cetano: Método de ensayo ASTM D4737, D976. Es un valor calculado a partir de datos de la destilación (ASTM D 86) y composición del combustible. Uso de diésel con valores altos de cetano (ver descripción metodológica en Anexo 3):
 - Tendencia a disminuir el ruido del motor.
 - Mayor eficiencia de la combustión.
 - Facilidad en el arranque en frío del motor.
 - Disminución de emisiones.
- Contenido de cenizas: Método de ensayo ASTM D482. Se evalúa con la finalidad de tener información que ayude en la prevención de la formación de depósitos durante la combustión del diésel. Ver descripción metodológica en Anexo 3.

- Corrosión de la lámina de cobre: Método de ensayo ASTM D130. Permite evaluar el grado de corrosividad del diésel B5 S50 para en los sistemas de combustible que poseen aleaciones de cobre (ver descripción metodológica en Anexo 3).
- Azufre total. Método de ensayo: ASTM D5453, ASTM D2622. Brinda información para seleccionar el combustible para: Reducir los impactos en la salud y el ambiente por el material particulado y óxidos de azufre, conservar la efectividad y durabilidad de los sistemas de control de emisiones de los vehículos. Introducir vehículos y máquinas de nueva tecnología (ver descripción metodológica en Anexo 3).
- Agua y sedimentos. Método de ensayo: ASTM D2709. Permite evaluar si el combustible ha sido contaminado en alguna etapa de la cadena de suministro (ver descripción metodológica en Anexo 3).
- Material particulado. Método de ensayo: ASTM D7619. Norma ISO 4406. Permite evaluar la contaminación por presencia de partículas en el combustible. Límite. Máx. 18/16/13 (ver descripción metodológica en Anexo 3).

2.6 Plan de aseguramiento de calidad del Diésel B5 S-50 de PETROPERÚ para la Mina Las Bambas

El alcance del Plan de Aseguramiento de la Calidad comprende el suministro de combustibles a LAS BAMBAS, considerando las siguientes etapas: a) Almacenamiento y despacho del producto en el Terminal o Planta de Abastecimiento, b) Transporte y entrega del producto en mina para su almacenamiento en los tanques de los Grifos.

2.6.1 Calidad del producto

La calidad del combustible a suministrar a LAS BAMBAS cumplirá las Especificaciones Técnicas del producto Diésel B5 S-50 considerado en la propuesta de PETROPERÚ para la licitación N° WS 880024514 (anexo 1).

2.7 Mercado de diésel en Perú

Según el resumen ejecutivo en el Libro anual de recursos de hidrocarburos del 2022, el Perú es un importador neto de petróleo crudo y derivados. En el año 2022, las exportaciones de hidrocarburos representaron USD 4 150 millones (FOB), mientras que

las importaciones de combustibles fueron de USD 12 775 millones (García, L., 2022), haciendo referencia también a la producción de hidrocarburos en el Perú la cual tiene actualmente una importancia relativamente baja en la actividad económica del país. Su participación en el producto bruto interno (PBI) total ha sido en promedio 1.6 % entre 2007 y 2021. Desde el año 2015, ha estado por debajo del 1 %, excepto en 2018 y en 2021, cuando se registró una recuperación de la producción después de la paralización del sector en los dos años anteriores. En el mismo periodo, 2007-2021, la participación promedio del sector “agricultura, ganadería, silvicultura” fue del 6.3 %, la del sector “alojamiento y restaurantes” fue del 6.3 %, la del sector minero fue del 9.1 % y la del sector manufactura fue del 14.2 %. La evolución de los precios de petróleo se muestra en la Fig. 9.

Figura 9

Evolución de los precios del petróleo

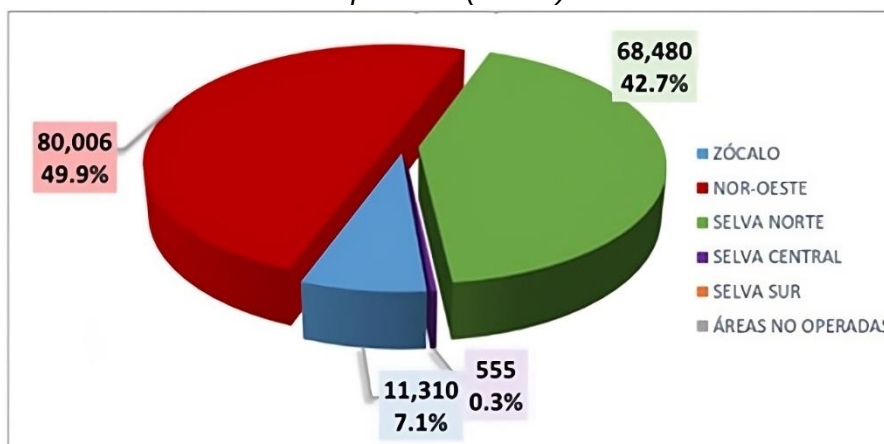


Nota: fuente (García, L., 2022)

Las reservas probadas desarrolladas de petróleo al 31 de diciembre del 2022, a nivel país, se han estimado en 160,351 MSTB, distribuidas como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

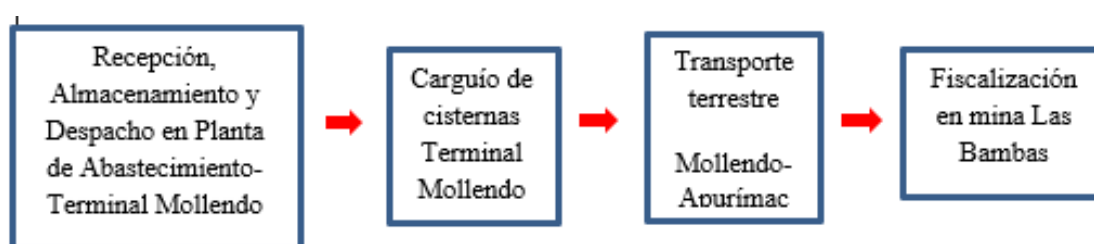
Reservar probadas desarrolladas de petróleo (MSTB) a diciembre del 2022



Nota: fuente (García, L., 2022)

2.7.1 Actividades en las etapas de la cadena de suministro

Para cumplir los objetivos del Plan de Aseguramiento de la calidad, se llevarán a cabo actividades operativas en las siguientes etapas de la cadena de abastecimiento.



La secuencia de actividades/etapas mostradas se describe a detalle a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2

Descripción de actividades en la cadena de suministro del Diésel B5 S-50 (anexo 1)

No.	Etapas	Locación	Actividad operativa
1	Recepción, Almacenamiento y Despacho en Planta de Abastecimiento	Terminal Mollendo	Filtración de alta eficiencia de diésel B5 S-50 en islas de despacho Reemplazo de elementos filtrantes de los sistemas de filtración conforme a parámetros especificados Purga de tanques de almacenamiento Despacho de producto por toma alta del tanque. Evaluación de la calidad del producto en tanque de despacho Evaluación de la calidad del producto en los sistemas de filtración.

2	Carguío de cisternas	Terminal Mollendo	Prueba de corte de agua al producto antes de precintado de los compartimientos de las cisternas.
3	Transporte	Conforme a actividad	Limpieza/Lavado interior y exterior de compartimientos de cisternas conforme a programación. Inspección de hermeticidad de compartimientos. Epoxicado del compartimiento de camiones cisterna. Capacitación periódica a personal del transportista.
4	Fiscalización	Las Bambas	Toma de muestras del producto en camiones cisterna durante la fiscalización Análisis de muestras de diésel B5 S-50 en mina para la evaluación de parámetros críticos (Nivel de limpieza y agua) Gestión de análisis de muestras en laboratorios de Lima de muestras tomadas en mina.

Nota: fuente adaptada de (Petroperú, 2017)

2.7.2 Gestión de los sistemas de filtración. Para cumplir el requisito de LAS BAMBAS del parámetro crítico: Nivel de limpieza (máx. 18/16/13) en el lugar de entrega del Diésel B5 S-50 en mina, en el Terminal Mollendo, PETROPERÚ cuenta con tres sistemas de Filtración de alta eficiencia de marca PALL instalados en las islas N° 2, N° 3 y N° 7, los cuales se desempeñan satisfactoriamente desde el año 2012 en el cual fueron instalados hasta la fecha de elaboración del presente informe.

Actualmente, se realiza un monitoreo constante de las variables operativas de dichos sistemas, los cuales permiten obtener un combustible con el nivel de particulado requerido por los clientes mineros (máx. 18/16/13). El cambio de los elementos filtrantes se realiza considerando parámetros de control tales como: Volumen acumulado filtrado, caída de presión en la línea, disminución del flujo y cumplimiento del requisito máx. 18/16/13 para el contenido de partículas.

2.8 Procesos de filtración del diésel

La filtración es un método utilizado para separar las sustancias que forman parte de una mezcla. A través de diversas técnicas, es posible aislar las partículas que componen una solución. En el caso del diésel, se encuentran impurezas sólidas y agua

disuelta, cuya separación requiere la aplicación de energía al sistema de filtración, ya sea en forma de calor o trabajo.

2.8.1 Filtración por centrifugado

Esta metodología se basa en el principio de formación de fases en una mezcla cuando los componentes poseen distintas densidades. Este fenómeno está relacionado con la atracción gravitacional, donde las partículas más densas se separan de las menos densas debido a su peso, dando origen a la sedimentación.

En el caso de una centrifugadora, se utiliza energía rotacional para inducir un efecto inercial sobre las partículas en movimiento, generando una fuerza similar a la gravedad, pero con mayor intensidad, lo que da como resultado una precipitación más rápida de los sólidos. No obstante, si la fuerza de flotación de las partículas inmersas excede la generada por el centrifugado, estas no llegarán a sedimentarse.

El proceso de centrifugado es ampliamente empleado para conservar el diésel en condiciones óptimas para su uso continuo. La implementación de esta tecnología extiende la vida útil de los filtros, reduce los atascos en los inyectores y, en general, mejora la disponibilidad de los equipos. Combinando la separación centrífuga con métodos avanzados, se pueden alcanzar niveles de filtración de hasta 1 μm .

Entre las normas que rigen el fenómeno de sedimentación se encuentra la ley de Stokes (ecuación 1), la cual define la velocidad de sedimentación en función del diámetro y la densidad de las partículas. Las partículas de mayor tamaño y densidad se sedimentan con mayor rapidez (Ambler, 1961).

$$u_g = \frac{(\rho_p - \rho_f) * D^2 * g}{18 * \mu} \quad (1)$$

Donde:

u_g : Velocidad de sedimentación

ρ_p : Densidad de la partícula

ρ_f : Densidad del fluido

D: Diámetro de la partícula

g: Aceleración de la gravedad

μ : Viscosidad dinámica

Cada tipo de centrifugadora se distingue por un índice de tamaño (Σ , ecuación 2), el cual depende, en términos generales, del modelo específico de centrifugadora y de sus características geométricas. Este índice representa el área equivalente que sería necesaria en un tanque de sedimentación gravitacional para alcanzar la misma eficiencia de sedimentación que ofrece la centrifugadora.

$$\Sigma = \frac{2 * \pi (N - 1) * \omega^2 * (r_2^3 - r_1^3)}{3 * g * \tan(\theta)} \quad (2)$$

Donde:

N: Número de discos

ω : Velocidad de rotación de los discos

r_2, r_1 : Radio exterior e interior de los discos

g: Aceleración de la gravedad

θ : Ángulo del cono

Finalmente, hay una relación entre el caudal de alimentación (Q) de la centrifugadora de discos y la velocidad de sedimentación gravitacional (ecuación 3), la cual se describe como:

$$Q = 2 * \mu_g * \Sigma \quad (3)$$

Donde:

u_g : Velocidad de sedimentación

Σ : Índice de tamaño

El supuesto fundamental de estas ecuaciones gobernantes se basa únicamente en el análisis del comportamiento de una partícula individual bajo condiciones de equilibrio en un campo de fuerzas, según lo establecido por la ley de Stokes. Por otro lado, la selección de centrifugadoras comerciales se realiza considerando el caudal máximo que pueden procesar y las características de las partículas (como el diámetro y la densidad) que son capaces de separar de manera eficiente del fluido. A medida que las partículas son más

densas, su separación ocurre más rápidamente. Por lo tanto, el caudal máximo de alimentación guarda una relación directa con la diferencia de densidades entre las impurezas y el diésel, así como con el tamaño de las partículas de las impurezas.

2.8.2 Filtración a través de membranas porosas

Los procesos de filtración mediante membranas se distinguen por la necesidad de un agente que efectúe la separación de manera irreversible en cada etapa del filtrado. El flujo es impulsado a través de las membranas permeables por medio de bombas que retienen en el agente filtrante las partículas cuyo tamaño excede al de los poros. Los agentes filtrantes suelen estar fabricados con fibras sintéticas o celulosas. Las especificaciones de cada filtro dependen de la aplicación concreta en el motor, aunque principalmente están determinadas por el tamaño de las partículas que deben ser filtradas. En el caso del diésel, los filtros están diseñados específicamente para prevenir el ingreso de partículas al sistema de combustible, ya que estas podrían causar daños debido a las pequeñas tolerancias y al espacio limitado con los que operan los componentes del motor.

2.9 Muestreo y evaluación del contenido de material particulado en el Diésel

En el control de la calidad de los combustibles suministrados a LAS BAMBAS, se realizarán las siguientes actividades:

2.9.1 Toma de muestras representativas y análisis de laboratorio

En la Tabla 3 se indica el detalle de la propuesta de puntos de muestreo y la frecuencia de toma de muestras. Asimismo, se señalan los ensayos a ser considerados para cada punto de muestreo.

Tabla 3

Propuesta de puntos de muestreo y frecuencias de toma de muestras (Anexo 1)

Ensayos (a)	Puntos de muestreo		
	Terminal Mollendo		Las Bambas
	Tanque	Sistema de Filtración (b)	Camión cisterna antes de descarga
Contenido de cenizas	Mensual	-	5 veces al año
Color	Mensual	-	5 veces al año
Índice de Cetano	Mensual	-	5 veces al año
Densidad a 15 °C	Mensual	-	5 veces al año

Contenido de azufre	Mensual	-	5 veces al año
Viscosidad cinemática	Mensual	-	5 veces al año
Agua y sedimentos	Mensual	-	5 veces al año
CFPP	Mensual	-	5 veces al año
Punto de Inflamación	Mensual	-	5 veces al año
Lubricidad	Mensual	-	5 veces al año
Corrosión lámina de cobre	Mensual	-	5 veces al año
Destilación	Mensual	-	5 veces al año
Residuo Carbón Ramsbottom	Mensual	-	5 veces al año
Nivel de limpieza (ISO 4406)	-	Semanal	Diario

(a) Los ensayos son los indicados en la propuesta de Especificaciones Técnicas para el Diésel B5 S-50.

(b) A la salida del sistema de filtración (combustible filtrado).

Nota: fuente adaptada de Propuesta de plan de aseguramiento de calidad del Diésel B5 S-50 (Petroperú, 2017)

2.9.2 Método de muestreo y tipos de muestra

La toma de muestras del combustible Diésel B5 S-50 en los puntos de muestreo de la Tabla 3, será realizada tomando como referencia los siguientes documentos:

- Estándar ASTM D4057: Práctica estándar para el muestreo manual de petróleo y productos derivados del petróleo.
- PETS: Toma de muestras de Diésel B5 S-50 en tanque, sistema de filtración y camión cisterna en Terminal Mollendo (Documento propuesto, el cual será revisado y aprobado).
- PETS: toma de muestras de Diésel B5 S-50 durante la fiscalización de camiones cisterna (Documento propuesto, el cual será revisado y aprobado).

Para la toma de muestras en la fiscalización de camiones cisterna en LAS BAMBAS, se propone considerar los siguientes tipos de muestras:

- **Muestra corrida de tanque:** Se considera que esta muestra es representativa del combustible contenido en el compartimiento de la cisterna. El análisis de esta muestra permitirá la evaluación del Nivel de limpieza (ISO 4406) y Contenido de agua.
- **Muestra de fondo de tanque:** Se propone que los resultados del análisis de Nivel de limpieza (ISO 4406) y Contenido de agua de esta muestra sean considerados

referenciales, al no ser un tipo de muestra que representa todo el nivel de combustible contenido en el compartimiento de la cisterna, teniendo en cuenta que esta muestra corresponde a un nivel de aprox. 1-2 cm de la altura del combustible.

2.9.3 Análisis de muestras y reporte de resultados

En Las Bambas, PETROPERÚ implementará un laboratorio portátil para asegurar la calidad del combustible exigido por LAS BAMBAS S.A. El laboratorio portátil contará con el o los equipos necesarios para realizar los siguientes ensayos en las muestras de combustibles tomadas en los compartimientos de las cisternas:

- Nivel de limpieza (ISO 4406)
- Contenido de agua

PETROPERÚ reportará los resultados de estos ensayos de forma diaria a la empresa minera LAS BAMBAS.

Para la realización de los otros ensayos a las muestras de combustibles, considerados en la propuesta de especificaciones técnicas del Diésel B5 S-50 y la frecuencia detallada en la Tabla N° 2, PETROPERÚ cuenta con los siguientes laboratorios, los cuales se encuentran con acreditación conforme a la norma NTP-ISO/IEC 17025:

- Laboratorio de Refinería Conchán
- Laboratorio de Refinería Talara

Estas acreditaciones de la norma ISO 17025 garantizan la confiabilidad de los resultados del control de calidad de los combustibles. Asimismo, en caso de ser necesario, para el análisis de muestras, PETROPERÚ recurrirá a tercerizar los servicios a laboratorios acreditados. PETROPERÚ reportará los resultados de estos ensayos de forma oportuna a LAS BAMBAS, considerando los tiempos de traslado a Laboratorio (Lima) y ejecución de los análisis.

2.9.4 Metodología para la evaluación e interpretación de resultados de ensayos de contenido de material particulado en el Diésel B5 S-50

En esta parte el análisis y la discusión de los resultados de la fiabilidad del proceso de filtración micrónica corresponderá principalmente a resultados de análisis de presencia

de material particulado en el combustible Diésel B5 S-50 y se realizará en función a ensayos de laboratorio para muestras tomadas en campo de las cisternas que transportan el combustible desde las plantas hacia la unidad minera. Se efectuaron pruebas a las muestras antes y después de pasar por el filtrado a través del equipo móvil de filtración micrónica. Los análisis económicos se desarrollan en un siguiente capítulo.

Se realizaron ensayos de muestras de combustible en los laboratorios de Ferreyros Fig. 11 y de SGS Figuras 12 y 13, para poder asegurar la fiabilidad de los resultados. Para poder interpretar los resultados, se presentan fichas brindadas por los laboratorios mencionados y se deben realizar las siguientes interpretaciones:

- Lectura de certificados de prueba de laboratorio para la evaluación del particulado, los cuales incluyen los resultados de análisis de los laboratorios Ferreyros y SGS.
- Interpretación de resultados de análisis del laboratorio Ferreyros y SGS, correspondiente con el ISO 4406, donde se le asigna un número de escala en función a la concentración de particulado detectado en el combustible para tamaños de 4, 6 y 14 micras.

A continuación, se muestran como ejemplos un par de fichas para ambos laboratorios donde se detalla el proceso de interpretación de resultados:

Figura 11

Lectura de certificados de prueba de laboratorio para la evaluación del particulado. Resultados de análisis del Laboratorio Ferreyros

PETROPERU W Escobarz	CLIENTE : PETROLEOS DEL PERU NÚMERO DE EQUIPO : CT-DIA2-050-2017 COMPONENTE : COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50 NÚMERO DE SERIE : CT-DIA2-050-2017 MARCA : UNKNOWN MODELO : FLUIDO_UNKNOWN LUGAR DE TRABAJO : PETROLEOS DEL PERU	ORDEN DE TRABAJO : LIM RUT TRUNCADO : # CONTROL LAB : O/T 4200043632 TIPO DE FLUIDO : NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA : FECHA DE TERMINO GARANTIA EXTENDIDA :	 Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos Av. Industrial 675 - LIMA - PERU 6265197, 6264762, 6264209 www.ferreyros.com.pe
FAX: FONO: TIPO DE MUESTRA: FUEL			

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47136-5017	16-May-2017	16-May-2017	0
Normal LECTURA DEL CONTEO DE PARTICULAS ES NORMAL.			

Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47136-5017	N	17/15/13	35	954	288	118	57	29	12	2	0

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47136-5017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Ahora se procede con la interpretación de resultados de análisis del laboratorio Ferreyros. Se lee el ítem correspondiente a la prueba de combustible y se identifican los valores obtenidos para 4,6 y 14 micras correspondientes a la ISO 4406:

Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47135-5017	N	17/15/13	35	954	288	118	57	29	12	2	0

Para 4 micras, 954 partículas/mililitro.

Para 6 micras, 288 partículas /mililitro.

Para 14 micras, 57 partículas /mililitro.

Tabla 4

Asignación del número de escala por la concentración de particulado

Asignación del número de escala		
Número de partículas por mililitro		Número de escala
Más de	Hasta e incluyendo	
2 500 000		> 28
1 300 000	2 500 000	28
640 000	1 300 000	27
320 000	640 000	26
160 000	320 000	25
80 000	160 000	24
40 000	80 000	23
20 000	40 000	22
10 000	20 000	21
5 000	10 000	20
2 500	5 000	19
1 300	2 500	18
640	1 300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2,5	5	9

Nota: fuente (International Organization for Standardization ISO 4406, 2017)

Determinamos el código ISO 4406:

Para 4 micras, 954 partículas/mililitro, verificamos el código ISO 4406, código 17.

Para 6 micras, 288 partículas /mililitro, verificamos el código ISO 4406, código 15.

Para 14 micras, 57 partículas /mililitro, verificamos el código ISO 4406, código 13.

Figura 12

Lectura de certificados de prueba de laboratorio para la evaluación del particulado. Resultados de análisis del Laboratorio SGS



NORMAL

No. de Registro : PP203

Cliente : PETROLEOS DEL PERU - PETROPERU S. A.

Dirección : AV. ENRIQUE CANAVAL MOREYRA NRO. 150 - SAN ISIDRO

Contacto : --

Operación : ANTAPACCAY

Código de Muestra : TI2101172.001

Lugar : LABORATORIO TISUR

Punto de muestreo : CRC/CRC-ANT-462-2021

Producto : Diesel B5 S 50

Información de la Muestra

ID de Muestra	Fecha de Muestreo	Tanque/Cisterna	Empresa de transporte	Filtro	Presión Difer. Del Filtro	Fecha último de cambio de filtro	Fecha de Recibido	Fecha de Análisis	Fecha del Informe
TI2101172.001	05/12/2021	--	--	--	--	NA	14/12/2021	14/12/2021	14/12/2021

Resultados

ID de Muestra	Método	Estatus	TI2101172 001
<i>Nivel de Limpieza</i>			
Tamaño de Partículas >=4 µm(c) (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	752
Tamaño de Partículas >=6 µm(c) (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	99
Tamaño de Partículas >=14 µm(c) (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	4
Código ISO 4406 >= 4 µm(c) (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	17
Código ISO 4406 >= 6 µm(c) (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	14
Código ISO 4406 >= 14 µm(c) (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	9
Nivel de Contaminación - 4/6/14 µm(c) (ISO 4406)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	17/14/9

Nota: fuente adaptada de Propuesta de plan de aseguramiento de calidad del Diésel B5 S-50 (Petroperú, 2017)

Figura 13

Asignación de los valores de escala para la concentración del material particulado SGS

Nivel de Limpieza			
Tamaño de Partículas $\geq 4 \mu\text{m(c)}$ (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	752
Tamaño de Partículas $\geq 6 \mu\text{m(c)}$ (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	99
Tamaño de Partículas $\geq 14 \mu\text{m(c)}$ (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	4
Código ISO 4406 $\geq 4 \mu\text{m(c)}$ (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	17
Código ISO 4406 $\geq 6 \mu\text{m(c)}$ (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	14
Código ISO 4406 $\geq 14 \mu\text{m(c)}$ (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	9
Nivel de Contaminación - 4/6/14 $\mu\text{m(c)}$ (ISO 4406 Code)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	17/14/9

Nota: fuente (Petroperú, 2017)

El Ítem Nivel de contaminación correspondiente a la ISO 4406, en este caso 17/14/9, que resulta de la evaluación del test de partículas; esto se puede verificar con la aplicación de la Tabla 4, como se muestra a continuación en la Figura 14:

Para 4 micras, 752 partículas/mililitro, verificamos el código ISO 4406, código 17.

Para 6 micras, 99 partículas /mililitro, verificamos el código ISO 4406, código 14.

Para 14 micras, 4 partículas /mililitro, verificamos el código ISO 4406, código 9.

Figura 14

Aplicación de correlación particulado con número de escala para el Diésel B5 S-50

Asignación del número de escala		
Número de partículas por mililitro		Número de escala
Más de	Hasta e incluyendo	
2 500 000		> 28
1 300 000	2 500 000	28
640 000	1 300 000	27
320 000	640 000	26
160 000	320 000	25
80 000	160 000	24
40 000	80 000	23
20 000	40 000	22
10 000	20 000	21
5 000	10 000	20
2 500	5 000	19
1 300	2 500	18
640	1 300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2,5	5	9

Nota: (International Organization for Standardization ISO 4406, 2017)

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de suficiencia profesional

3.1 Sistema de filtración desarrollado

En este trabajo, el sistema de filtración para el diésel B5 S-50 está compuesto en dos etapas: la filtración primaria por percolación y la filtración secundaria Micrónica. Los esquemas se muestran en las Figuras 15 y 16, respectivamente.

3.1.1 Filtración primaria o filtración por percolación del diésel B5 S-50

El primer gabinete está compuesto por un manifold conformado por dos filtros en paralelo tipo Y NPT de percolación, seis válvulas tipo globo de 2 in NPT y sus respectivos acoples rápidos a las tuberías flexibles de 2 in marca Euroflex con refuerzo interno dispuesto desde su alimentación por gravedad de la válvula API de carga / descarga de hidrocarburos del vehículo tanque tipo tracto cisterna hacia el primer gabinete mediante un acople de reducción de 4 in a 2 in como a su conexión flexible de 2 in hacia el segundo gabinete donde se encuentra la bomba centrífuga, ilustrado en la Fig. 15.

La disposición en paralelo de los filtros tipo Y de percolación previo aislamiento con las válvulas tipo bola NPT instaladas antes y después aseguran su mantenimiento, sin parar la operación de filtración del Diésel B5 S50.

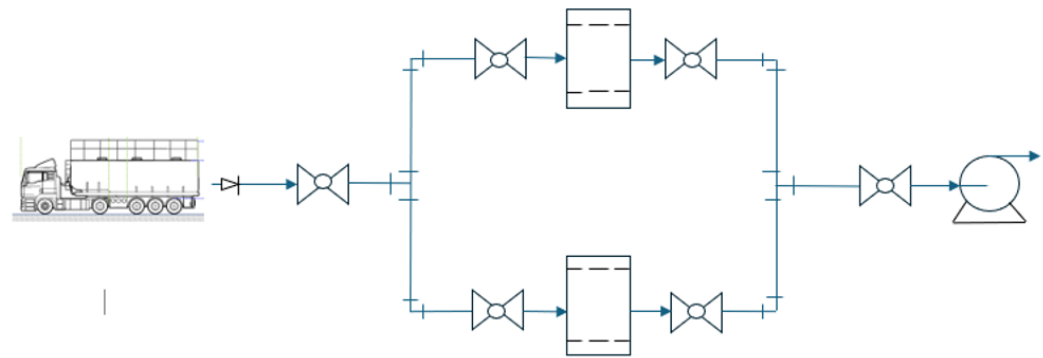
Los mantenimientos de las canastillas de los filtros tipo Y se dan a raíz de la cavitación de la bomba o vibraciones anómalas del equipo, evidenciando saturación de los elementos con malla de filtro de 800 micras.

3.1.2 Filtración secundaria o filtración micrónica del diésel B5 S-50

En la Fig. 16 se aprecia el tercer gabinete está compuesto por un manifold conformado por dos filtros en serie tipo micrónicos marca cim-tek modelo Viking 2F (anexo 5), con dos elementos cada uno, de 30 y 5 micras y tres válvulas tipo compuerta de 2 in bridadas con sus respectivos acoples rápidos en los extremos del gabinete.

Figura 15

Sistema de filtración primaria por percolación para el Diésel B5 S-50

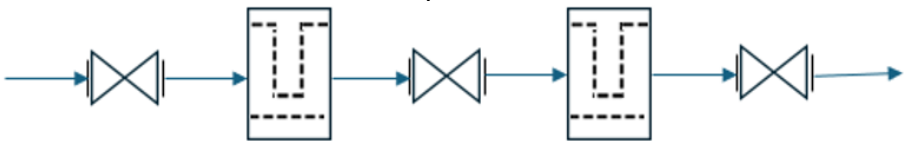


SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Válvula de bola		Reductor roscado		Filtro de Líquido		Codo de 90° roscado		Tee roscada		Bomba

Nota: fuente elaboración propia

Figura 16

Sistema de filtración secundaria Micrónica para el Diésel B5 S-50



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Válvula tipo compuerta bridada		Filtro de cartucho

Nota: fuente elaboración propia

3.2 Procedimiento de uso del equipo móvil de filtración micrónica

3.2.1 Objetivos

- Establecer el procedimiento adecuado de manejo del equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50, a fin de que, la filtración se realice en forma segura y adecuada.
- Reducción de material particulado de 6 µm, 14 µm, 21 µm y 38 µm en el Diésel B5 S-50, utilizando el Equipo Móvil de Filtración Micrónica de Diésel B5 S-50.

3.2.2 Alcance

El cumplimiento del presente procedimiento se aplica a todo operador y supervisor de Transportes Palomino Estrada EIRL (T.P.E.) que intervenga en el funcionamiento del Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.

3.2.3 Roles y responsabilidades

a) Inspector QA/QC hidrocarburos

- Verificar la correcta conexión de las mangueras del equipo.
- Supervisar el buen funcionamiento del equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Verificar el buen estado de los componentes del equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Coordinar con el mecánico operador el manejo del Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Realizar la toma de muestras de Diésel B5 S-50, para ser enviadas al laboratorio de mina MMG Las Bambas.
- Monitorear todo el proceso de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.

b) Supervisor de operaciones

- Coordinar con el encargado de la estación de combustible, 1.4 millones de galones, el inicio de operaciones Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Coordinar el tránsito de unidades dentro del parqueo de la zona de fiscalización de la estación de combustible, durante el funcionamiento Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Realizar el permiso TEA y coordinar su aprobación antes de iniciar el funcionamiento Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.

c) Supervisor de SSOMAC

- Realizar la charla de seguridad antes de iniciar los trabajos.

- Verificar la vigencia de los pases médicos, licencia interna de conducir, fotocheck de identificación MMG Las Bambas, fotocheck TEA y fotocheck para trabajos de bloqueo.
- Inspeccionar el área de trabajo, identificar la presencia de peligros en el área y realizar los controles necesarios para estos peligros.
- Verificar el correcto uso de EPP.
- Realizar la prueba de alcohótest a todas las personas involucradas en el trabajo.
- Realizar el IPERC continuo antes del inicio de puesta en marcha del Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Realizar el PETAR correspondiente antes del inicio de puesta en marcha del Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Apoyar en la realización del permiso TEA.
- Apoyar en la realización de la APT.
- Verificar el cumplimiento del presente procedimiento por parte de todas las partes involucradas.

d) Mecánico operador

- Tener el fotocheck habilitado para realizar trabajos de bloqueo y aislamiento dentro de mina MMG Las Bambas.
- Coordinar con el Inspector QA/QC hidrocarburos la puesta en marcha del Equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Utilizar los EPP, antes de iniciar labores.
- Realizar la conexión de las mangueras del equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50.
- Colocar los equipos antiderrames y extintores, en los sitios requeridos del área de trabajo.
- Realizar la APT.

3.2.4 Desarrollo del Proceso

El procedimiento señala el objetivo que busca la empresa en cuanto a la calidad del Diésel B5 S-50 a entregar, mediante el uso del equipo de Filtración Micrónica Móvil de Diésel B5 S-50. A continuación se detallan las partes y funciones del equipo de diálisis que está constituido de tres módulos de fácil transporte e izaje:

- Módulo 1.- Gabinete de manifold de percolación.
- Módulo 2.- Gabinete de bomba.
- Módulo 3.- Gabinete de filtración micrónica.

En adición a los módulos:

- 02 mangueras de 2 in, de 2 m de largo, marca Euroflex con sus respectivos acoples hembras, marca Euroflex de aluminio de 2 in con sus respectivas abrazaderas.
- 01 mangueras de 2 in, de 5m de largo, marca Euroflex con sus respectivos acoples hembras, marca Euroflex de aluminio de 2 in con sus respectivas abrazaderas.
- 01 mangueras de 2 in, de 12 m de largo, marca Euroflex con sus respectivos acoples hembras, marca Euroflex de aluminio de 2 in con sus respectivas abrazaderas.
- 01 tapa manhole con filtro para polvo con acople rápido de 2 in marca Euroflex de aluminio tipo macho.

A continuación, se detalla cada módulo:

Módulo 1.- Gabinete de manifold de percolación.

Materiales y accesorios:

- 06 válvulas tipo bola, NPT, marca Konrad de 2 in.
- 01 filtro percolador Y, marca Morrison de 2 in.
- 01 filtro Percolador Y, marca REX de 2 in.
- 02 elementos de filtración de acero, malla N° 80.
- 02 acoples machos, NPT, marca Euroflex de 2 in.
- 02 accesorios tipo T, NPT, marca Cifunsa de 2 in.
- 04 accesorios tipo codo de 90°, NPT, marca Cifunsa de 2 in.
- 02 accesorios tipo uniones universales, NPT, marca Cifunsa de 2 in.

El Manifold de Percolación Figuras 17 y 18, está dispuesto en forma horizontal, este plantea una filtración en paralelo por dos accesorios Filtros Y con Malla N°80, cada filtro Y, cuenta con sus válvulas de bola con la finalidad de aislarlos y efectuar mantenimiento independiente sin parar la operación, este mantenimiento se debe efectuar al evidenciarse sonidos próximos a una posible cavitación de la Bomba del módulo 2. El Manifold de Percolación se encuentra protegido por una cabina con dos puertas frontales, con orificios laterales para acoples rápidos de 15cmx16cm.

Dimensiones del módulo 1:

- Paralelepípedo de: Ancho: 90 cm, Largo: 2 m, Alto: 60 cm.

Figura 17

Gabinete manifold de percolación, ingreso y salida



Nota: fuente elaboración propia

Figura 18

Gabinete Manifold de Percolación, filtración en paralelo



Nota: fuente elaboración propia

Módulo 2.- Gabinete de bomba.

Materiales y accesorios:

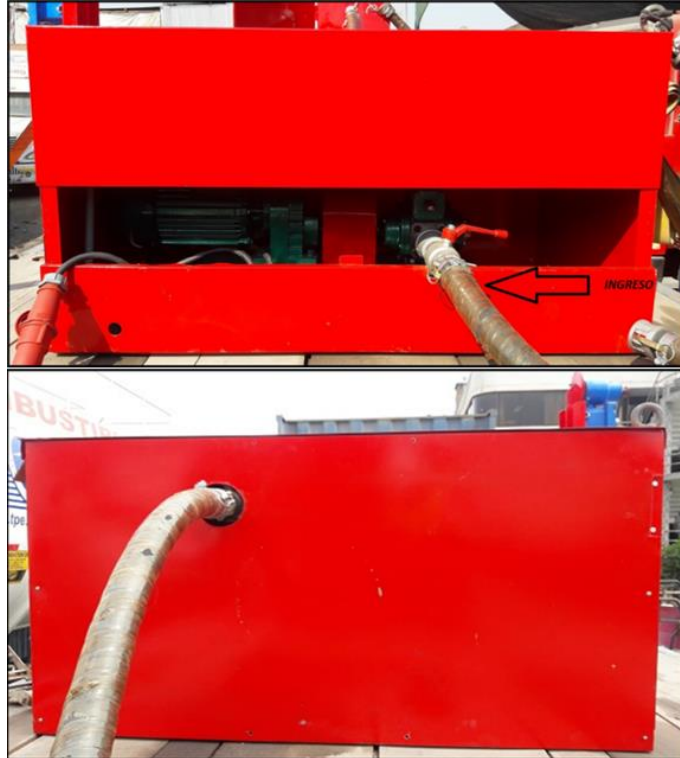
- 02 acoples rápidos, marca Euroflex, de aluminio, de 2 in
- 02 niple de acero shedule 40, de 2 ½ in
- 02 válvula NPT, marca CIN VAL, de 2 in
- 02 accesorios tipo Reducción, NPT, de 2 ½ in a 2 in
- 01 accesorio tipo codo de 90°, NPT, de 2 in
- 01 niple de acero shedule 40, de 9 in de largo, de 2 in
- 01 bomba anti-explosión de 2 ½ in con motor eléctrico anti-explosión de 1750 rpm, Flameproof marca: Maide. Trifásica, Serial 929481, Type YB2-1325-4, 220 V.
- 01 botonera de parada de emergencia anti-explosión, certificación UL.
- 01 botonera de encendido y apagado, verde rojo, anti-explosión, certificación UL.

Dimensiones del módulo 2:

Paralelepípedo de: Ancho: 83 cm, Largo: 1.52 m, Alto: 80 cm, representado en la Fig. 19, así como la botonera de encendido y apagado en la Fig. 20.

Figura 19

Gabinete de bomba, puntos de ingreso y de salida del Diésel B5 S-50



Nota: fuente elaboración propia

Figura 20

Botonera de encendido y apagado



Nota: fuente elaboración propia

Módulo 3.- Gabinete de filtración micrónica.

Materiales y accesorios:

- 02 acoples rápidos, marca Euroflex, de aluminio, de 2 in.
- 01 accesorio T, NPT, de acero de 2in SA5N3354B163N2.
- 01 bushin, NPT, de acero de 2in a 1in.
- 01 bushin, NPT, de acero de 1in a 1/2in.
- 01 válvula NPT, marca CIM, de ½ in.
- 01 accesorio tipo codo, NPT, de acero, de ½ in.
- 02 bridas soldables de fierro fundido de 2 in.
- 06 empaques espiro metálicos de 2 in.
- 01 válvula compuerta bridada, marca DAVIS, 150 libras, WCB, de 2 in.
- 02 filtros verticales, modelo Vikings, de 2in.
- 02 válvula compuerta bridada, marca REX, 150 libras, WCB, de 2 in.
- 01 niple de acero Shedule 40, de 6in de largo, de 2in.
- 01 niple de acero Shedule 40, de 4in de largo, de 2 in.

Dimensiones del módulo 3:

Paralelepípedo de: Ancho: 50 cm, Largo: 1.81 m, Alto: 1.385 cm mostrado en la

Fig. 21 conteniendo los filtros:

Figura 21

Gabinete de filtración micrónica



Nota: fuente elaboración propia

3.2.5 Procedimiento de operación del equipo

El procedimiento, así como sus posteriores actualizaciones, serán propuestos por los jefes y/o supervisores de operaciones y SSOMAC por ser de su competencia, luego, puesto de conocimiento con la Gerencia respectiva para su aprobación final. Una vez aprobado por Gerencia entrará en vigor. La Jefatura de Operaciones y Recursos Humanos decidirán la divulgación del mismo de tal forma que llegue a cada trabajador vinculado con la operación y manejo del equipo dializador.

3.2.5.1 EPP y herramientas

a) EPP:

- Casco de seguridad con barbiquejo (ANSI Z89.1-2009 Tipo I Clase E).
- Lentes de seguridad claros y oscuros (ANSI Z87.1-2003 - Resistente a alto impacto).
- Mascarilla facial de media cara con filtros para vapores orgánicos (NIOSH 42 CFR 84 EN 140).
- Orejeras o tapones de oídos (ANSI S3 19-1974. EN 352:2 2002).
- Chaleco reflectivo (ANSI / ISEA 107 – 2004).
- Pantalón jean (Con cinta reflectiva 3M 8906 Plata 2 in).
- Zapatos con punta de acero (NTP 241, ITENTEC 300, ASMT F2412-05).
- Guantes de cuero (EN-388 riesgos mecánicos. ASTM F496-6).
- Guantes de nitrilo.

b) Herramientas:

- Llave mixta en in. (3/8 - 1 1/4).
- Dados hexagonales en in. (3/8 - 1 1/4).
- Alicates de seguro.
- Llaves hexagonales.
- Llave francesa Nº12 in.
- Destornillador plano.
- Destornillador estrella.

- Alicata universal.
- Alicata de presión.
- Caja portaherramientas.

3.2.5.2 Pasos para la filtración micrónica del diésel B5 S-50 de cisternas

a) Ubicación de los módulos del equipo.

Los tres módulos deben de ser ubicados de forma secuencial (1, 2, 3) Figura 22, sin tensar sus mangueras, corroborando la posición de las orejas de los acoples rápidos, asegurando su cierre hermético, para evitar posibles derrames del hidrocarburo. La linealización de los módulos deberá distanciarse en forma equidistante a una distancia de 1.5 metros a la cisterna a dializar.

Figura 22

Ubicación de los módulos del equipo móvil de filtración micrónica



Nota: fuente elaboración propia

b) Interconexión entre los módulos y la cisterna.

La Fig. 23, Fig. 24, Fig.25 y Fig.26, muestra el momento en que se realiza el acople entre los módulos del equipo móvil de filtración micrónica con la cisterna y como quedan acoplados.

- Conectar el acople de reducción de 4 in a 2 in, a la cisterna a dializar.
- Conectar al módulo 1, el acople de reducción de 4 in a 2 in, por medio de manguera de 2 in flexible con acoples rápidos.
- Corroborar posición de orejas de los acoples rápidos.

- Conectar la salida del módulo 3 con la manguera de 2 in; dirigir el final de la manguera de 2 in hacia la tapa Manhole de la cisterna.

Figura 23

Conexión de la reducción de 4 in a 2 in en la válvula de descarga de la cisterna



Nota: fuente elaboración propia

Figura 24

Conexión de la manguera de ingreso de Diésel B5 S50 al equipo de filtración micrónica móvil de Diésel B5 S-50, a la reducción de 4 in a 2 in.



Nota: fuente elaboración propia

Figura 25

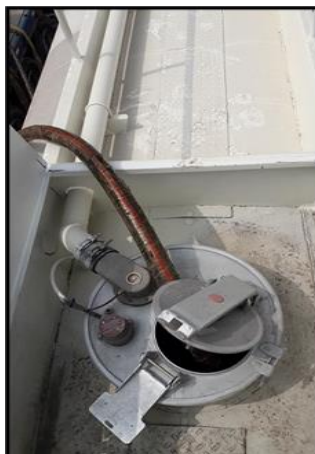
Conexión de la manguera de 2 in en la salida del 3^{er} modulo (filtros micrónicos)



Nota: fuente elaboración propia

Figura 26

Ingreso de la manguera de 2 in en la tapa manhole de la cisterna



Nota: fuente elaboración propia

c) Apertura de las válvulas de los módulos y válvula API de la cisterna

Después de verificada la conexión del equipo de diálisis; apertura de todas las válvulas de los tres módulos con la finalidad de que el hidrocarburo fluya por sus accesorios.

- Abrir la válvula de fondo de la cisterna a dializar.
- Apertura de la válvula API, dejar 7 minutos antes de iniciar el proceso de filtración; durante este tiempo seguir con el paso d.

d) Conexión eléctrica del módulo 2

- Conectar la puesta a tierra a un punto definido por MMG-Las Bambas.
- Conectar a una fuente eléctrica trifásica 220 V, definido por MMG-Las Bambas.

e) Encendido del equipo

- Accionar el botón verde de la caja de encendido.
- Cualquier emergencia o fuga pulsar la parada de emergencia Fig. 27.
- Finalizado el proceso de diálisis apretar el botón rojo de apagado del equipo.

Figura 27

Caja de arranque y parada / parada de emergencia



Nota: fuente elaboración propia

f) Término de filtración

- Tal como se observa en la Figura 28, el módulo 3 contiene un spitch, quitarle la tapa y disponer muestras para análisis si fuera el caso.
- Verificar el estado de los filtros micrónicos viendo los relojes de flujo diferencial.

Figura 28

Módulo 3, spitch, filtros micrónicos y relojes de flujo



Nota: fuente elaboración propia

3.2.5.3 Cronograma de filtración micrónica móvil de las unidades cargadas en Arequipa. La Figura 29 muestra el cronograma de ejecución y cumplimiento del equipo móvil de filtración micrónica de Diésel B5 S-50 en Urinsaya en Cusco.

3.2.5.4 Matriz de identificación de peligros, evaluación de riesgos y control IPERC del uso del equipo móvil de filtración micrónica de Diésel B5 S-50. Como parte de los procedimientos de trabajo para el uso del Equipo Móvil de filtración Micrónica se elaboró el IPERC a ser utilizado, tal como se muestra en la Figura 30.

Figura 29

Cronograma de dializado de las unidades cargadas con Diésel B5 S-50

CRONOGRAMA DE DIALIZADO DE LAS UNIDADES CARGADAS EN AREQUIPA										
ACTIVIDAD / FECHA	MIÉRCOLES 31	JUEVES 01	VIERNES 02	SÁBADO 03	DOMINGO 04	LUNES 05	MARTES 06	MIÉRCOLES 07	JUEVES 08	VIERNES 09
1. VIAJE DE LAS 9 UNIDADES DE MINA LAS BAMBAS A URINSAYA.										
2. DIALIZADO DE LA UNIDAD DE SERVOSA (05:00 - 8:00)										
3. VIAJE DE LAS 9 UNIDADES DE URINSAYA A AREQUIPA										
4. DIALIZADO DE UNIDADES 1 Y 2										
5. DIALIZADO DE UNIDADES 3 Y 4										
6. DIALIZADO DE UNIDADES 5 Y 6										
7. VIAJE DEL 1ER CONVOY DIALIZADO A MINA: AREQUIPA - URINSAYA										
8. DIALIZADO DE UNIDADES 7 Y 8										
9. VIAJE DEL 1ER CONVOY DIALIZADO A MINA: URINSAYA - CONGUYA										
10. DIALIZADO DE UNIDADES N° 09										
11. VIAJE DEL 1ER CONVOY DIALIZADO A MINA: CONGUYA - MINA										
12. VIAJE DEL 2DO CONVOY DIALIZADO A MINA: AREQUIPA - URINSAYA										
13. VIAJE DEL 2DO CONVOY DIALIZADO A MINA: URINSAYA - CONGUYA										
14. VIAJE DEL 3ER CONVOY DE AREQUIPA - URINSAYA										
15. VIAJE DEL 2DO CONVOY DIALIZADO A MINA: CONGUYA - MINA										
16. VIAJE DEL 3ER CONVOY DE URINSAYA - CONGUYA										
17. VIAJE DEL 3ER CONVOY DE CONGUYA - MINA										

Nota: fuente elaboración propia

Matriz IPERC para el uso del equipo móvil de filtración micrónica

46

1	DIALIZACIÓN DE DIESEL B5 S50	R	Transporte de equipo de dialización de Diesel B5 S50	Mal aseguramiento de los equipos	Caida de los equipos	Daños a la propiedad, lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	2	8	-	-	-	Uso de eslingas y rachs para sujeción de carga.	-	EPP básico, guantes de cuero.	E	4	23	-	-
				Conductor particular bajo influencia de alcohol y drogas	Colisión.	Fatalidad, golpes, contusiones. Abolladuras, rayones, ruptura de lunas o espejos, entre otros.	SHE	B	1	2	-	-	-	Respetar velocidades maximas permitidas en toda la vía. Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Respetar señales de transito en la vía.	EPP básico.	D	3	17	Retroalimentación al personal sobre la concentración al conducir y cuidados al desplazarse en zonas urbanas.	Sup. SSOMAC en reuniones grupales	
				Calzada en mal estado.	Atollamiento, caída de equipos	Daños a la propiedad, a los equipos.	SC	C	3	13	-	-	-	Capacitación sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Conductor capacitado en el manejo de la unidad.	EPP básico.	D	4	21	-	-	
				Estructuras, equipos que obstruyen el paso de vehículos.	Colisión contra estructuras / equipos	Daños a la propiedad	S	C	2	8	-	-	-	Capacitación sobre manejo defensivo y las 5 llaves del sistema Smith. Política de fatiga y somnolencia. Procedimiento de retroceso.	EPP básico.	E	3	20	Apoyo de hombre guía durante maniobra de retroceso.	Personal de apoyo	
				Ingreso a refinería Conchan	Vehiculos en tránsito	Colisión	Abolladuras, rayones, ruptura de lunas o espejos, entre otros.	SE	C	4	17	-	-	-	Respetar velocidad maxima de 10 km/h dentro de refinería Conchan. Respetar las señales de tránsito dentro de refinería Conchan. Practicar manejo defensivo.	EPP básico.	D	3	17	Retroalimentación al personal sobre la concentración al conducir y cuidados al desplazarse.	Sup. de Operaciones y/o Sup. SSOMAC en reuniones grupales.
						Atropello	Golpes, hematomas, contusiones, lesiones graves.	SE	C	4	17	-	-	-	EPP básico.	D	3	17			
					Estructuras en áreas de tránsito	Colisión, contacto con estructuras.	Abolladuras, rayones, ruptura de lunas o espejos, entre otros. Daños a estructuras.	SH	B	3	9	-	-	-	Respetar velocidad maxima de 10 km/h dentro de refinería Conchan. Capacitación sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Conductor con experiencia en el manejo de la unidad.	EPP básico.	E	4	23	-	-
					Fallas mecánicas de unidad.	Congestionamiento de entrada hacia refinería Conchan	Colisión, abolladuras, rayones, entre otros	SC	B	3	9	-	-	-	Realizar check list de pre-uso de la unidad	EPP básico.	E	4	23	-	-
				Inspección visual del área de estacionamiento	Vehiculos en movimiento	Atropello	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	2	8	-	-	-	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Capacitación sobre maniobras de retroceso.	EPP básico.	D	2	12	-	-
					Radiación solar	Daños a los ojos.	Conjuntivitis (irritación visual)	H	C	3	13	-	-	-	-	EPP básico	D	3	17	-	-
					Herramientas, equipos que obstruyen el paso de peatones.	Caidas al mismo nivel.	Excoriaciones, abrasiones (lesión superficial), fracturas y contusiones.	S	D	3	17	-	-	-	Orden y limpieza del área de parqueo de unidades.	EPP básico.	E	3	20	-	-
					Jornada de trabajo prolongada.	Mala inspección	Daños a la propiedad	S	C	3	13	-	-	-	Política de fatiga y somnolencia.	EPP básico.	D	3	17	-	-

2		R	Estacionar el vehículo	Movimientos sísmicos	Caidas, golpes	Excoriaciones, abrasiones (lesión superficial), fracturas y contusiones.	S	C	3	13	-	-	-	Identificación de zonas seguras dentro de refinería Conchan.	EPP básico.	D	3	17	-	-
				Falta de descanso del operador (conductor fatigado y/o somnoliento)	Atropello.	Golpes, hematomas, contusiones, lesiones graves.	HS	D	4	21	-	-	-	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Política de fatiga y somnolencia. Conductores calificados con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	3	17	Retroalimentación al personal sobre la concentración al conducir y cuidados al desplazarse en la unidad. Además de recibir reforzamiento sobre Fatiga y Somnolencia periódicamente.	Sup. de Operaciones y/o Sup. SSOMAC en reuniones grupales
					Colisión.	Abolladuras, rayones, ruptura de lunas o espejos, entre otros.	HS	D	4	21	-	-	-		EPP básico.	D	4	21		
				Estructuras, equipos que obstruyen el paso de vehículos.	Colisión contra estructuras / equipos	Daños a la propiedad	S	C	2	8	-	-	-	Orden y limpieza, del área de parqueo de unidades. Delimitación de zonas de trabajo dentro de refinería Conchan. Procedimiento de retroceso.	EPP básico.	E	3	20	Apoyo de hombre guía durante maniobra de retroceso.	-
		R	Ubicar lugar seguro de estacionamiento.	Vehículos en movimiento.	Colisión, derrape, hundimiento	Daños a la propiedad, Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	2	8	-	-	-	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Política de fatiga y somnolencia. Conductores calificados con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	2	12	-	-
				Personas en área de tránsito.	Atropellos.	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	3	13	-	-	Colocación de conos de seguridad	Caminar solo por accesos peatonales señalizados. Capacitación maniobras de retroceso.	EPP básico.	D	3	17	-	-
				Congestión vehicular.	Colisión, atropello.	Daños a la propiedad, lesiones a distintas partes del cuerpo	S	B	2	5	-	-	Colocación de conos de seguridad	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Política de fatiga y somnolencia. Conductor calificado con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	2	12	-	-
				Radiación solar	Daños a los ojos.	Conjuntivitis (irritación visual)	H	C	3	13	-	-	-	-	EPP básico, lentes de seguridad oscuros.	D	3	17	-	-
			Estacionar el vehículo	Vehículos en movimiento	Colisión, abolladuras.	Daños a la propiedad	S	C	2	8	-	-	-	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Conductor calificado con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	2	12	-	-
				Congestión Vehicular	Colisión, atropello.	Daños a la propiedad, lesiones a distintas partes del cuerpo	S	B	2	5	-	-	Colocación de conos de seguridad	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Conductor calificado con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	2	12	-	-
				Presencia de peatones, animales	Atropello.	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	3	13	-	-	Uso de claxon, alarma de retroceso.	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Política de fatiga y somnolencia. Conductor calificado con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	3	17	Respetar los accesos peatonales dentro de refinería Conchan.	-
				Iluminación deficiente o falta de iluminación	Colisión.	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	2	8	-	-	-	Respetar horario de manejo de 6 a.m. a 6 p.m.	EPP básico.	D	2	12	-	-
				Desnivel de calzada	Atascamiento de vehículo	Daños a la propiedad, Cliente insatisfecho	S	C	2	8	-	-	-	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Conductor calificado con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	2	12	-	-
				Mal inmovilización del vehículo	Rodamiento de vehículo	Daños a la propiedad, Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	B	2	5	-	-	Calzar tacos en los neumáticos de la unidad.	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Conductor calificado con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	2	12	-	-

3	DIALIZACIÓN DE DIESEL B5 S50	R	Inspección del equipo	Vehículos en movimiento	Atropello	Muerte	S	C	2	8	-	-	Colocación de conos de seguridad	-	EPP básico.	D	2	12	Retroalimentación sobre la identificación de peligros y riesgos	Sup. de Operaciones y/o Sup. SSOMAC en reuniones grupales.
				Prisa por terminar la tarea	Mala inspección	Daños a la propiedad	S	C	3	13	-	-	-	Procedimientos específicos para inspeccionar el equipo de dialización.	EPP básico.	D	3	17	Retroalimentación sobre la identificación de peligros y riesgos	Sup. de Operaciones y/o Sup. SSOMAC en reuniones grupales.
				Falta de señalización	Atropellos, Colisiones.	Daños a la propiedad, lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	3	13	-	-	Colocación de conos de seguridad	-	EPP básico.	D	3	17	Retroalimentación sobre la identificación de peligros y riesgos	Sup. de Operaciones y/o Sup. SSOMAC en reuniones grupales.
				Movimientos sísmicos	Caidas, golpes.	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	3	13	-	-	-	Identificación de zonas seguras dentro de refinería Conchan.	EPP básico.	D	3	17	-	-
				Desnivel de pisos	Caída a desnivel	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	2	8	-	-	-	Orden y limpieza en el área de trabajo.	EPP Básico	D	2	12	-	-
		R	Asegurar el área de trabajo	Vehículos en movimiento	Atropellos.	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	2	8	-	-	-	Caminar solo por accesos peatonales señalizados. Capacitación maniobras de retroceso.	EPP básico.	D	2	12	Retroalimentación sobre la identificación de peligros y riesgos	Sup. de Operaciones y/o Sup. SSOMAC en reuniones grupales.
				Personas en área de tránsito	Atropellos	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	3	13	-	-	Colocación de conos de seguridad	Caminar solo por accesos peatonales señalizados. Capacitación maniobras de retroceso.	EPP básico.	D	3	17	-	-
				Falta de señalización	Colisión, abolladura.	Daños a la propiedad	S	C	3	13	-	-	Colocación de conos de seguridad	-	EPP básico.	D	3	17	Retroalimentación sobre la identificación de peligros y riesgos	Sup. de Operaciones y/o Sup. SSOMAC en reuniones grupales.
				Congestión vehicular	Colisión,	Daños ala propiedad	S	B	2	5	-	-	Colocación de conos de seguridad	-	EPP básico.	D	2	12	Retroalimentación sobre la identificación de peligros y riesgos	Sup. de Operaciones y/o Sup. SSOMAC en reuniones grupales.
				Mal inmovilizamiento del vehículo	Rodamiento de vehículo	Daños a la propiedad, Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	B	2	5	-	-	Calzar tacos en los neumáticos de la unidad.	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Conductor calificado con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	2	12	-	-
				Radiación solar	Daños a los ojos.	Conjuntivitis (irritación visual)	H	C	3	13	-	-	-	-	EPP básico	D	3	17	-	-
	Funcionamiento del equipo de dialización de Diesel B5 S50	R	Realizar conexión de mangueras.	Vehículos en Movimiento	Atropellos	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	2	8	-	-	Colocación de conos de seguridad	-	EPP básico.	D	2	12	-	-
				Superficies filosas.	Contusión, heridas	Lesión en distintas partes del cuerpo	S	B	3	9	-	-	-	-	EPP básico, guantes de cuero.	C	3	13	-	-
				Uso de herramientas manuales	Caída de objetos por manipulación	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	B	3	9	-	-	-	Procedimiento de uso de herramientas. Capacitación uso de herramientas	EPP Básico	C	3	13	-	-
				Posturas inadecuadas (cuello, extremidades, tronco)	Tensión muscular, dolor de cuello	Lesiones a distintas partes del cuerpo	H	C	3	13	-	-	-	Capacitación de operadores en Salud Ocupacional	EPP Básico	D	3	17	Correcto seguimiento a los EMO del personal.	Medico ocupacional
				Herramientas y equipo defectuosos	Golpes, heridas	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	D	2	12	Cambio de herramientas defectuosas	-	-	Procedimiento de uso de herramientas. Capacitación uso de herramientas.	EPP básico.	E	2	16	-	-

R	Desnivel de pisos	Caída a desnivel	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	2	8	-	-	-	Orden y limpieza en el área de trabajo.	EPP Básico	D	2	12	-	-
	Movimientos sísmicos	Golpes, heridas	Lesiones a distintas partes del cuerpo	S	C	3	13	-	-	-	Identificación de zonas seguras dentro de refinería Conchan.	EPP básico.	D	3	17	-	-
	Vehículos en movimiento	Colisión.	Daños a la propiedad	S	C	2	8	-	-	Colocación de conos de seguridad	-	EPP básico.	D	2	12	-	-
	Posturas inadecuadas (cuello, extremidades, tronco)	Tensión muscular, dolor de cuello	Lesiones a distintas partes del cuerpo	H	C	3	13	-	-	Colocación de conos de seguridad	Capacitación de operadores en Salud Ocupacional	-	D	3	17	Correcto seguimiento a los EMO del personal.	Medico ocupacional
	Congestión Vehicular	Colisión.	Daños a la propiedad	S	B	2	5	-	-	Colocación de conos de seguridad	-	EPP básico.	D	2	12	-	-
	Conexión a toma de corriente eléctrica	Descarga eléctrica	Electrocución, lesiones a distintas partes del cuerpo.	SH	B	2	5	-	-	Conexión a puesta a tierra	-	EPP básico, guantes de nitrilo.	D	3	17	-	-
	Mal inmovilización del vehículo	Rodamiento de vehículo	Daños a la propiedad, muerte	S	B	2	5	-	-	Calzar tacos en los neumáticos de la unidad.	Capacitación al conductor sobre manejo defensivo y uso de las 5 llaves del sistema Smith. Conductor calificado con experiencia comprobada en conducción de la unidad.	EPP básico.	D	2	12	-	-
	Conectar el equipo a la red eléctrica.																

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Carhuancho Alcántara, Hans Supervisor SSOMAC	Tapia Sanchez, José Jefe SSOMAC	Palomino de la Cruz, Juan Antonio Gerente General

Nota: fuente elaboración propia

Capítulo IV. Análisis y discusión de los resultados

4.1 Práctica documentada en Refinería Conchán

Resultados obtenidos de la evaluación previa documentada en refinería Conchán. La evaluación previa del equipo se realizó en la ciudad de Lima en el distrito de Lurín, en las instalaciones de la Refinería Conchan con personal de PETROPERÚ. Las Evaluaciones realizadas fueron las siguientes:

- a) Evaluación antes del proceso, resultados
- b) Evaluación después del uso del Sistema móvil de filtración micrónica de Diésel B5 S-50. Primer ciclo (a 5 minutos de la salida del Equipo)
- c) Segundo ciclo (a 10 minutos de la salida del Equipo)
- d) Tercer ciclo (a 15 minutos de la salida del Equipo)

Tabla 5

Evaluación previa del sistema móvil de filtración micrónica de Diésel B5 S-50

Código	Procedencia	Resultado	Comentarios
CT-DIA1-049-2017	Cisterna antes de diálisis	21/18/14	No cumple
CT-DIA2-050-2017	Salida de filtro de 5 u-5min.	17/15/13	Cumple
	(Primer ciclo de diálisis)		
CT-DIA3-051-2017	Salida de filtro de 5 u-10min.	17/15/13	Cumple
	(Segundo Ciclo de diálisis)		
CT-DIA4-052-2017	Salida de filtro de 5 u-15min.	16/14/11	Cumple
	(Tercer ciclo de diálisis)		

Nota: fuente (PETROPERÚ, 2017)

Las figuras del 31 al 38, muestran los gráficos correspondientes a los resultados de las evaluaciones realizadas al combustible Diésel B5 S-50 antes y después de pasar por el proceso de filtración micrónica.

Figura 31

Análisis de la prueba de eficiencia del equipo móvil de filtración micrónica en Planta de Ventas Conchan-Lurín. Procedencia de muestra antes de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica. Código de Muestra: CT-DIA1-049-2017

PETROPERU
W Escobarz

CLIENTE : PETROLEOS DEL PERU
NÚMERO DE EQUIPO : CT-DIA1-049-2017
COMPONENTE : COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50
NÚMERO DE SERIE : CT-DIA1-049-2017
MARCA : UNKNOWN
MODELO : FLUIDO_UNKNOWN
LUGAR DE TRABAJO : PETROLEOS DEL PERU

ORDEN DE TRABAJO : LIM
RUT TRUNCADO :
CONTROL LAB : O/T 4200043632
TIPO DE FLUIDO :
NUMERO DE GARANTIA
EXTENDIDA :
FECHA DE TERMINO
GARANTIA EXTENDIDA :



Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos
Av. Industrial 675 - LIMA - PERU
6265197, 6264762 , 6264209

FAX:

FONO:

TIPO DE MUESTRA: FUEL

www.ferreyros.com.pe

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47136-5016	16-May-2017	16-May-2017	0
Seguimiento LECTURA DEL CONTEO DE PARTICULAS ESTA LIGERAMENTE ALTO. INSPECCIONAR POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION. EL NIVEL DE LIMPIEZA PARA COMBUSTIBLES RECOMENDADO POR CATERPILLAR ES DE 18/16/13.			

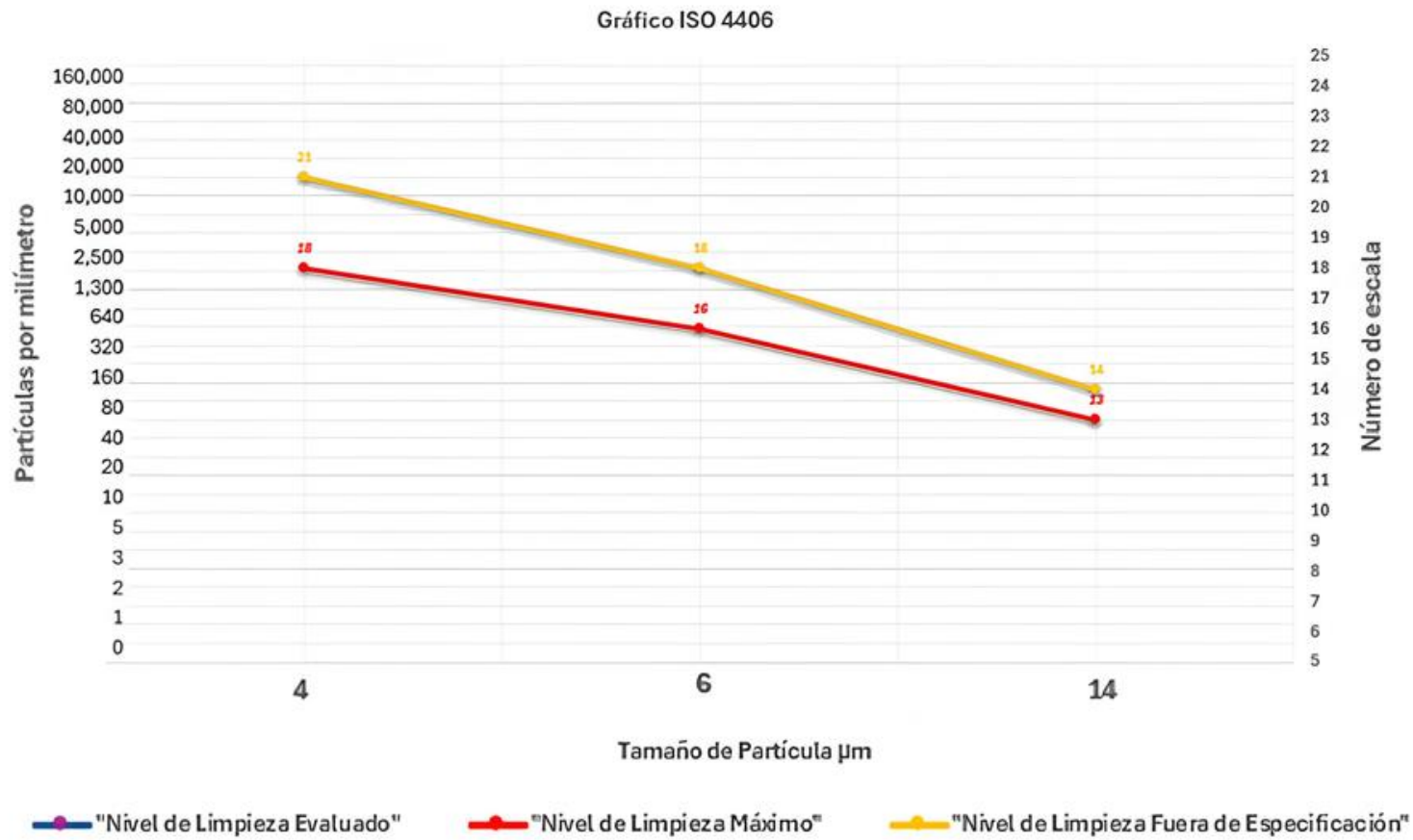
Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47136-5016	N	21/18/14	39	13255	1893	384	128	54	33	3	0

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47136-5016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 32

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA1-049-2017



Resultado: 21/18/14

Comentarios: No cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 33

Primer ciclo de filtración micrónica. Procedencia de Muestra: Después de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica a la salida del filtro micrónico de 5 micras, después de 5 min. Código de Muestra: CT-DIA2-050-2017

PETROPERU
W Escobarz

CLIENTE : PETROLEOS DEL PERU
NÚMERO DE EQUIPO : CT-DIA2-050-2017
COMPONENTE : COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50
NÚMERO DE SERIE : CT-DIA2-050-2017
MARCA : UNKNOWN
MODELO : FLUIDO_UNKNOWN
LUGAR DE TRABAJO : PETROLEOS DEL PERU

ORDEN DE TRABAJO : LIM
RUT TRUNCADO :
CONTROL LAB : O/T 4200043632
TIPO DE FLUIDO :
NUMERO DE GARANTIA
EXTENDIDA :
FECHA DE TERMINO
GARANTIA EXTENDIDA :

FAX:
FONO:
TIPO DE MUESTRA: FUEL



Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos
Av. Industrial 675 - LIMA - PERU
6265197, 6264762 , 6264209

www.ferreyros.com.pe

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47136-5017	16-May-2017	16-May-2017	0
Normal LECTURA DEL CONTEO DE PARTICULAS ES NORMAL.			

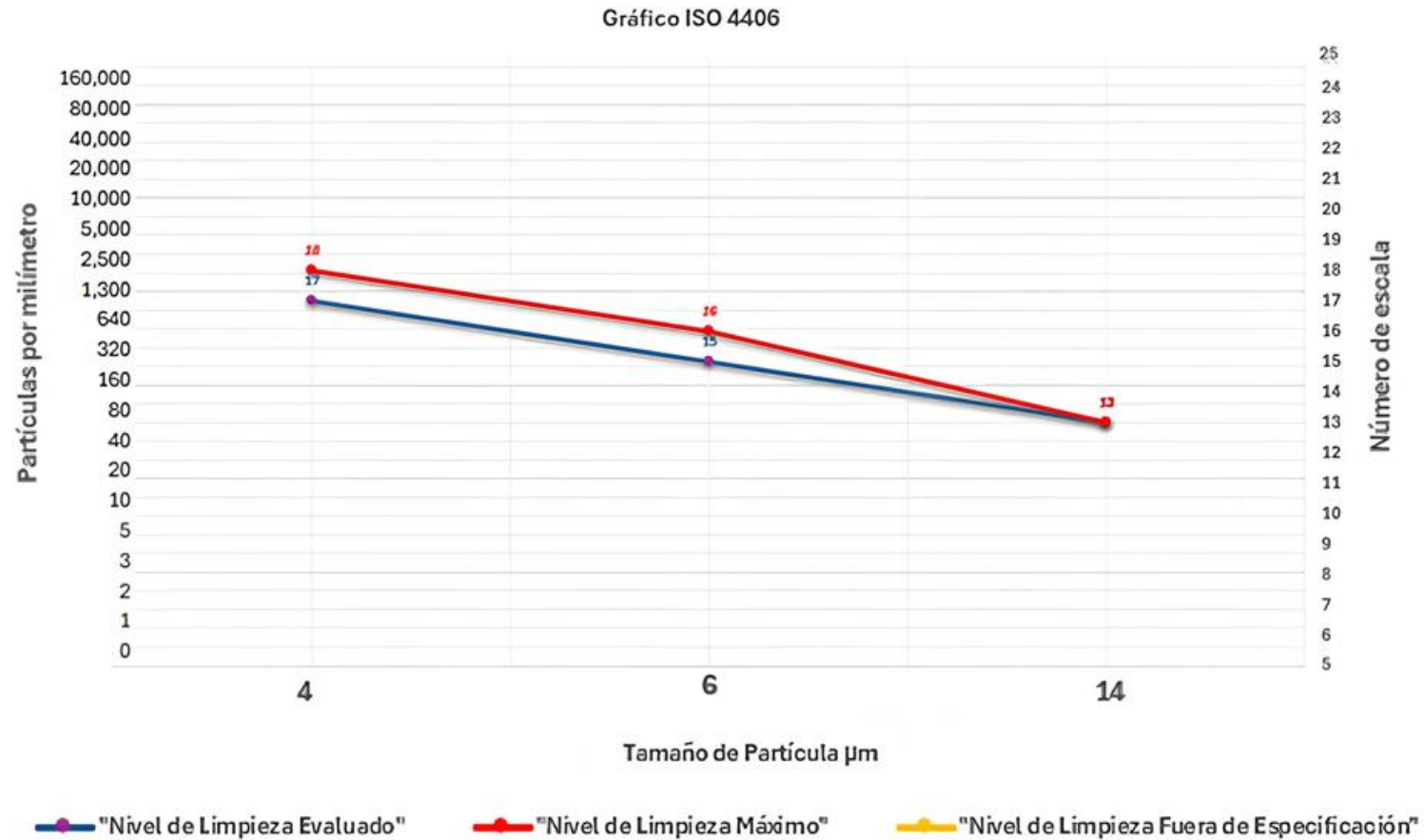
R080-47136-5017	M	11/12/13	32	321	388	118	21	58	15	5	0
Prueba de compatibilidad	M	120	601	1h	eh	10h	11h	18h	51h	38h	20h

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47136-5017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 34

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA2-050-2017



Resultado: 17/15/13

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 35

Segundo ciclo de filtración micrónica. Procedencia de muestra: Después de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica a la salida del filtro micrónico de 5 micras, después de 10 min. Código de muestra: CT-DIA3-051-2017

PETROPERU
W Escobarz

FAX:
FONO:

TIPO DE MUESTRA: FUEL

CLIENTE : PETROLEOS DEL PERU
NÚMERO DE EQUIPO : CT-DIA3-051-2017
COMPONENTE : COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50
NÚMERO DE SERIE : CT-DIA3-051-2017
MARCA : UNKNOWN
MODELO : FLUIDO_UNKNOWN
LUGAR DE TRABAJO : PETROLEOS DEL PERU

ORDEN DE TRABAJO : LIM
RUT TRUNCADO :
CONTROL LAB : O/T 4200043632
TIPO DE FLUIDO :
NUMERO DE GARANTIA
EXTENDIDA :
FECHA DE TERMINO
GARANTIA EXTENDIDA :



Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos
Av. Industrial 675 - LIMA - PERU
6265197, 6264762 , 6264209

www.ferreyros.com.pe

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47136-5018	16-May-2017	16-May-2017	0
Normal LECTURA DEL CONTEO DE PARTICULAS ES NORMAL.			

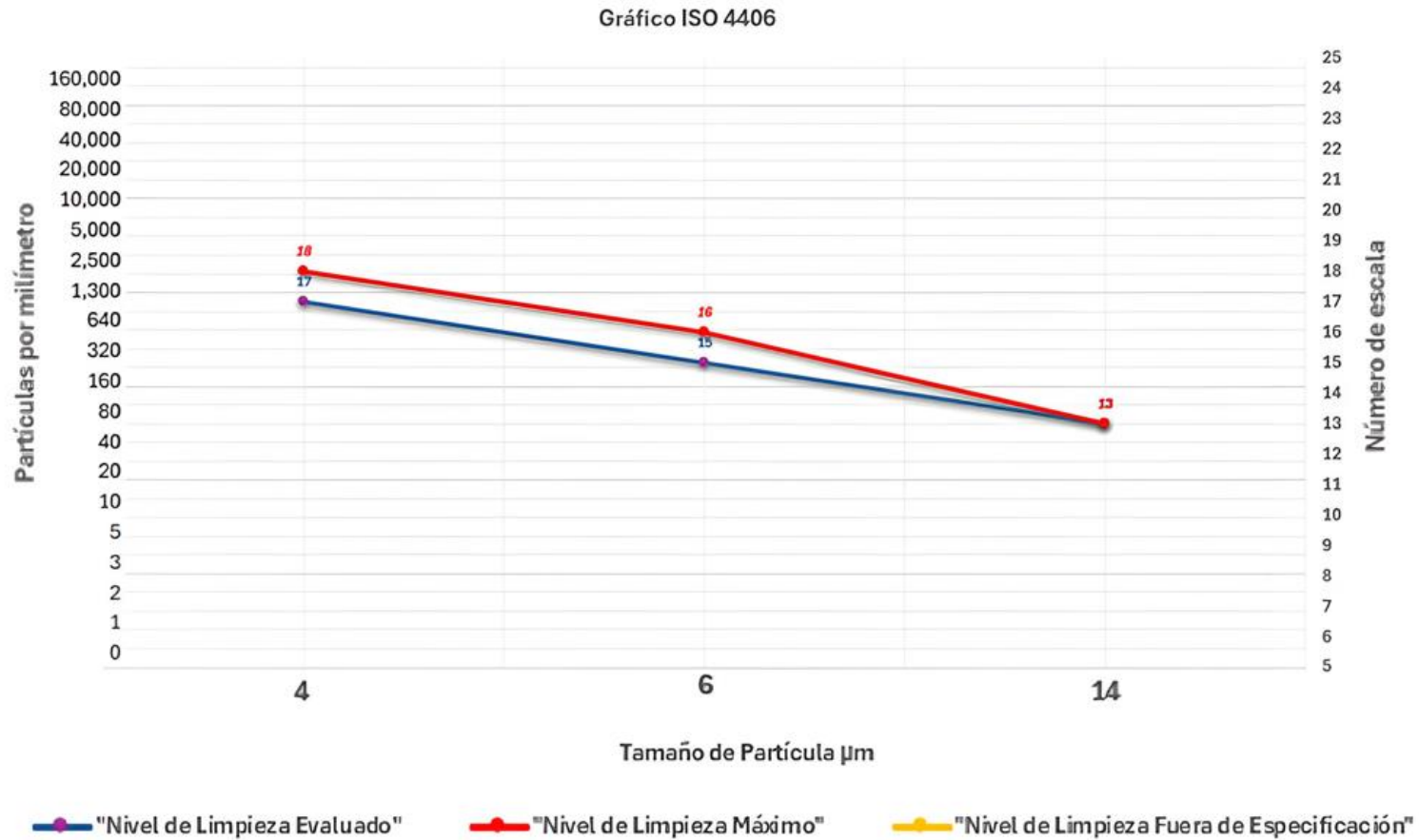
Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47136-5018	N	17/15/13	33	1002	286	108	47	16	6	1	0

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47136-5018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 36

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA3-051-2017



Resultado: 17/15/13

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 37

Tercer ciclo de filtración micrónica. Procedencia de muestra: Después de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica a la salida del filtro micrónico de 5 micras, después de 15 min. Código de muestra: CT-DIA4-052-2017

PETROPERU W Escobarz	CLIENTE : PETROLEOS DEL PERU NÚMERO DE EQUIPO : CT-DIA4-052-2017 COMPONENTE : COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50 NÚMERO DE SERIE : CT-DIA4-052-2017 MARCA : UNKNOWN MODELO : FLUIDO_UNKNOWN LUGAR DE TRABAJO : PETROLEOS DEL PERU	ORDEN DE TRABAJO : LIM RUT TRUNCADO : # CONTROL LAB : O/T 4200043632 TIPO DE FLUIDO : NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA : FECHA DE TERMINO GARANTIA EXTENDIDA :	 Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos Av. Industrial 675 - LIMA - PERU 6265197, 6264762 , 6264209 www.ferreyros.com.pe
FAX:			
FONO:			
TIPO DE MUESTRA: FUEL			

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47136-5019	16-May-2017	16-May-2017	0
Normal LECTURA DEL CONTEO DE PARTICULAS ES NORMAL.			

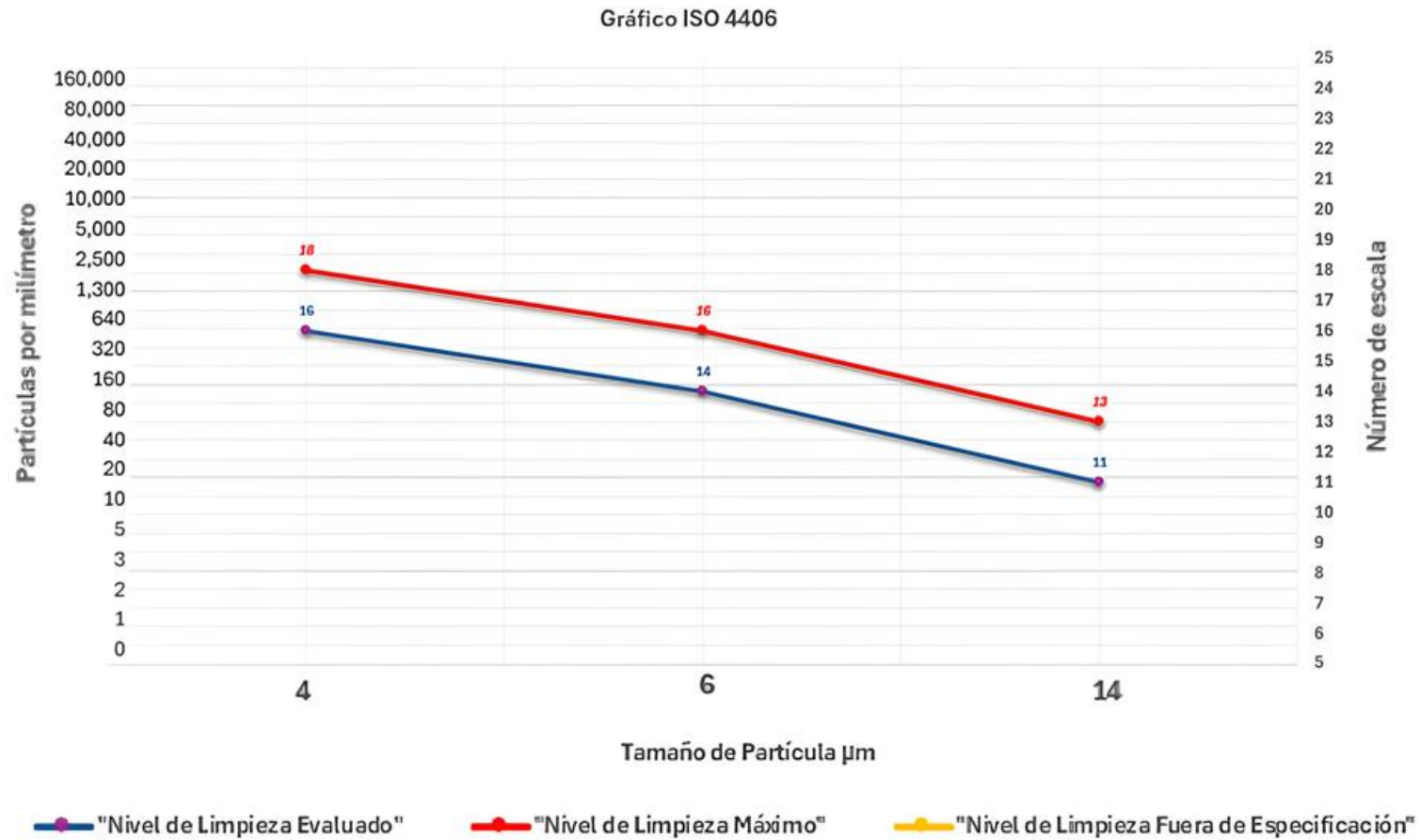
Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47136-5019	N	16/14/11	31	322	91	35	16	6	3	0	0

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47136-5019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 38

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA4-052-2017



Resultado: 16/14/11

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

4.2 Evaluación del Sistema Móvil de Filtración Micrónica de Diésel B5 S-50 en la ciudad de Arequipa.

Antes de enviar el equipo móvil a la Mina Las Bambas, se procedió a evaluar el equipo en la ciudad de Arequipa en la base del proveedor del transporte con personal de PETROPERU. Las evaluaciones realizadas fueron las siguientes:

- a) Evaluación de muestra de Cisterna 1 observada por particulado
- b) Evaluación de muestreo de Cisterna 1 observada por particulado después de proceso
- c) Evaluación de muestra de Cisterna 2 observada por particulado
- d) Evaluación de muestreo de Cisterna 2 observada por particulado después de proceso
- e) Evaluación de muestreo de Cisterna 3 observada por particulado después de proceso

Tabla 6

Evaluación del sistema móvil de filtración micrónica de Diésel B5 S-50 en Arequipa

Código	Procedencia	Resultado	Comentarios
CT-DIA5-097-2017	Cisterna 1 observada por particulado	20/19/15	No cumple
CT-DIA6-098-2017	Cisterna 1 Procesada	17/15/13	Cumple
CT-DIA7-099-2017	Cisterna 2 observada por particulado	18/16/14	No cumple
CT-DIA8-100-2017	Cisterna 2 Procesada	16/14/11	Cumple
CT-DIA9-101-2017	Cisterna 3 Procesada	18/16/13	Cumple

Nota: fuente (PETROPERÚ, 2017)

Las figuras del 39 al 48, muestran los gráficos correspondientes a los resultados de las evaluaciones realizadas al combustible Diésel B5 S-50 antes y después de pasar por el proceso de filtración micrónica.

Figura 39

Evaluación de muestra de Cisterna 1 observada por particulado antes del proceso. Código de Muestra: CT-DIA5-097-2017

FLABSOS Hubertt Chacon Antonio	CLIENTE: PETROLEOS DEL PERU NÚMERO DE EQUIPO: CT-DIA5-097-2017 COMPONENTE: COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50 NÚMERO DE SERIE: CT-DIA5-097-2017 MARCA: UNKNOWN MODELO: FLUIDO_UNKNOWN LUGAR DE TRABAJO: PETROLEOS DEL PERU	ORDEN DE TRABAJO: LIM RUT TRUNCADO: # CONTROL LAB: O/T 4200044603 TIPO DE FLUIDO: NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA: FECHA DE TERMINO GARANTIA EXTENDIDA:	 Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos Av. Industrial 675 - LIMA - PERU 6265197, 6264762 , 6264209 www.ferreyros.com.pe
FAX: FONO: TIPO DE MUESTRA: FUEL			

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47158-5008	30-May-2017	07-Jun-2017	0
Seguimiento	Lectura de Contador de Particulas Estaria Ligeram/Alto. SE OBSERVA POCA PRESENCIA DE PARTICULAS FINAS VISIBLES. INSPECCIONAR POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACION.		

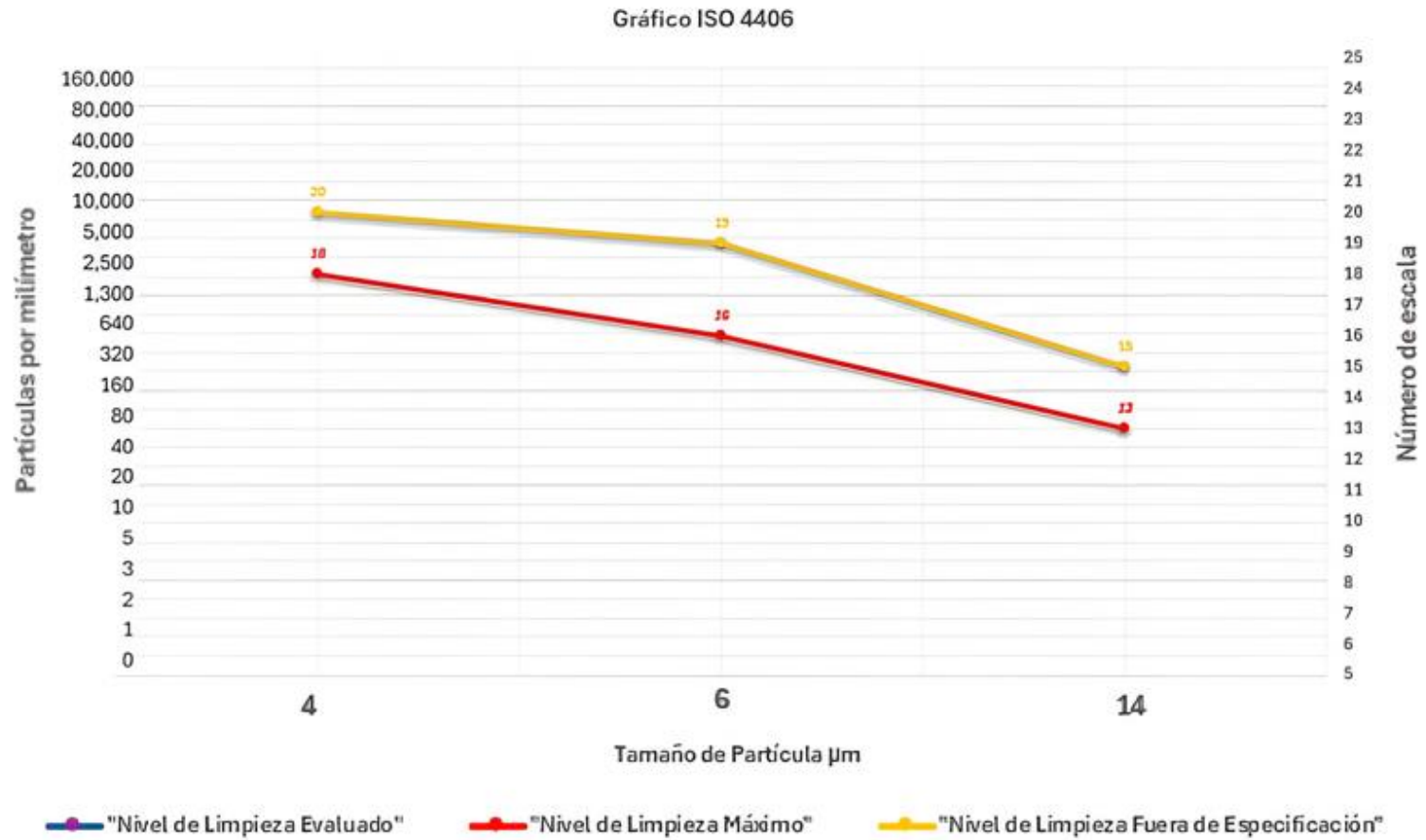
Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47158-5008	N	20/19/15	42	6576	3129	1157	311	143	87	14	3

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47158-5008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 40

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA5-097-2017



Resultado: 20/19/15

Comentarios: No Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

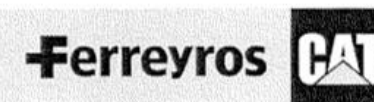
Figura 41

Procedencia de muestra: Después de 01 hora de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica, muestra corrida del manhole. Código de muestra: CT-DIA6-098-2017

FLABSOS
Hubertt Chacon Antonio

CLIENTE: PETROLEOS DEL PERU
NÚMERO DE EQUIPO: CT-DIA6-098-2017
COMPONENTE: COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50
NÚMERO DE SERIE: CT-DIA6-098-2017
MARCA: UNKNOWN
MODELO: FLUIDO_UNKNOWN
LUGAR DE TRABAJO: PETROLEOS DEL PERU

ORDEN DE TRABAJO: LIM
RUT TRUNCADO:
CONTROL LAB: O/T 4200044603
TIPO DE FLUIDO:
NÚMERO DE GARANTIA
EXTENDIDA:
FECHA DE TERMINO
GARANTIA EXTENDIDA:



Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos
Av. Industrial 675 - LIMA - PERU
6265197, 6264762, 6264209

FAX:
FONO:
TIPO DE MUESTRA: FUEL

www.ferreyros.com.pe

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47158-5009	31-May-2017	07-Jun-2017	0
Normal	Lectura de Contador/Partículas es Normal.		

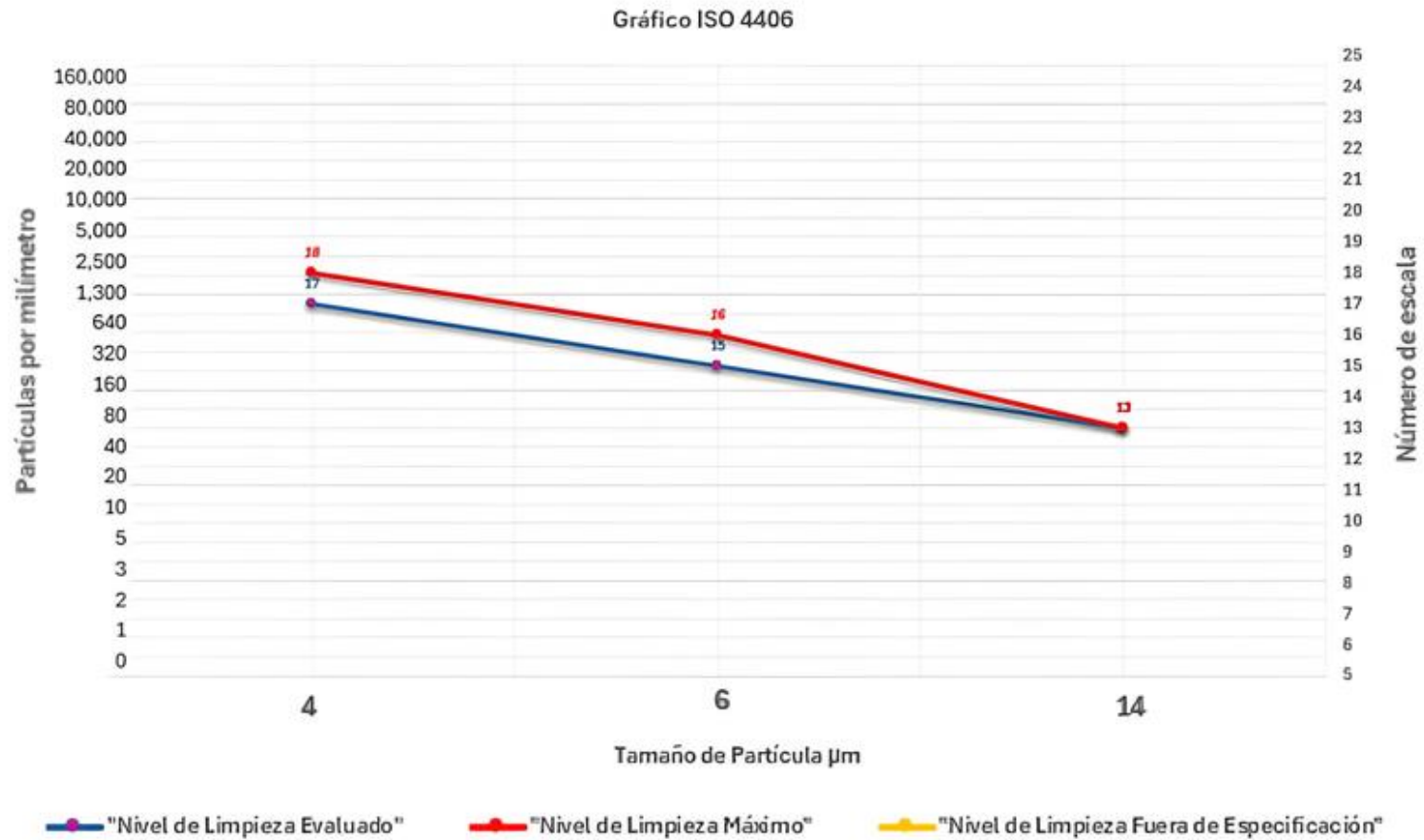
Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47158-5009	N	17/15/13	33	1194	274	93	46	23	14	3	1

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47158-5009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 42

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA6-098-2017



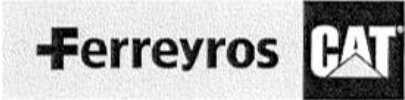
Resultado: 17/15/13

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 43

Procedencia de muestra: Después de 2 horas de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica, muestra corrida del manhole de la cisterna F9T-990. Código de Muestra: CT-DIA7-099-2017

FLABSOS Hubertt Chacon Antonio	CLIENTE: PETROLEOS DEL PERU NÚMERO DE EQUIPO: CT-DIA7-099-2017 COMPONENTE: COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50 NÚMERO DE SERIE: CT-DIA7-099-2017 MARCA: UNKNOWN MODELO: FLUIDO_UNKNOWN LUGAR DE TRABAJO: PETROLEOS DEL PERU	ORDEN DE TRABAJO: LIM RUT TRUNCADO: # CONTROL LAB: O/T 4200044603 TIPO DE FLUIDO: NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA: FECHA DE TERMINO GARANTIA EXTENDIDA:	 Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos Av. Industrial 675 - LIMA - PERU 6265197, 6264762 , 6264209 www.ferreyros.com.pe
--	---	---	---

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47158-5010	31-May-2017	07-Jun-2017	0
Seguimiento EL CANAL DE 14 MICRAS SE ENCUENTRA LIG. ALTO. EL NIVEL DE LIMPIEZA RECOMENDADO POR CATERPILLAR ES DE 18/16/13.			

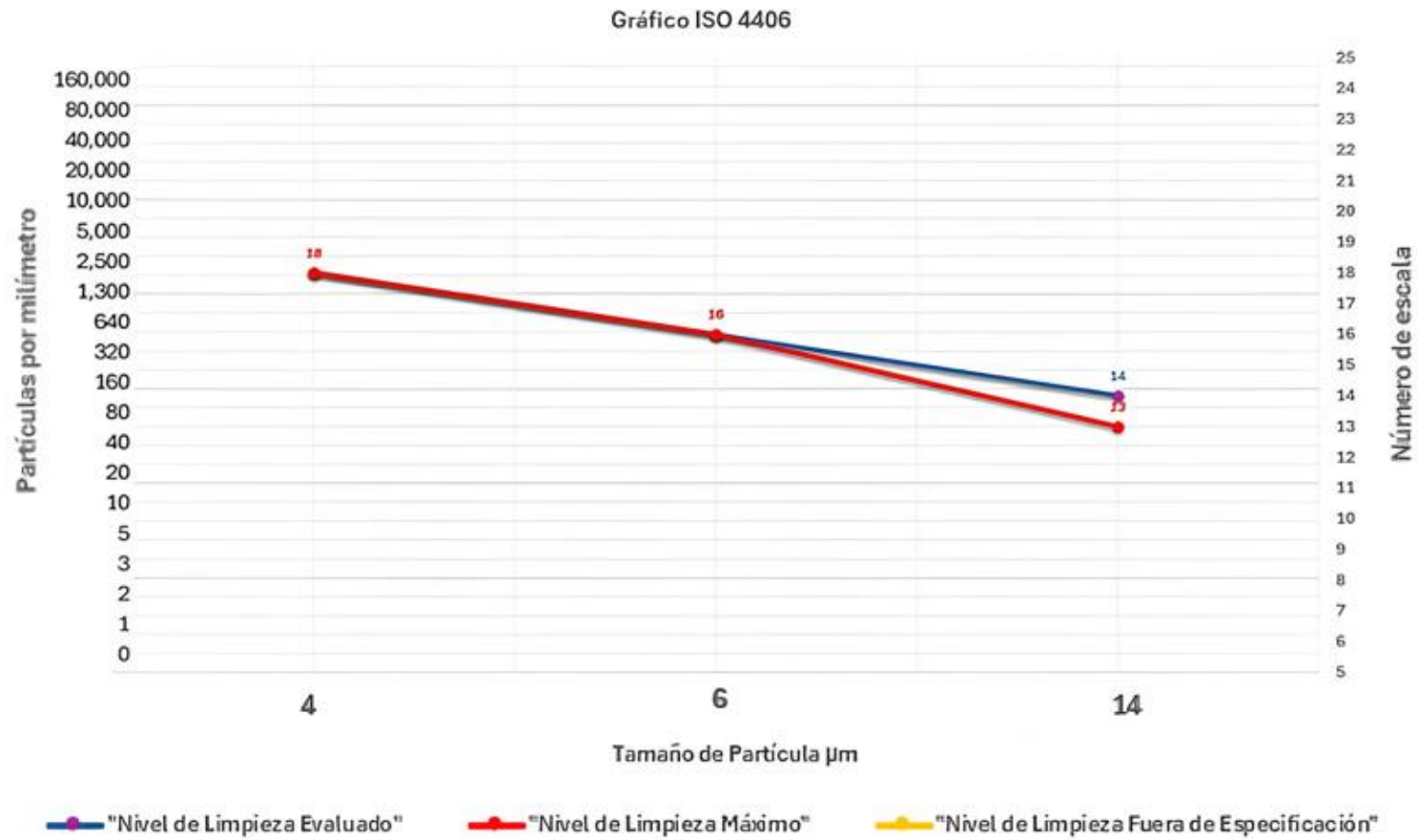
Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47158-5010	N	18/16/14	34	1732	507	187	89	42	26	5	2

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47158-5010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 44

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA7-099-2017



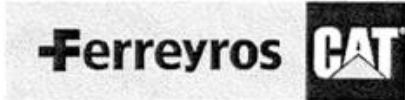
Resultado: 18/16/14

Comentarios: No Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 45

Procedencia de muestra: Después de 03 horas de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica, muestra corrida del manhole de la cisterna F9T-990. Código de muestra: CT-DIA8-100-2017

FLABSOS Hubertt Chacon Antonio	CLIENTE: PETROLEOS DEL PERU NÚMERO DE EQUIPO: CT-DIA8-100-2017 COMPONENTE: COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50 NÚMERO DE SERIE: CT-DIA8-100-2017 MARCA: UNKNOWN MODELO: FLUIDO_UNKNOWN LUGAR DE TRABAJO: PETROLEOS DEL PERU	ORDEN DE TRABAJO: LIM RUT TRUNCADO: # CONTROL LAB: O/T 4200044603 TIPO DE FLUIDO: NUMERO DE GARANTIA: EXTENDIDA: FECHA DE TERMINO: GARANTIA EXTENDIDA:	 Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos Av. Industrial 675 - LIMA - PERU 6265197, 6264762, 6264209 www.ferreyros.com.pe
TIPO DE MUESTRA: FUEL			

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47158-5011	31-May-2017	07-Jun-2017	0
Normal Lectura de Contador/Partículas es Normal.			

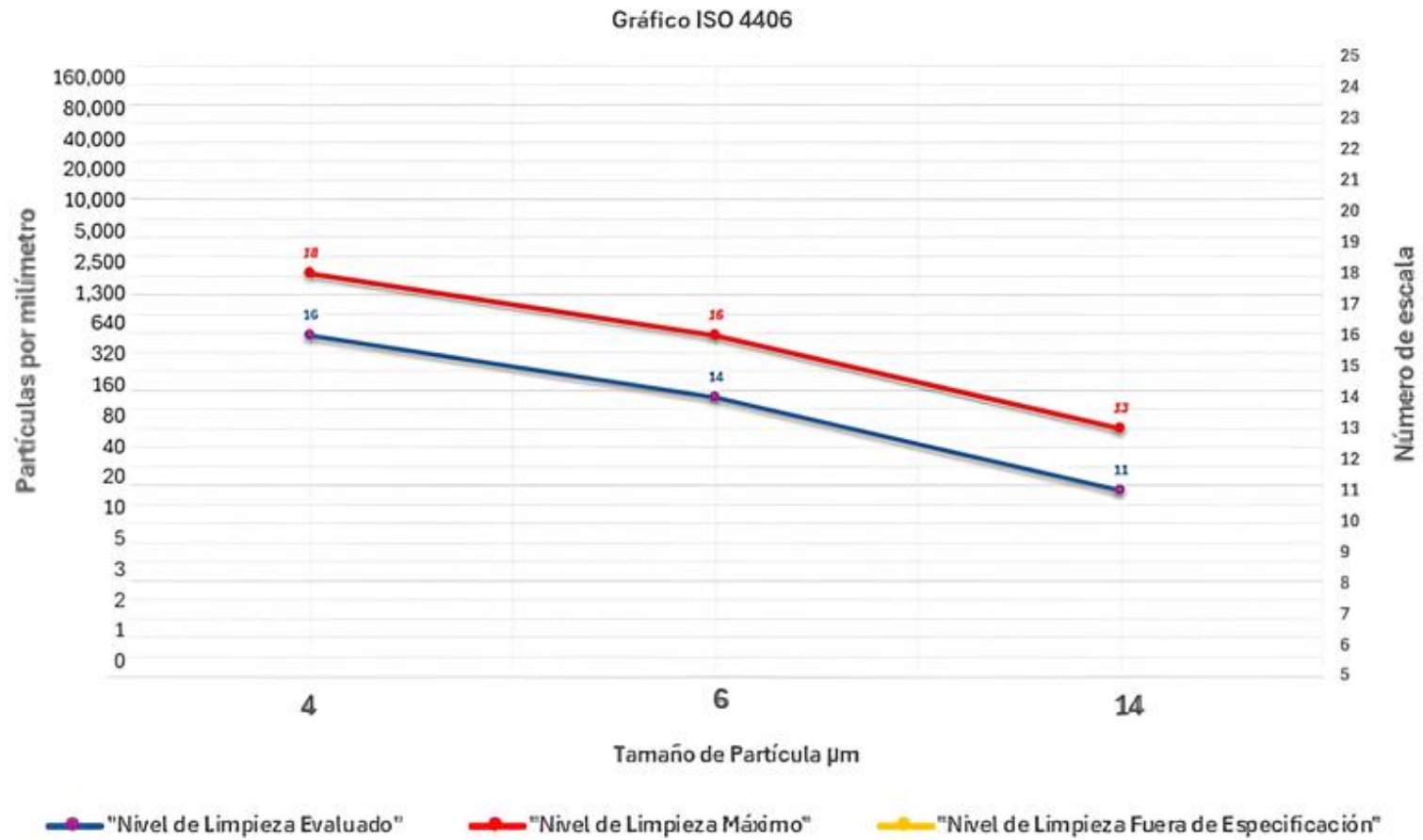
Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47158-5011	N	16/14/11	32	617	91	32	16	8	5	2	0

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47158-5011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 46

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA8-100-2017



Resultado: 16/14/11

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia (Chang, F., 2017) adaptado de Ferreyros

Figura 47

Procedencia de muestra: Después de 4 horas de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica, muestra corrida del manhole de la cisterna F9T-990. Código de muestra: CT-DIA9-101-2017

FLABSOS Hubertt Chacon Antonio FAX: FONO: TIPO DE MUESTRA: FUEL	CLIENTE: PETROLEOS DEL PERU NÚMERO DE EQUIPO: CT-DIA9-101-2017 COMPONENTE: COMBUSTIBLE DIESEL B5 S50 NÚMERO DE SERIE: CT-DIAS-101-2017 MARCA: UNKNOWN MODELO: FLUIDO_UNKNOWN LUGAR DE TRABAJO: PETROLEOS DEL PERU	ORDEN DE TRABAJO: LIM RUT TRUNCADO: # CONTROL LAB: O/T 4200044603 TIPO DE FLUIDO: NUMERO DE GARANTIA: EXTENDIDA: FECHA DE TERMINO: GARANTIA EXTENDIDA:	 Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos Av. Industrial 675 - LIMA - PERU 6265197, 6264762 , 6264209 www.ferreyros.com.pe
--	---	---	--

# CONTROL LABORATORIO	FECHA MUESTREO	FECHA PROCESO	HORÓMETRO
R080-47158-5012	31-May-2017	07-Jun-2017	0
Normal Lectura de Contador/Partículas es Normal.			

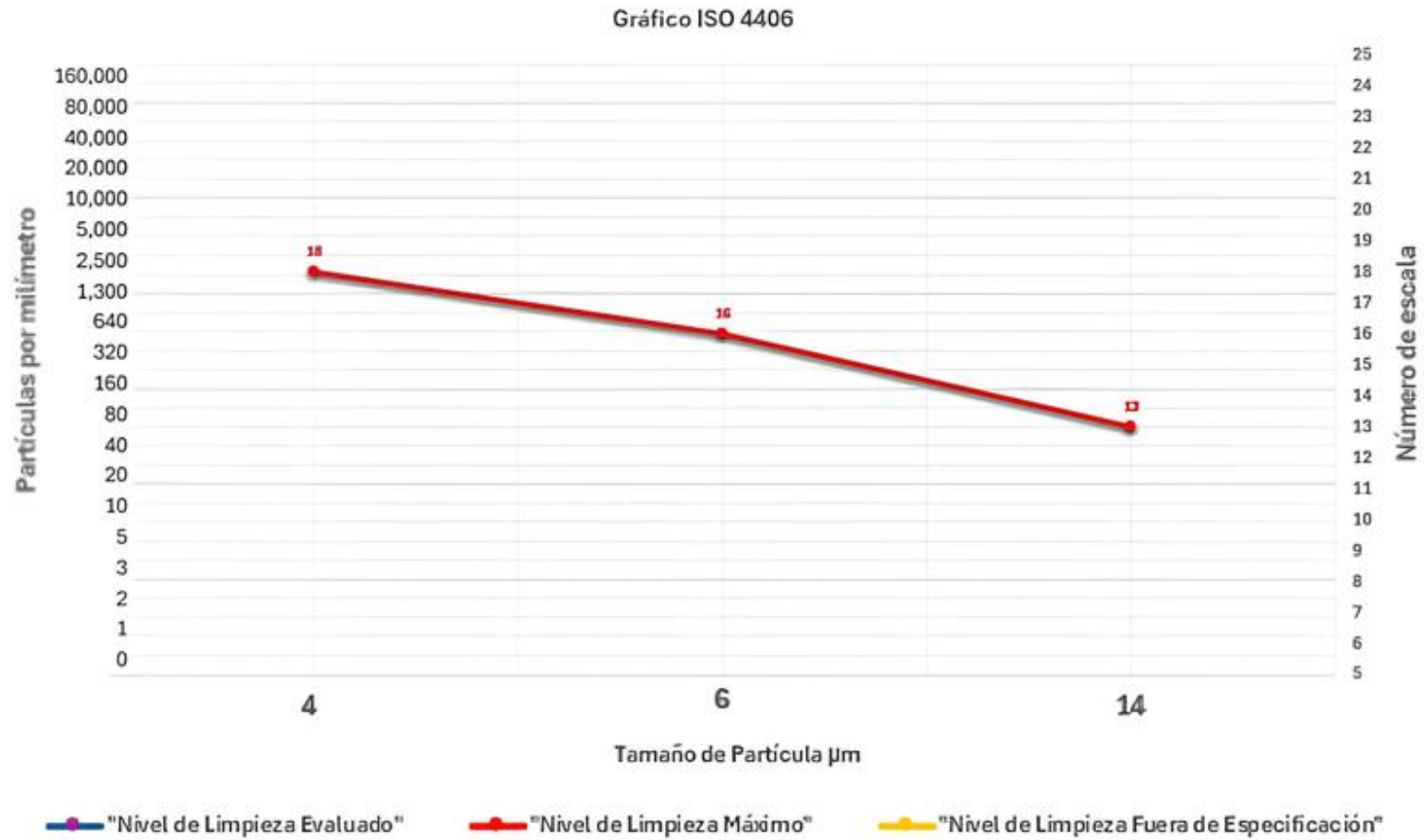
Prueba de combustible	W	ISO	PQI	4μ	6μ	10μ	14μ	18μ	21μ	38μ	50μ
R080-47158-5012	N	18/16/13	33	2074	423	94	41	20	14	4	1

Elementos de desgaste (ppm)	Al	Ba	B	Cd	Ca	Cr	Cu	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	P	K	Si	Ag	Na	Sn	Ti	V	Zn
R080-47158-5012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: fuente (Ferreyros, 2017)

Figura 48

Gráfico ISO 4406 para la muestra: CT-DIA9-101-2017



Resultado: 18/16/13

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Parte de la correcta utilización del Equipo Móvil de Filtración Micrónica y su éxito al aplicar el proceso de filtración para el Diésel B5 S-50 fue contar con la presencia de un Supervisor de Campo durante las experiencias descritas en el presente trabajo en provincias como Lima, Arequipa y Apurímac entre otras.

Los trabajos fueron supervisados por el autor del presente trabajo; quién se desempeñaba como Inspector QA/QC Aseguramiento de Control de Calidad en operaciones con hidrocarburos en la Empresa TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA EIRL.

La Figura 49 muestra el proceso efectuado en la base de SERVOSA CARGO al semirremolque tipo cisterna de placa de rodaje F9T-990 con fecha 30/05/2017.

Figura 49

Equipo Móvil de Filtración Micrónica en la base de SERVOSA CARGO, Arequipa 2017



Nota: fuente elaboración propia

4.3 Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO

Luego de pasar el Diésel B5 S-50 fuera de especificación por el equipo móvil de filtración micrónica se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7*Resultados de la filtración micrónica caso mina Las Bambas*

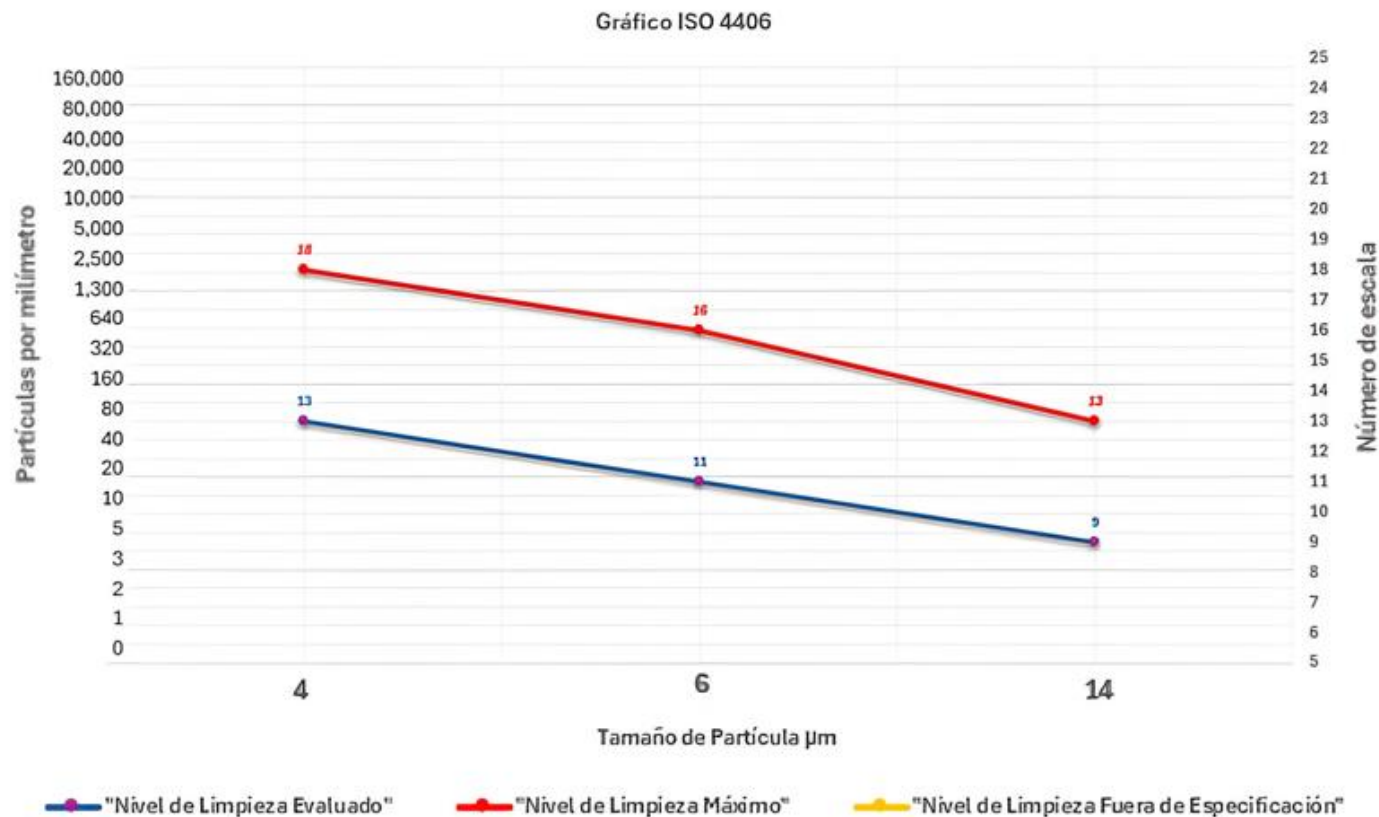
N°	Precinto muestra	Transportista	Placa Tracto/Cisterna	Volumen nominal	Resultado	Comentario Requisito máx. 18/16/13
1	11069	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	C5R-892/A0T-983	9100	13/11/9	Cumple
2	11072	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	ABQ-704/TBB-995	9200	14/12/9	Cumple
3	11075	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	D6G-805/T4Z-996	9100	14/13/9	Cumple
4	10352	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	D4X-872/B4P-976	9200	17/15/9	Cumple
5	11077	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	ABQ-703/D0Z-994	9000	14/13/7	Cumple
6	11080	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	D3P-744/A0F-996	9300	13/12/6	Cumple
7	11083	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	D3N-721/C4S-979	9100	19/17/9	(*)
8	10591	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	D3R-791/B1M-993	9000	16/13/8	Cumple
9	11093	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	X2W-788/C5V-994	9300	16/14/10	Cumple
10	11095	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	D3P-730/T8M-980	10000	14/12/8	Cumple
11	11098	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	D6G-806/B8K-998	9200	12/11/6	Cumple
12	10579	Transportes Palomino Estrada E.I.R.L.	D5D-922/B7C-976	9000	14/12/9	Cumple
13	10692	Servosa Cargo S.A.C.	D2V-793/C2L-998	9300	14/12/8	Cumple
14	10791	Servosa Cargo S.A.C	D3O-733/C3R-972	9000	13/11/8	Cumple
15	967	Servosa Cargo S.A.C	D2U-702/C2L-989	9300	13/12/9	Cumple
16	696	Servosa Cargo S.A.C	ANE-879/F9T-988	9300	13/11/6	Cumple
(*)	18/16/9			147400		

Nota: fuente elaboración propia

Las figuras del 50 al 66, muestran los gráficos de los resultados de las evaluaciones realizadas al combustible Diésel B5 S-50 antes y después de pasar por el proceso de filtración micrónica con el equipo.

Figura 50

Gráfico ISO 4406 para precinto de muestra: 11069 tomado en mina Las Bambas. Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: C5R-892

Placa de cisterna: AOT-983

Precinto de muestra: 11069

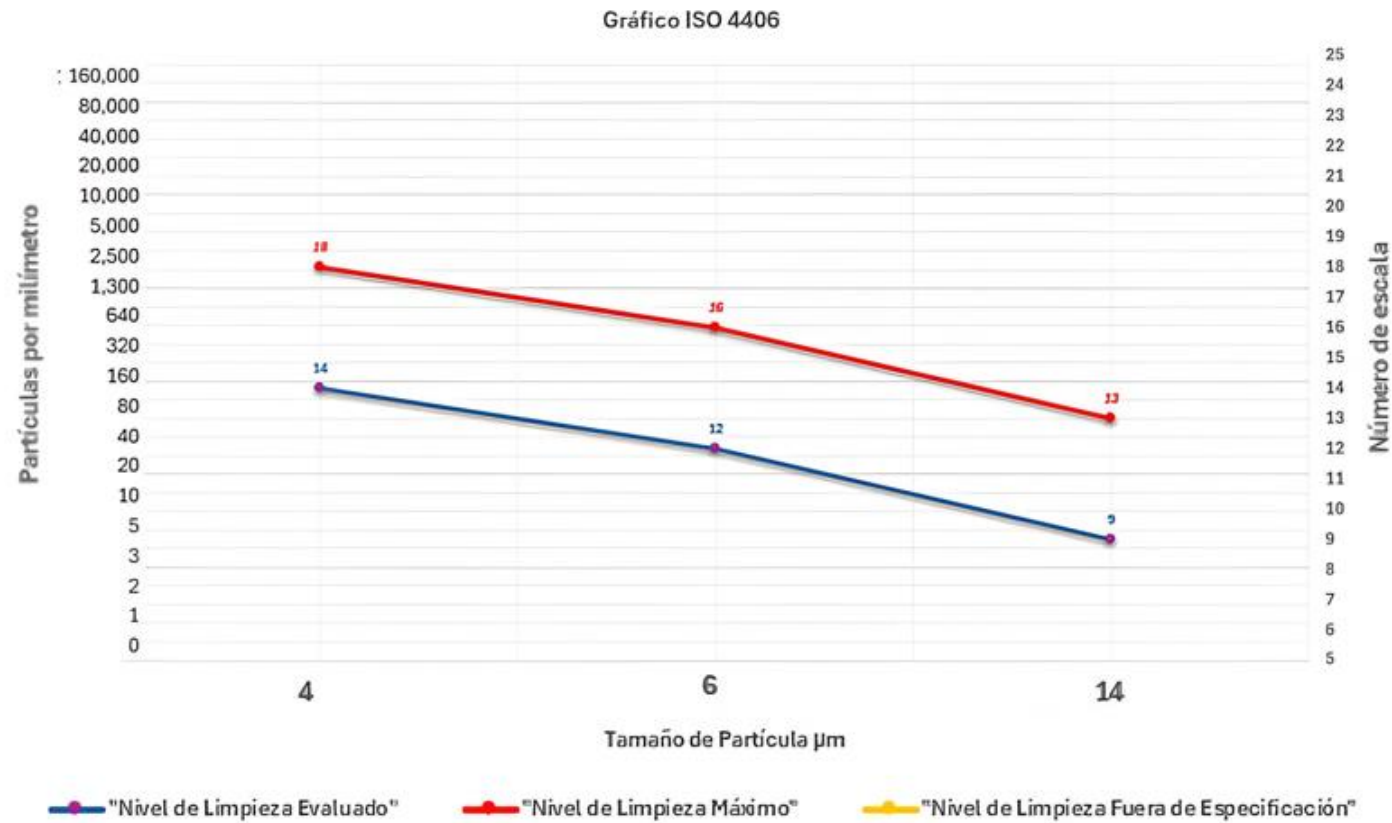
Resultado: 13/11/09

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 51

Gráfico ISO 4406 para precinto de muestra: 11072 tomado en mina Las Bambas. Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: ABQ-704

Placa de cisterna: TBB-995

Precinto de muestra: 11072

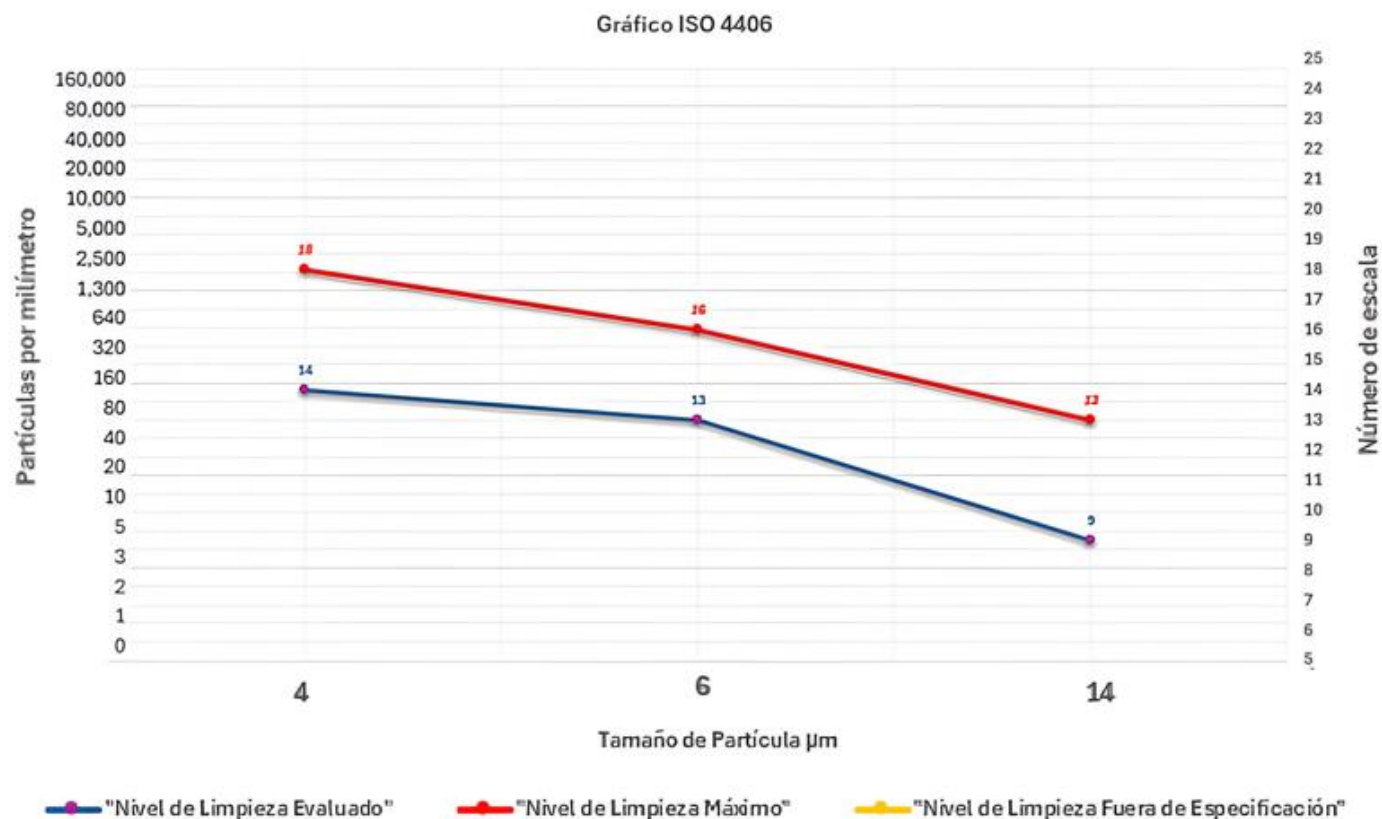
Resultado: 14/12/09

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 52

Gráfico ISO 4406 para precinto de muestra: 11075 tomado en mina Las Bambas. Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D6G-805

Placa de cisterna: T4Z-996

Precinto de muestra: 11075

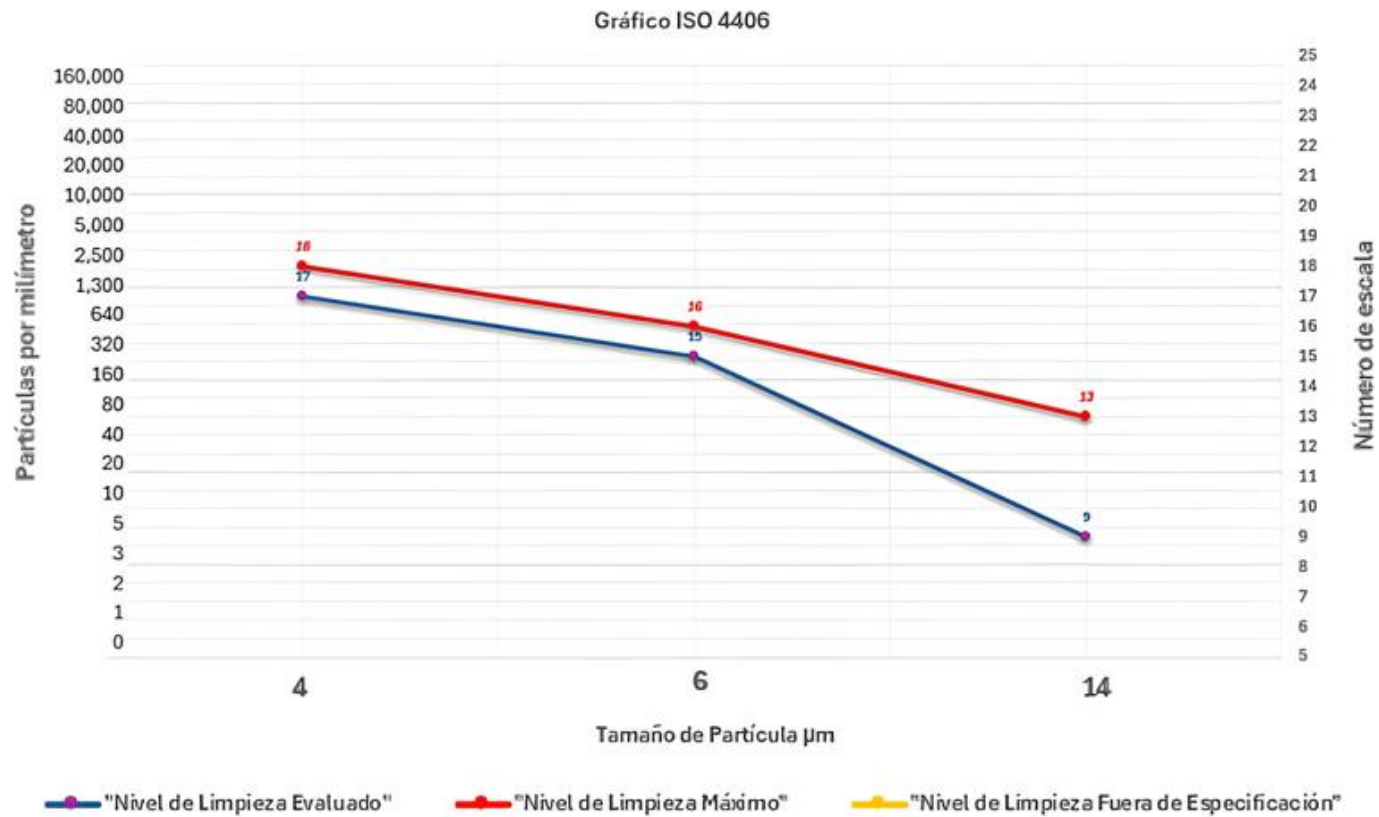
Resultado: 14/13/09

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 53

Gráfico ISO 4406 para precinto de muestra: 10352 tomado en mina Las Bambas. Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas- Laboratorio NEXO.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D4X-872

Placa de cisterna: B4P-976

Precinto de muestra: 10352

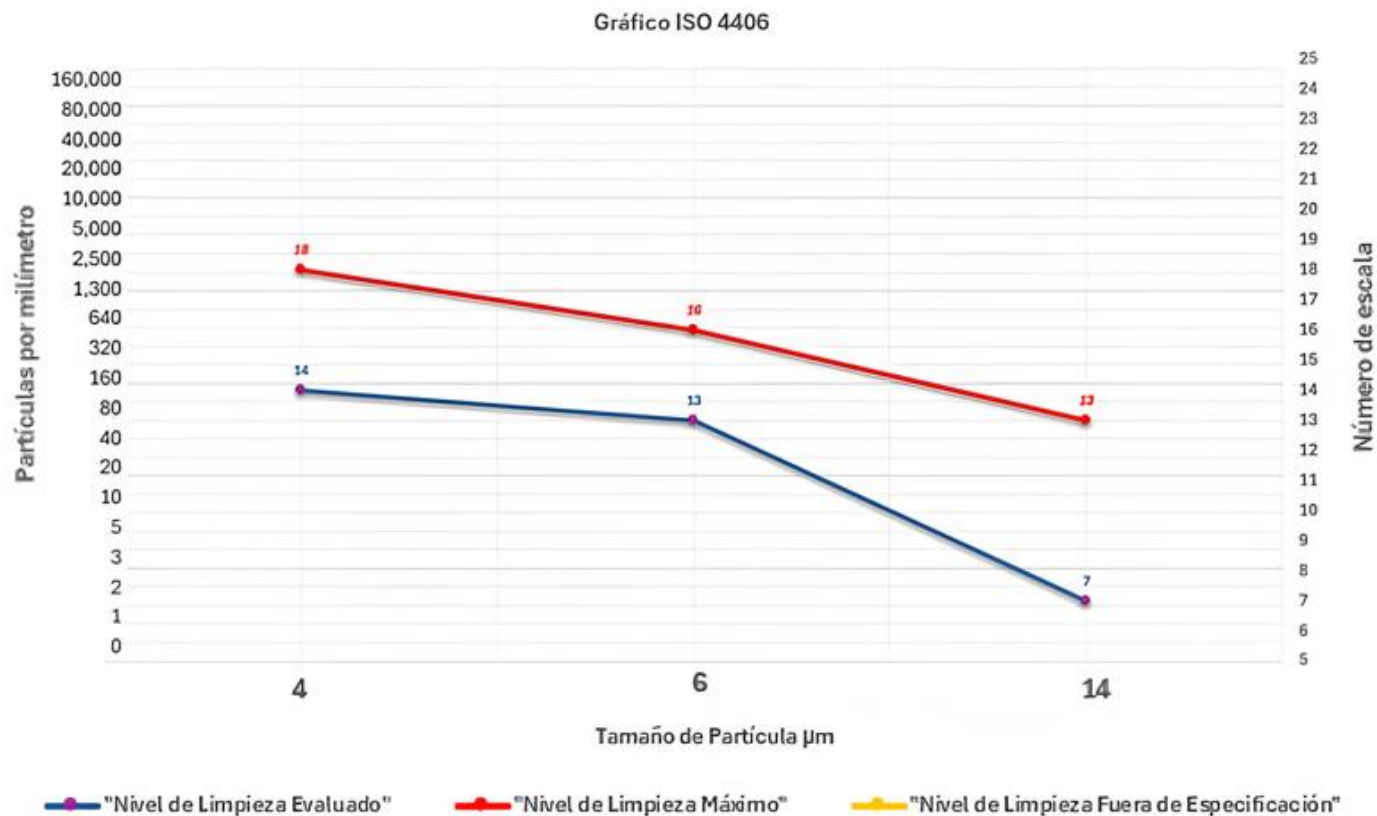
Resultado: 17/15/09

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 54

Gráfico ISO 4406 para precinto de muestra: 11077 tomado en mina Las Bambas. Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa detracto: ABQ-703

Placa de cisterna: D0Z-994

Precinto de muestra: 11077

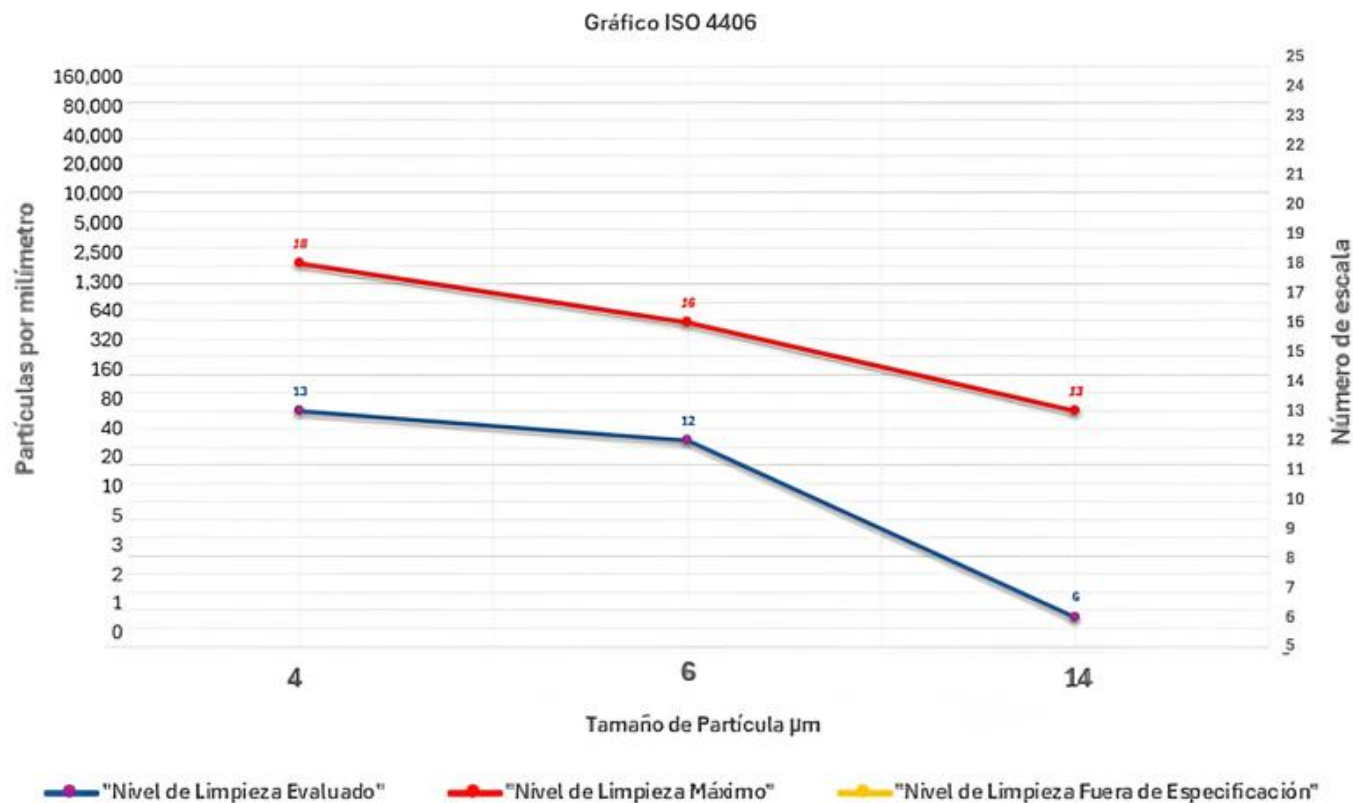
Resultado: 14/13/07

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 55

Gráfico ISO 4406 para precinto de muestra: 11080 tomado en mina Las Bambas. Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D3P-744

Placa de cisterna: AOF-996

Precinto de muestra: 11080

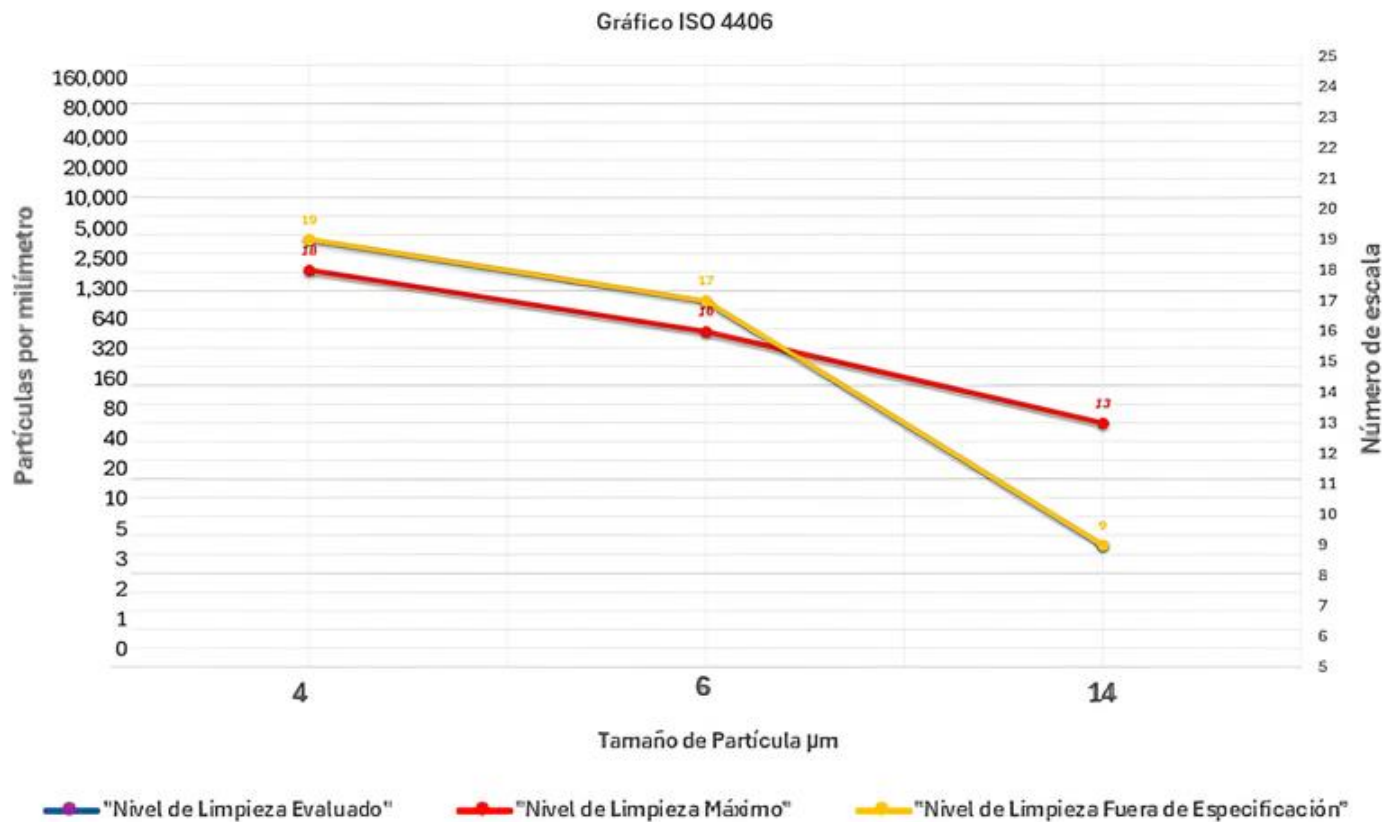
Resultado: 13/12/06

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 56

Gráfico ISO 4406 para precinto de muestra: 11083 tomado en mina Las Bambas. Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D3N-721

Placa de cisterna: C4S-979

Precinto de muestra: 11083

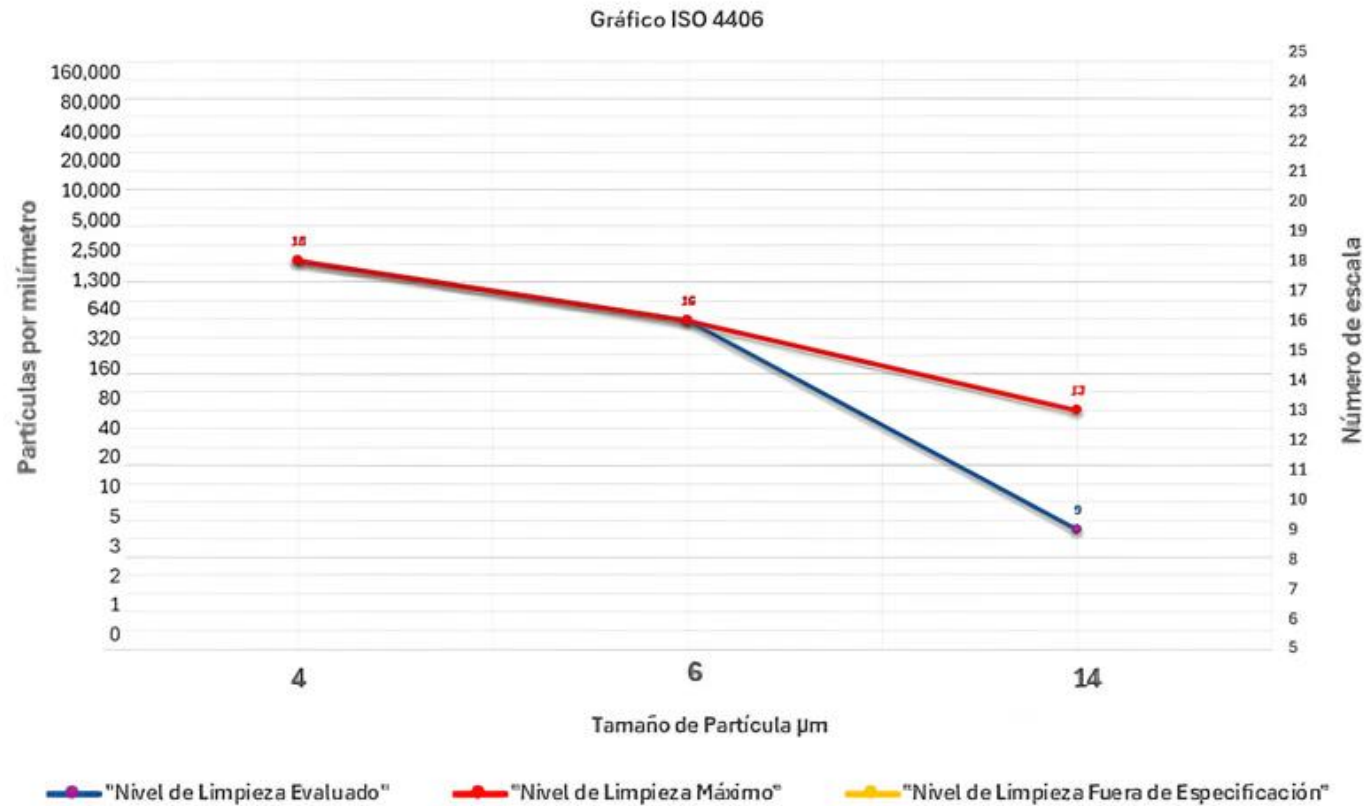
Resultado: 19/17/9

Comentarios: No Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 57

Gráfico ISO 4406 para precinto de muestra: 11083 tomado en mina Las Bambas. Resultados finales de las muestras de Diésel B5 S-50 ya procesadas por el equipo móvil de filtración micrónica tomadas en la mina Las Bambas - Laboratorio NEXO.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D3N-721

Placa de cisterna: C4S-979

Precinto de muestra: 11083

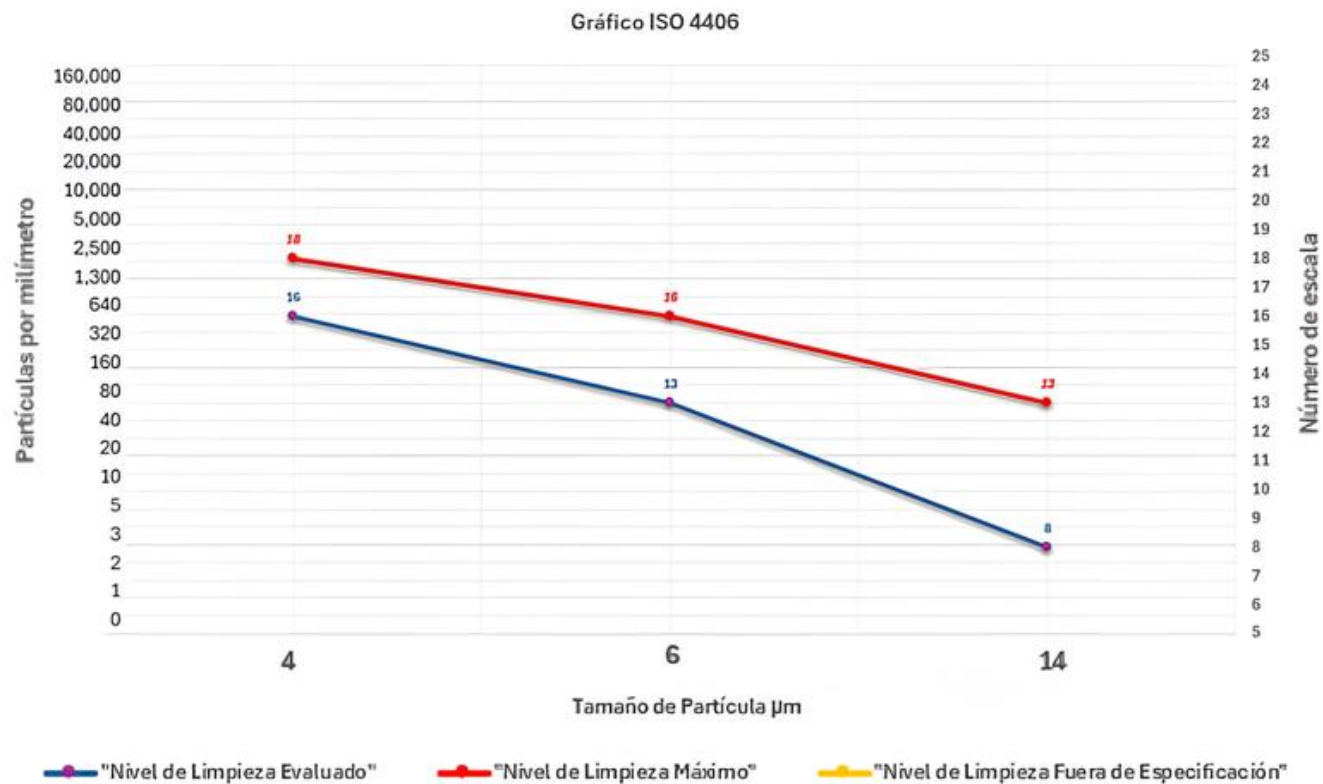
Resultado: 18/16/09

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 58

Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 10591. Se realizó el análisis de reproducibilidad para el resultado reportado, tomando como referencia el estándar: ASTM D7619-10 Standard Test Method for Sizing and Counting Particles in Light and Middle Distillate Fuels, by Automatic Particle Counter.



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D3R-791

Placa de cisterna: B1M-993

Precinto de muestra: 10591

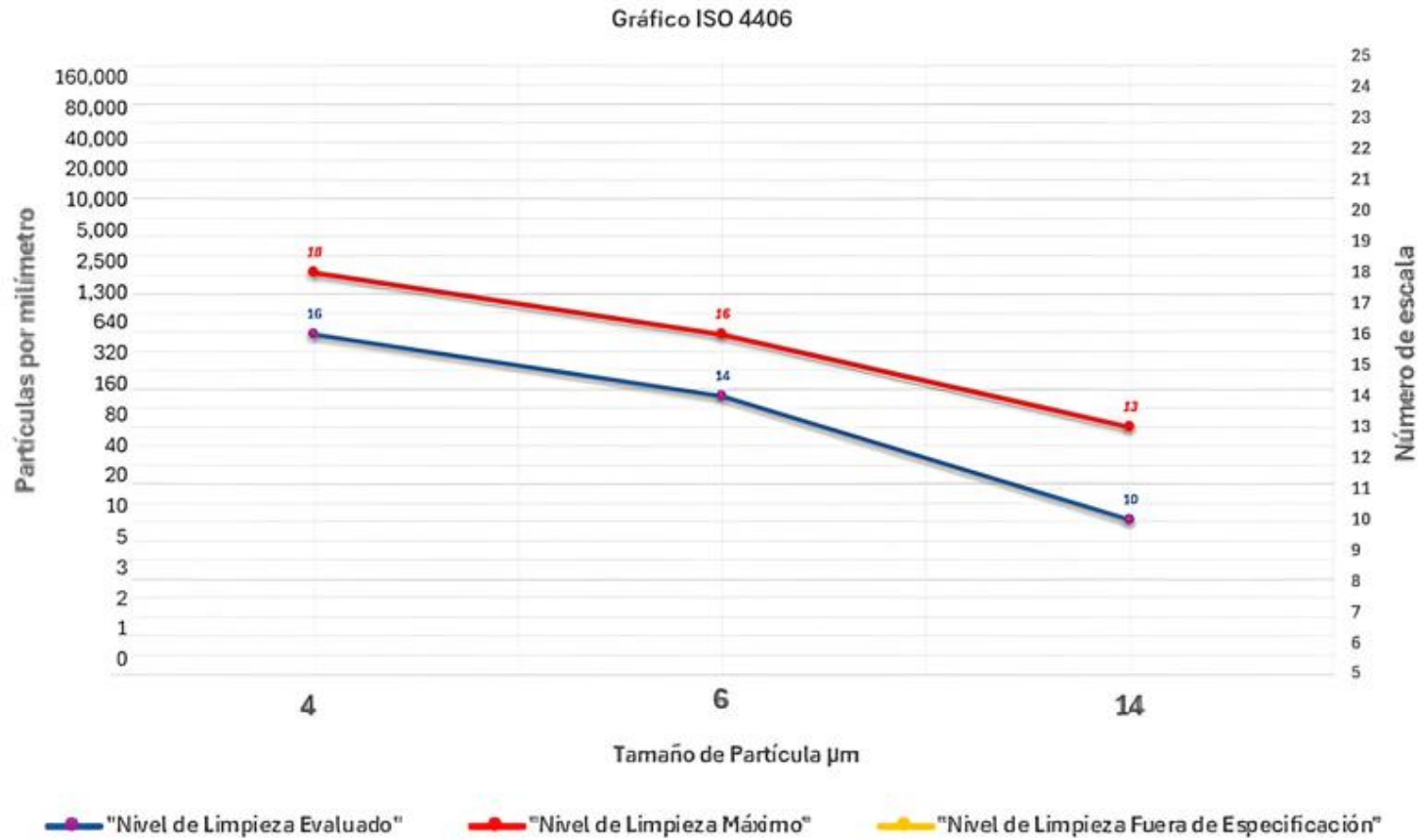
Resultado: 16/13/08

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 59

Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 11093



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: X2W-788

Placa de cisterna: C5V-994

Precinto de muestra: 11093

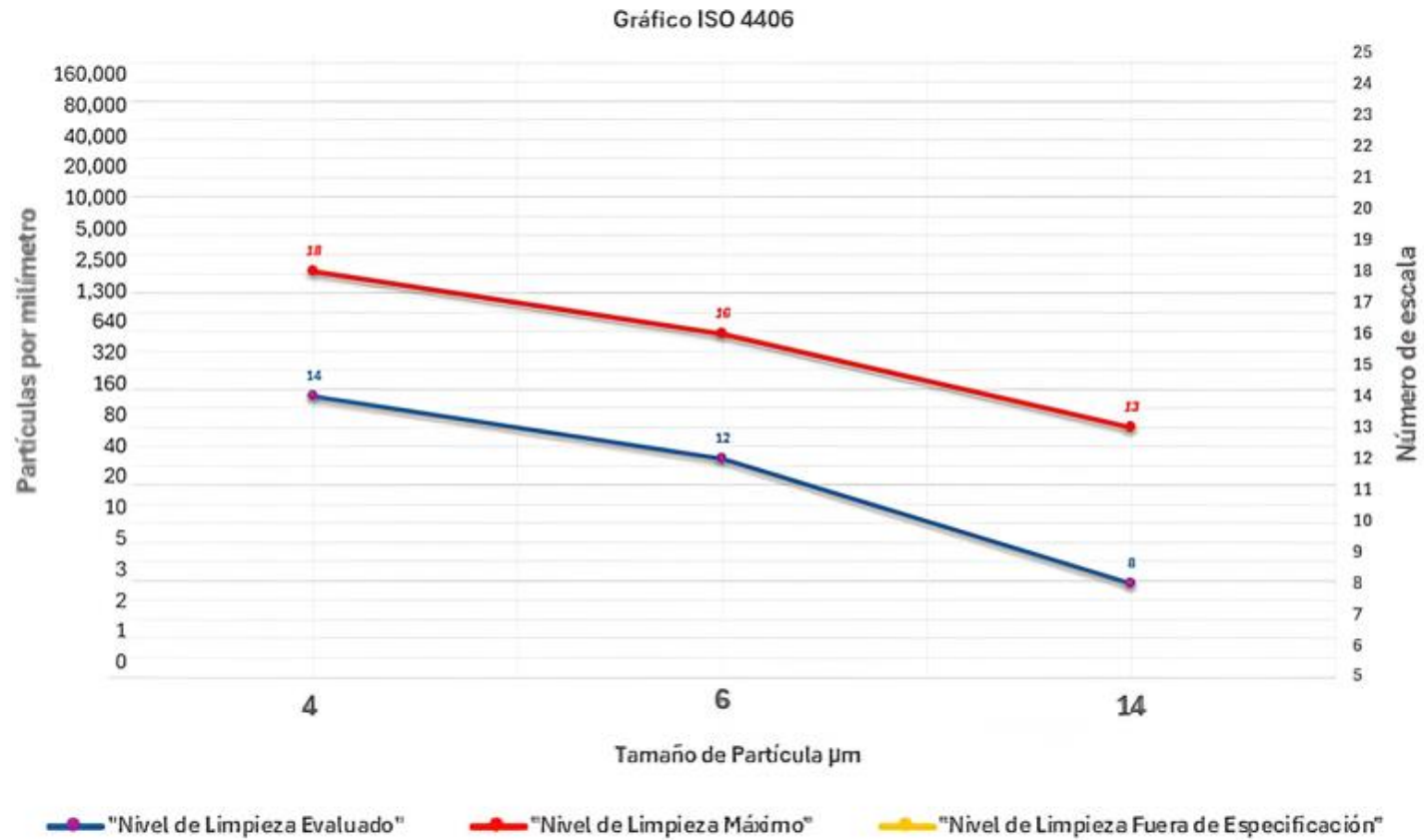
Resultado: 16/14/10

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 60

Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 11095



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D3P-730

Placa de cisterna: T8M-980

Precinto de muestra: 11095

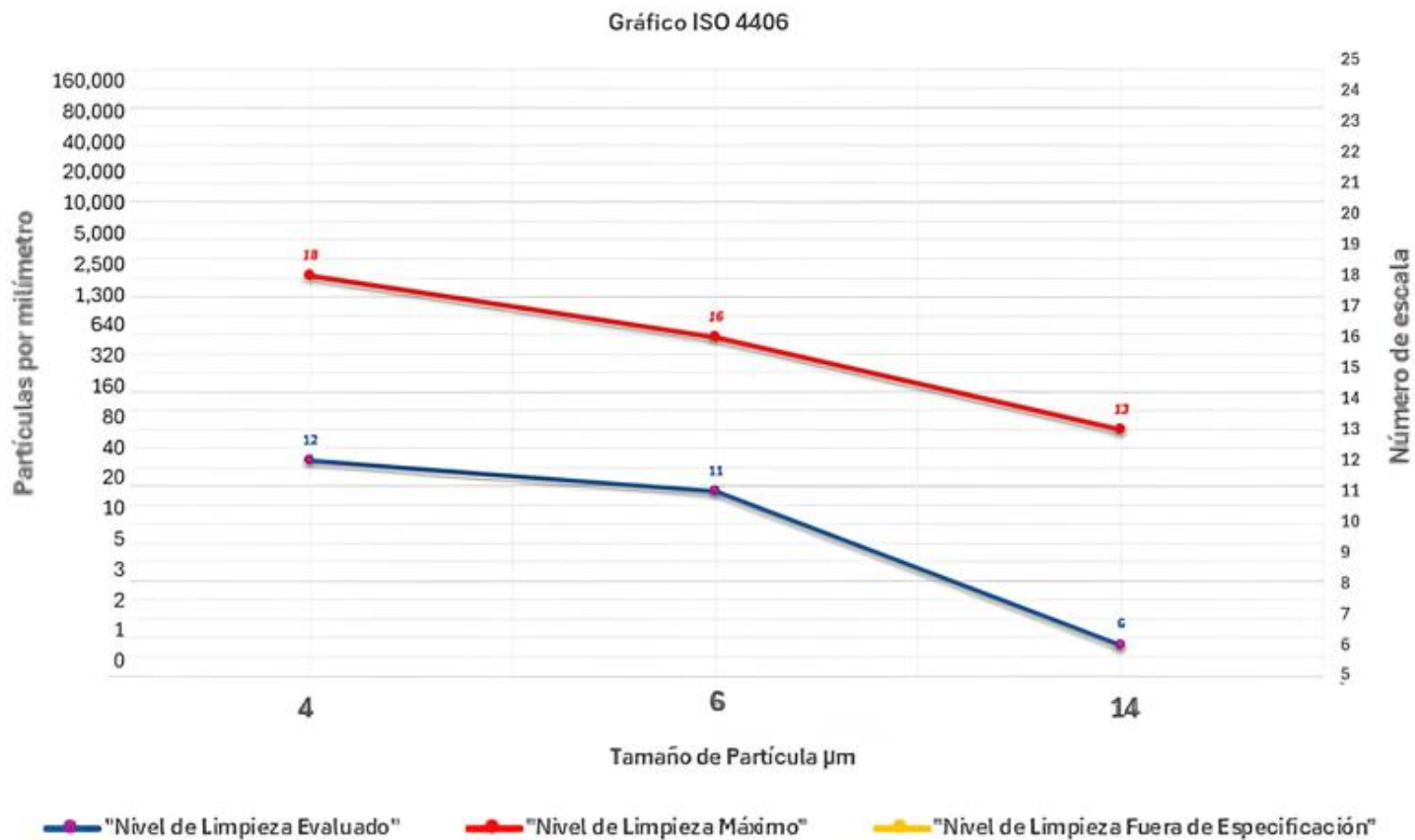
Resultado: 14/12/08

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 61

Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 11098



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D6G-806

Placa de cisterna: B8K-998

Precinto de muestra: 11098

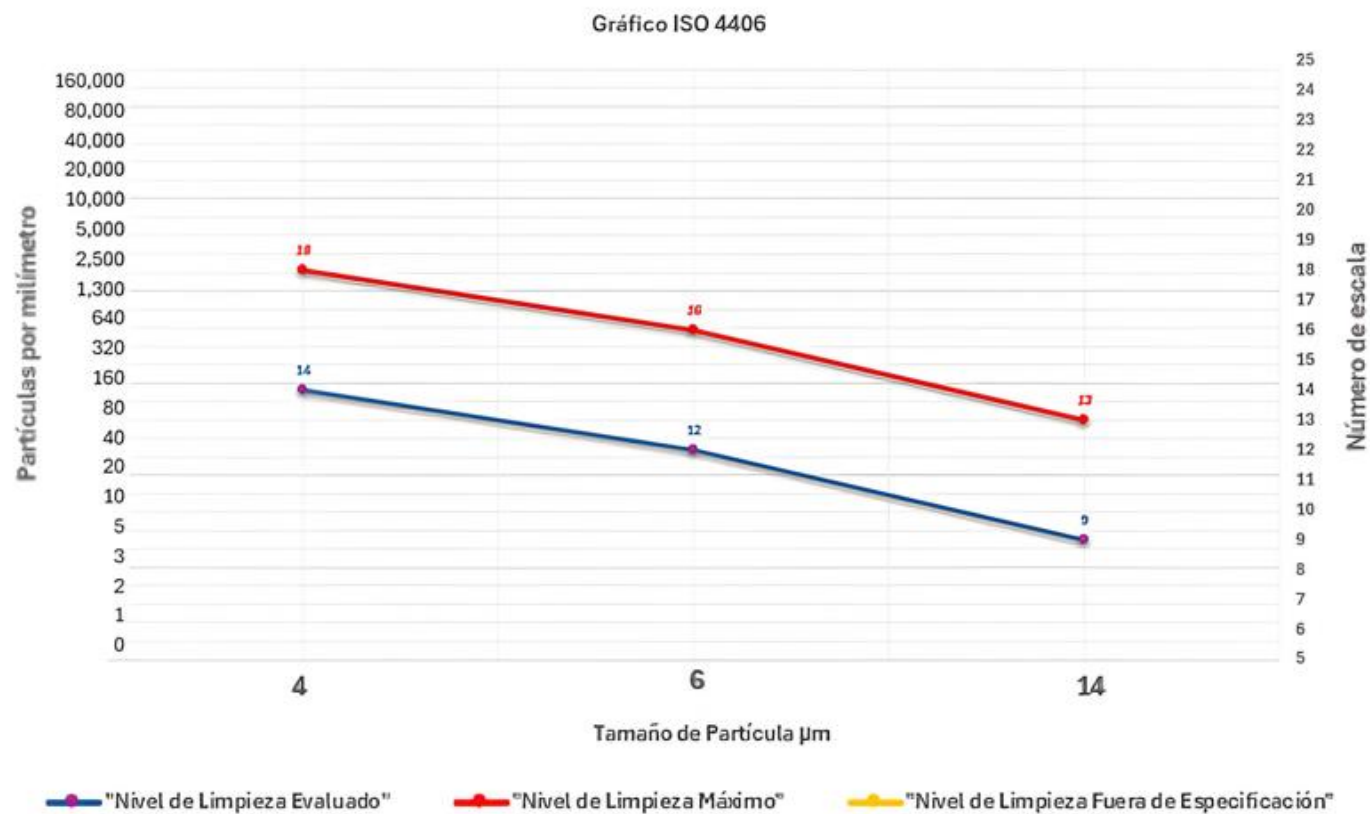
Resultado: 12/11/06

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 62

Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 10579



Empresa: TRANSPORTES PALOMINO ESTRADA E.I.R.L.

Placa de tracto: D5D-922

Placa de cisterna: B7C-976

Precinto de muestra: 10579

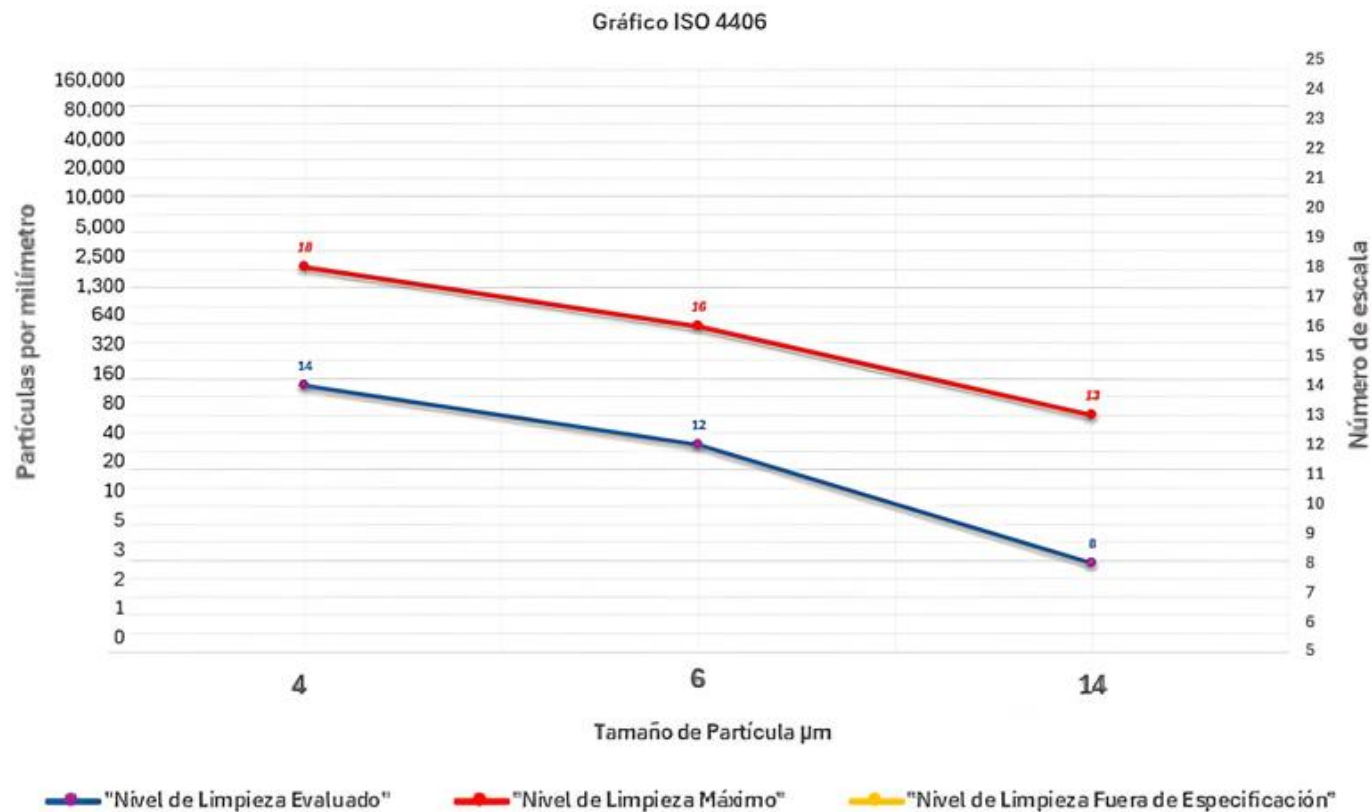
Resultado: 14/12/09

Comentarios: Cumple con ISO 4406

Nota: fuente elaboración propia

Figura 63

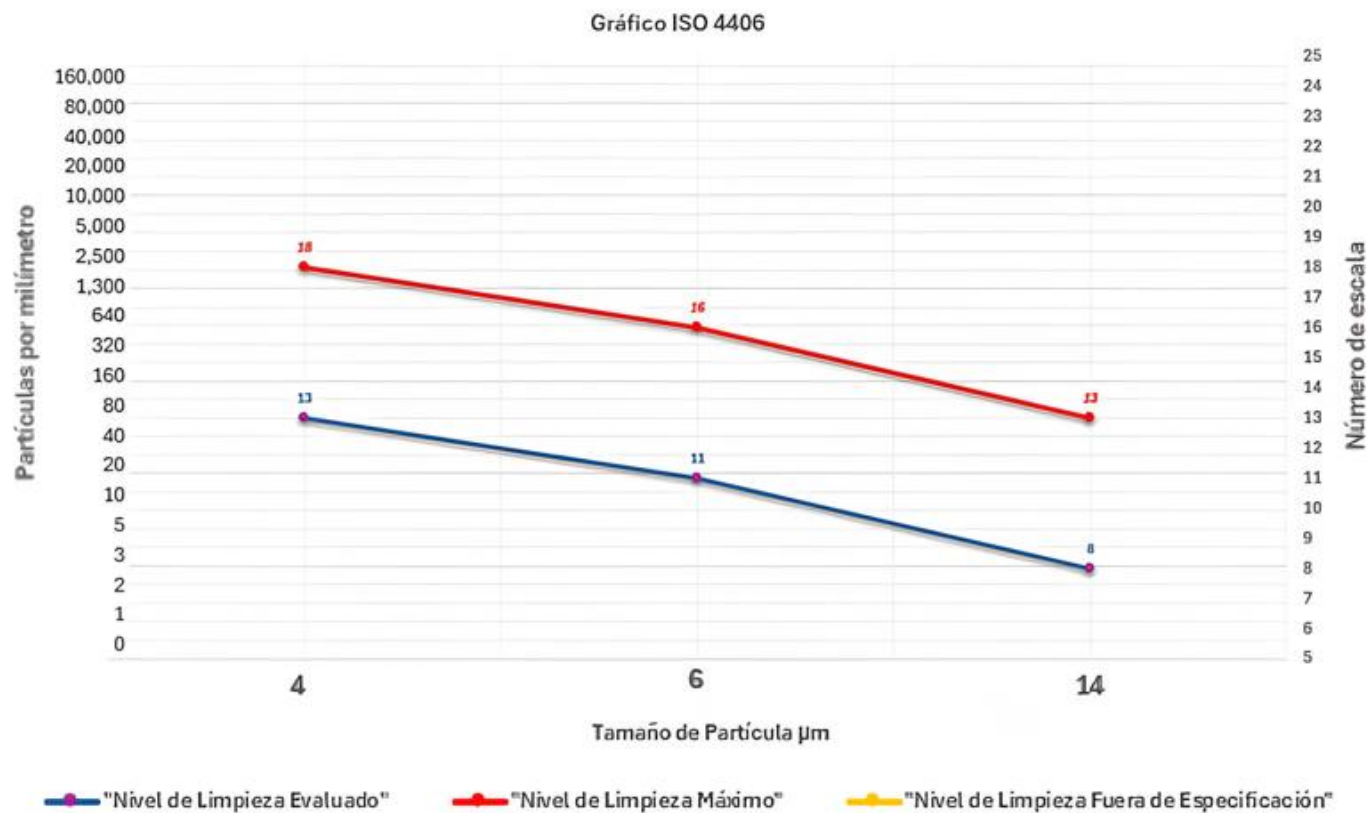
Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 10692



Empresa: SERVOSA
 Placa de tracto: D2V-793
 Placa de cisterna: C2L-998
 Precinto de muestra: 10692
 Resultado: 14/12/08
 Comentarios: Cumple con ISO 4406
 Nota: fuente elaboración propia

Figura 64

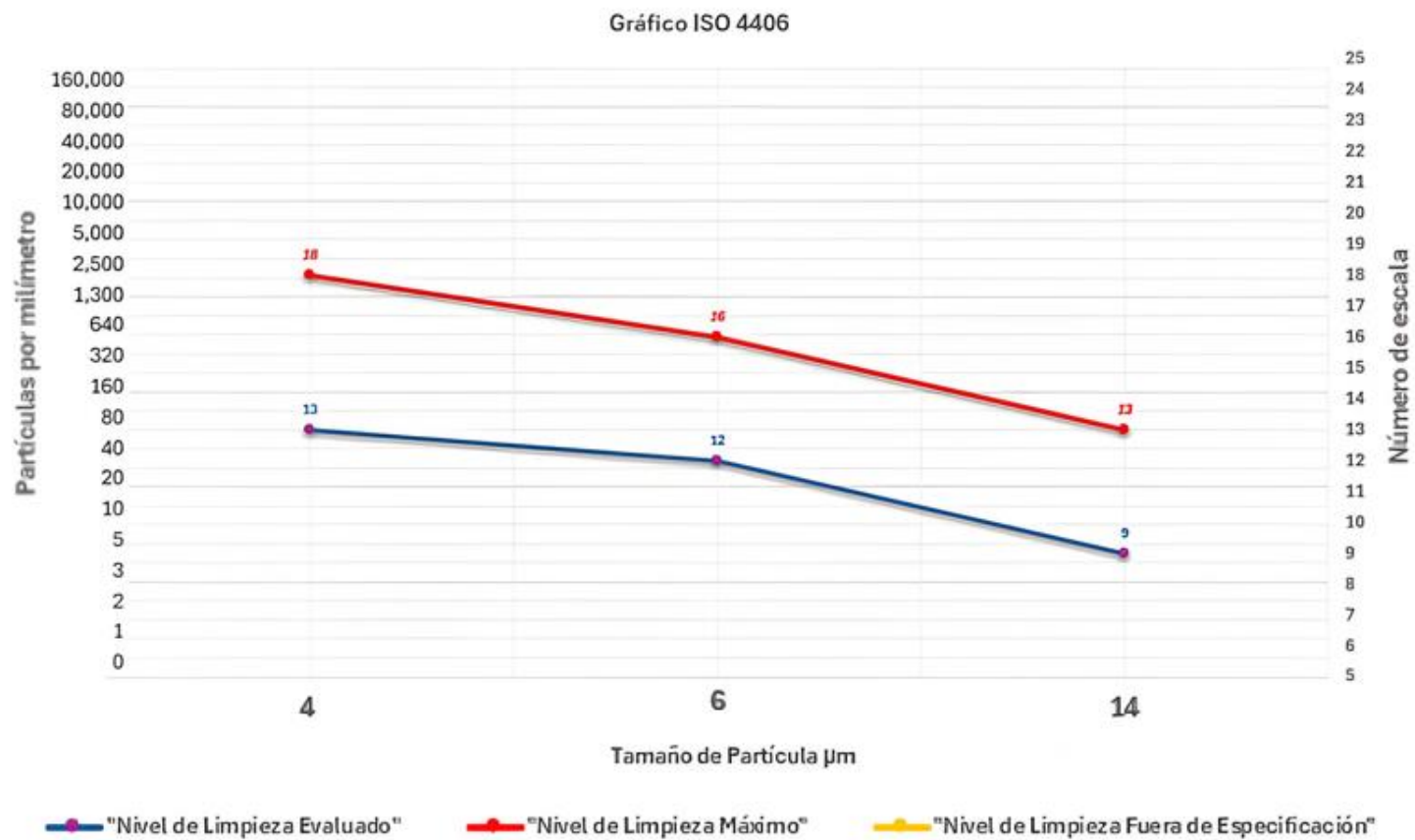
Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 10791



Empresa: SERVOSA
 Placa de tracto: D3O-733
 Placa de cisterna: C5R-972
 Precinto de muestra: 10791
 Resultado: 13/11/08
 Comentarios: Cumple con ISO 4406
 Nota: fuente elaboración propia

Figura 65

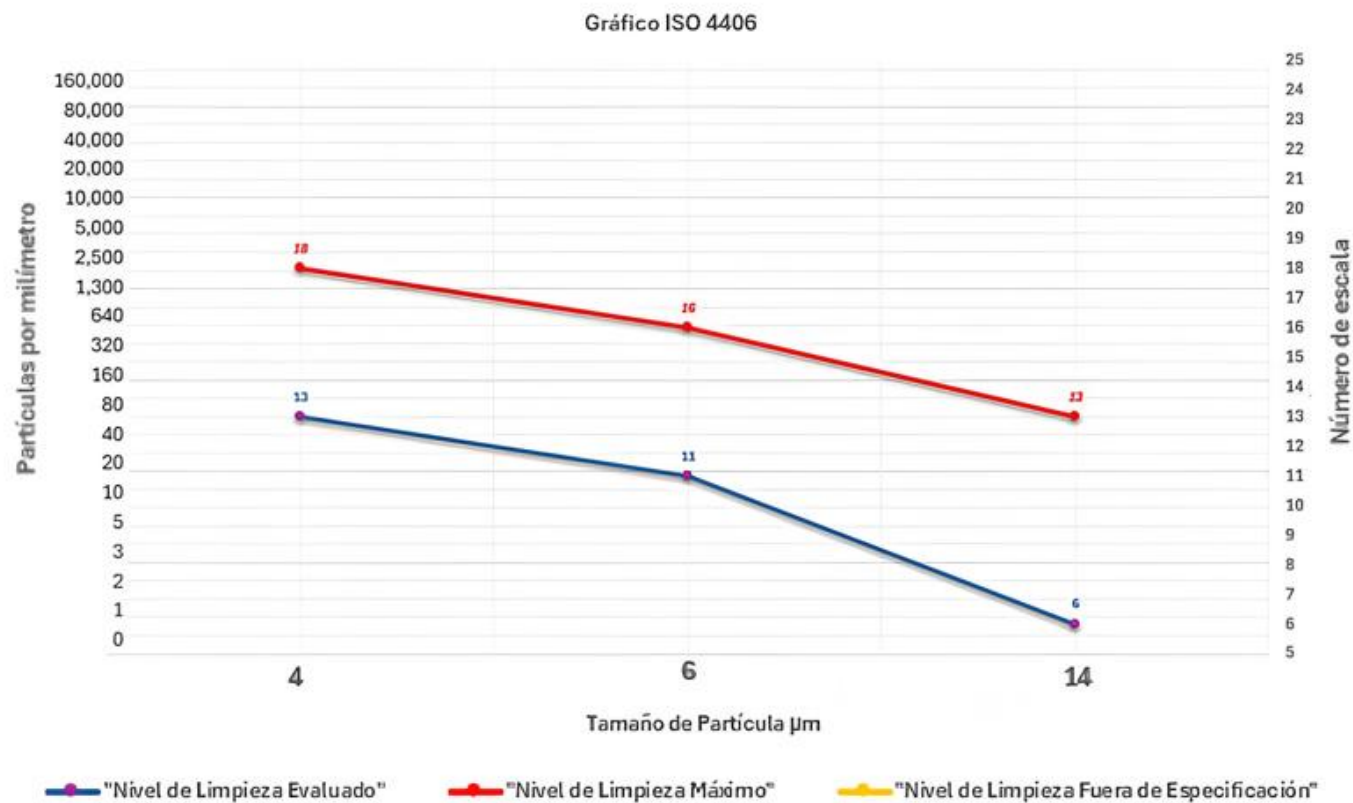
Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 697



Empresa: SERVOSA
 Placa de tracto: D2U-702
 Placa de cisterna: C2L-989
 Precinto de muestra: 697
 Resultado: 13/12/09
 Comentarios: Cumple con ISO 4406
 Fuente: fuente elaboración Propia

Figura 66

Gráfico ASTM D7619-10 para precinto de muestra: 696



Empresa: SERVOSA
 Placa de tracto: ANE-879
 Placa de cisterna: F9T-988
 Precinto de muestra: 696
 Resultado: 13/11/06
 Comentarios: Cumple con ISO 4406
 Nota: fuente elaboración propia

4.4 Cálculo de la eficiencia del equipo móvil de filtración micrónica en la corrida de prueba en Planta Conchán - Lurín

Consideraciones sobre la eficiencia del equipo:

- La eficiencia del equipo móvil de filtración micrónica representa que tan efectivo es el equipo para eliminar partículas de un fluido.
- Para calcular la eficiencia del equipo móvil de filtración micrónica se siguieron los siguientes pasos:

a) Identificación del tamaño de partícula de interés:

Se determinó el tamaño específico de las partículas que se están considerando para la eficiencia basándonos en la ISO 4406, siendo estos: 4 micrones, 6 micrones y 14 micrones.

b) Medición de la concentración de partículas antes de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica (Figura 38)

Esta es la concentración de partículas en el fluido antes de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica.

De la muestra con código CT-DIA1-049-2017

Para 4 micrones: 13255 partículas/mililitro

Para 6 micrones: 1893 partículas/mililitro

Para 14 micrones: 128 partículas/mililitro

c) Medición de la concentración de partículas después de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica (Figura 44)

Esta es la concentración de partículas en el fluido después de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica, después de 15 minutos.

De la muestra con código CT-DIA4-052-2017

Para 4 micrones: 322 partículas/mililitro

Para 6 micrones: 91 partículas/mililitro

Para 14 micrones: 16 partículas/mililitro

La ecuación 4 representa el cálculo de la eficiencia en el proceso de filtración de partículas para el Diésel B5 S-50 al pasar por el equipo móvil de filtración micrónica:

$$Eficiencia(\%) = \frac{(A - B)}{A} * 100 \quad (4)$$

Donde:

- A: Concentración de partículas antes de pasar por equipo móvil de filtración micrónica.
- B: Concentración de partículas después de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica.

Para 4 micrones:

$$Eficiencia(\%) = \frac{(13255 - 322)}{13255} * 100 = 97.57\%$$

Para 6 micrones:

$$Eficiencia(\%) = \frac{(1893 - 91)}{1893} * 100 = 95.19\%$$

Para 14 micrones:

$$Eficiencia(\%) = \frac{(128 - 16)}{128} * 100 = 87.5\%$$

El equipo móvil de filtración micrónica en la corrida de prueba en Planta Conchán - Lurín, el 16 de mayo del 2017 presentó una eficiencia promedio de 93.42%.

4.5 Cálculo de la eficiencia del equipo móvil de filtración micrónica en Arequipa (Base SERVOSA)

Recurriendo nuevamente a la ecuación 4 para el cálculo de la eficiencia:

$$Eficiencia(\%) = \frac{(A - B)}{A} * 100$$

Donde:

- A: Concentración de partículas antes de pasar por equipo móvil de filtración micrónica.
- B: Concentración de partículas después de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica.

Para 4 micrones:

$$Eficiencia(\%) = \frac{(8576 - 617)}{8576} * 100 = 92.80\%$$

Para 6 micrones:

$$Eficiencia(\%) = \frac{(3129 - 91)}{3129} * 100 = 97.09\%$$

Para 14 micrones:

$$Eficiencia(\%) = \frac{(311 - 16)}{311} * 100 = 86.82\%$$

El Equipo Móvil de Filtración Micrónica en Arequipa (Base SERVOSA), el 31 de mayo del 2017 presento una eficiencia promedio de 93.42%.

4.6 Evaluación económica

Evaluación económica para la implementación de un sistema móvil de filtración micrónica para la mejora del Diésel B5 S-50 en operaciones mineras.

4.6.1 Caso de estudio

Retorno de 16 cisternas cargadas con combustible diésel B5 S-50 desde unidad minera las Bambas en Cusco a refinería Conchán en Lima como motivo del no cumplimiento de las condiciones de calidad por presencia de particulado en el combustible con respeto al ISO 4406 para reproceso y posterior envío a la unidad minera.

Surge como solución propuesta el filtrado mediante el uso del Equipo móvil de filtración micrónica para el diésel B5 S-50, desarrollado por el autor del presente trabajo como opción para reducir considerablemente pérdidas económicas para el presente caso y casos futuros.

Se plantea que el uso del Equipo móvil de filtración micrónica produciría una mejora en la calidad del combustible diésel B5 S-50 al filtrar material particulado llevando las concentraciones por debajo de los límites estipulados en el ISO 4406, generando al mismo tiempo un Ahorro el cual puede ser interpretado como ganancia al evitar devolver el combustible a la planta para reproceso.

A continuación, se desarrolla el esquema para la evaluación económica como reflejo de la implementación y uso del Equipo móvil de filtración micrónica.

4.6.2 Esquema para la evaluación económica

"Sistema móvil de filtración micrónica para la mejora de la calidad del diésel B5 S-50 destinado al sector minero"

	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	MONTO	MONEDA
INGRESOS: "Beneficio económico del uso del Equipo móvil de filtración micrónica"					
Reproceso de Diésel B5 S-50 en Refinería Conchan de 16 CT	147400	gal	0.16	23,584.00	USD
Desmovilización de 16 CT de la Mina Las Bambas a Refinería Conchan para reproceso	147400	gal	0.72	106,128.00	USD
Stand by de 16 CT por operación de reproceso (4 días)	16	und.	858.80	13,740.80	USD
Movilización de 16 CT de la Refinería Conchan a La Mina Las Bambas	147400	gal	0.72	106,128.00	USD

Total Ingresos				249,580.80	USD
-----------------------	--	--	--	-------------------	------------

EGRESOS: "Costos fijos & Costos variables"

COSTOS FIJOS					
Contratación de Supervisor	1	GLB.	4000.00	4,000.00	USD
Contratación de Operador	1	GLB.	1500.00	1,500.00	USD
Seguros	1	GLB.	1746.33	1,746.33	USD
Gastos Administrativos (Permisos, autorizaciones, etc. 5% de la inversión)	1	GLB.	873.17	873.17	USD
Contratación de la cama alta	1	GLB.	5000.00	5,000.00	USD
Gastos de mantenimiento (10% de la inversión)	1	GLB.	1746.33	1,746.33	USD

COSTOS VARIABLES					
Costo Operativo (Combustible de Tracto asociado a la cama alta)	430	gal	1.706924316	733.98	USD

Total Egresos				15,599.81	USD
----------------------	--	--	--	------------------	------------

Materiales					
02 Mangueras de 2in, de 2 m de largo, marca Euroflex	4	m	7.62	30.48	USD
01 Mangueras de 2in, de 5m de largo, marca Euroflex	5	m	7.62	38.10	USD
01 Mangueras de 2in, de 12 m de largo, marca Euroflex	12	m	7.62	91.44	USD
Abrazadera industrial "Hunter"W1	8	und.	1.83	14.64	USD
Tapa Manhole con filtro para polvo con acople rápido de 2 in marca Euroflex de aluminio tipo macho.	1	und.	400.00	400.00	USD
Válvulas tipo bola, NPT, Marca Konrad de 2in.	7	und.	11.69	81.83	USD
Filtro Percolador Y, marca Morrinson de 2in.	1	und.	82.00	82.00	USD
Filtro Percolador Y, marca REX de 2in.	1	und.	80.88	80.88	USD
Acoples rápidos machos, NPT, 2in de aluminio. Modelo A	7	und.	6.00	42.00	USD
Accesorios tipo T, NPT, marca Cifunsa de 2 in.	2	und.	1.75	3.50	USD
Acoples rápidos hembra, NPT, 2in de aluminio. Modelo C	8	und.	16.00	128.00	USD
Acople rápido ciego de aluminio. Modelo DC	2	und.	13.00	26.00	USD
Bomba anti explosión de 2 ½ in con motor eléctrico antiexplosión de 1750 rpm, Flameproof marca: Maide. Trifásica.220V	1	und.	3,300.00	3,300.00	USD
Accesorios tipo codo de 90°, NPT, marca Cifunsa de 2 in.	4	und.	6.16	24.62	USD
Accesorios tipo Uniones Universales, NPT, marca Cifunsa de 2 in.	2	und.	15.39	30.78	USD
Niple de acero shedule 40, de 2 ½ in	2	und.	4.92	9.85	USD
Accesorios tipo Reducción, NPT, de 2 ½ in a 2 in	2	und.	7.39	14.77	USD
Accesorio tipo codo de 90°, NPT, de 2 in	1	und.	6.16	6.16	USD
Niple de acero shedule 40, de 9 in de largo, de 2 in	1	und.	4.92	4.92	USD
Botonera de parada de emergencia anti explosión, certificación UL.	1	und.	20.85	20.85	USD
Botonera de encendido y apagado, verde rojo, anti explosión, certificación UL.	1	und.	26.05	26.05	USD
Accesorio T, NPT, de acero de 2in SA5N3354B163N2.	1	und.	8.00	8.00	USD
Bushin, NPT, de acero de 2in a 1in.	1	und.	4.31	4.31	USD
Bushin, NPT, de acero de 1in a 1/2in.	1	und.	2.46	2.46	USD
Válvula NPT, marca CIM, de ½ in.	1	und.	7.69	7.69	USD
Accesorio tipo codo,NPT, de acero, de ½ in.	1	und.	1.85	1.85	USD
Niple de acero shedule 40, de 6in de largo, de 2in.	1	und.	4.31	4.31	USD
Niple de acero shedule 40, de 4in de largo, de 2 in.	1	und.	3.08	3.08	USD
Bridas soldables de fierro fundido de 2 in.	2	und.	5.72	11.44	USD
Empaques espiro metálicos de 2 in.	6	und.	3.88	23.28	USD
Válvula compuerta bridada, marca REX , 150 libras, WCB, de 2 in.	3	und.	138.00	414.00	USD
Filtros verticales, modelo Vikings, de 2in.	2	und.	3,400.00	6,800.00	USD

Elementos de 30 micras para filtro vertical	4	und.	110.00	440.00	USD
Elementos de 05 micras para filtro vertical	4	und.	145.00	580.00	USD
Canastilla para colador de linea de 2", marca Morrison, modelo 285-2606 2S	2	und.	88.00	176.00	USD
Manómetro de presión diferencial marca DPP, con escala en tres colores (verde, amarillo y rojo)	2	und.	220.00	440.00	USD
Carrete para descarga estatica, marca Reelcraft, modelo G3050 N, inc. 15 mts de cable de acero forrado con nylon y pinza tipo cocodrilo de 100 amps.	1	und.	450.00	450.00	USD
Grupo electrogeno de 27 KW Encapsulado por mes	1	und.	700.00	700.00	USD
Plancha LAC 2.0 x 1.2 m x 2.4 m	8	und.	33.92	271.36	USD
Ángulo 1/4 1 in de ala	7	und.	6.70	46.90	USD
Servicio de corte y doblez de 8 Plancha LAC 2.0	1	GLB.	91.00	91.00	USD
Mano de Obra (Pintura de Gabinetes)	1	GLB.	322.06	322.06	USD
Mano de Obra (Montaje de Gabinetes)	1	GLB.	161.03	161.03	USD

Ropa de Trabajo					
Casaca térmica impermeable	1	und.	16.77	16.77	USD
Chompa Jorge Chávez	1	und.	16.77	16.77	USD
Camisa	1	und.	12.20	12.20	USD
Camisaco de trabajo drill	1	und.	54.88	54.88	USD
Pantalón de trabajo drill	1	und.	27.44	27.44	USD
Botines de Seguridad	1	und.	16.77	16.77	USD
Pantalón Térmico	1	und.	13.72	13.72	USD
Pantalón Jean	1	und.	6.10	6.10	USD
Chaleco de Seguridad Naranja	1	und.	32.32	32.32	USD
Chaleco de Seguridad Rojo	1	und.	1.22	1.22	USD
Cubrenuca Antiflama	1	und.	16.77	16.77	USD
Capotin Impermeable	1	und.	16.77	16.77	USD

Elementos de Protección Personal (EPPs)					
Casco Seguridad Polietileno Azul	1	und.	13.18	13.18	USD
Barbiquejo para casco de seguridad	1	und.	0.38	0.38	USD
Lentes de Seguridad Luna Clara	1	und.	10.80	10.80	USD
Lentes de Seguridad Luna Oscura	1	und.	9.56	9.56	USD
Lentes Sobremontura Luna Clara	1	und.	4.28	4.28	USD
Lentes Sobremontura Luna Oscura	1	und.	4.81	4.81	USD
Orejera Acoplable a Casco	1	und.	39.37	39.37	USD
Tapón Auditivo Reutilizable	1	und.	1.76	1.76	USD
Respirador Media Cara	1	und.	34.20	34.20	USD
Respirador Descartable	1	und.	1.52	1.52	USD
Cartucho Cartridge p/ Vap Org y Gases Ac	1	und.	13.16	13.16	USD
Retenedor de cartucho	1	und.	3.20	3.20	USD
Pre Filtro para polvo	1	und.	14.00	14.00	USD
Guantes para Uso General en Áreas Operativas	1	und.	6.04	6.04	USD
Guantes para Exposición a Productos Químicos	1	und.	4.94	4.94	USD
Guante Quirúrgico de Nitrilo	1	und.	16.36	16.36	USD
Botas de Jebe, Pvc o Caucho Nitrilo	1	und.	41.03	41.03	USD
Trajes de Protección Química, tipo 5 y 6	1	und.	4.92	4.92	USD
Bloqueador	1	und.	6.82	6.82	USD
Arnes de Cuerpo Entero	1	und.	216.88	216.88	USD
Línea de Vida con adsorbedor	1	und.	83.28	83.28	USD
Línea de Restricción	1	und.	72.88	72.88	USD
Pinza de Bloqueo Metálico para 2 candados	1	und.	10.37	10.37	USD
Pinza de Bloqueo Dieléctrico para 2 candados	1	und.	8.91	8.91	USD
Candado de Bloqueo Dieléctrico (Arco Alto)	1	und.	19.88	19.88	USD
Tafílete para Casco de Seguridad	1	und.	9.75	9.75	USD

Kit para Control de Derrames (1 Kit por Estación de Combustible)					
Paños Absorbentes para Hidrocarburos (Bolsa x 100)	30	und.	1.00	30.00	USD
Salchicha Absorbente de Hidrocarburos Grande (Bolsas x 4)3mx6in	2	und.	152.43	304.86	USD
Salchicha Absorbente de Hidrocarburos Pequeña	1	und.	24.39	24.39	USD
Pala Antichispa de Punta Cuadrada	1	und.	60.00	60.00	USD
pico Antichispa	1	und.	60.00	60.00	USD
Bolsas para Residuos	1	und.	5.00	5.00	USD
Bandeja Antiderrame Geomembrana	1	und.	121.95	121.95	USD
Conos	4	und.	14.00	56.00	USD
Llave mixta en in. (3/8 - 1 1/4).	1	und.	182.93	182.93	USD
Dados hexagonales en in. (3/8 - 1 1/4).	1	und.	182.93	182.93	USD
Alicate de seguro.	1	und.	7.62	7.62	USD
Llaves hexagonales.	1	und.	9.15	9.15	USD
Llave francesa nro. 12 in.	1	und.	6.10	6.10	USD
Destornillador plano.	1	und.	6.10	6.10	USD
Destornillador estrella.	1	und.	6.10	6.10	USD
Alicate universal.	1	und.	15.24	15.24	USD
Alicate de presión.	1	und.	9.15	9.15	USD
Caja porta herramientas.	1	und.	76.22	76.22	USD

Total Inversión	17,463.35	USD
------------------------	------------------	------------

RESUMEN

TOTAL INGRESOS: "Beneficio económico del uso del Equipo móvil de filtración micrónica"	249,580.80
TOTAL EGRESOS:(COSTOS FIJOS+COSTOS VARIABLES)	15,599.81
TOTAL INVERSIÓN:	17,463.35
TOTAL (INGRESOS -EGRESOS - INVERSIÓN)	216,517.64

USD

4.7 Relevancia del equipo móvil de filtración micrónica como solución a la mejora de la calidad

Equipo móvil de filtración micrónica han demostrado su eficiencia en la mejora de la calidad del Diésel B5 S-50 posicionándolo dentro de los estándares internacionales de calidad ISO 4406. Dentro del rubro de la industria minera el continuo abastecimiento de combustible Diésel B5 S-50 tiene un papel de vital importancia para mantener las operaciones de manera continua, por lo que el proveedor de combustible deberá asegurar siempre el poder proveer de combustible con la calidad requerida para los equipos de alto desempeño como los que se hayan en la industria minera, principalmente en las operaciones de transporte de mineral.

Considerando también que Perú se ubica entre los principales productores de Cobre del mundo, la explotación de este metal está bajo regulaciones internacionales estrictas tanto para casos de consumo como de subproductos como los gases contaminantes luego de la combustión por lo que la calidad del combustible está siempre sujeta a controles previos al ingreso de la unidad minera de operación, donde el Equipo de filtración micrónica mostró su efectividad en la mejora de la calidad.

4.8 Competitividad del equipo móvil de filtración micrónica

- El Equipo Móvil de filtración micrónica ha trabajado de acuerdo con lo esperado ya que mostró un régimen de filtración de hasta 7 cisternas de combustible por día, por ejemplo, una Cisterna de 10000 galones los llevó a procesar en 45 minutos alcanzando niveles dentro de lo globalizado.
- La eficiencia obtenida de 93.42% para la filtración micrónica con el equipo ha demostrado la viabilidad en su uso correcto funcionamiento.
- El hecho de que el equipo sea móvil, para lo cual solamente se requiere un equipo tráiler cama alta para ser trasladado facilita su maniobrabilidad y flexibilidad al momento en el cual su servicio sea requerido.

- Los costos demuestran que la inversión para la construcción del equipo sus costos de operación y mantenimiento son cubiertos muy por encima por el ahorro que se genera al evitar devolver el producto a reproceso.

4.9 Impactos en el medio ambiente

- Con la utilización del Equipo móvil de filtración micrónica se asegura la mejor calidad del combustible Diésel B5 S-50 que se provee a la industria minera (en los casos presentados en este Trabajo). Los equipos a los cuales se destina el uso del combustible son en su mayoría los camiones de gran tonelaje (camiones mineros).
- Estos camiones trabajan bajo gran demanda de poder durante el traslado de mineral con lo cual la combustión es exigida al máximo lo que consecuentemente generaría una mayor liberación de gases a la atmósfera, al ser limpiado el combustible luego de pasar por el Equipo móvil de filtración micrónica se reduciría el impacto ambiental. Esto para todos los tipos de transporte que trabajen con Diésel B5 S-50.
- Al evitar el retorno de las cisternas de combustible a las refinerías para el reproceso del combustible detectado bajo estándares y normas internacionales, se reduciría la huella de carbono de la industria.

4.10 Aporte del Trabajo de Suficiencia Profesional: Implementación de un Sistema móvil de filtración micrónica para la mejora del Diésel B5 S-50 en operaciones mineras

- El trabajo es una muestra de Ingeniería aplicada dentro de la industria del Midstream el cual resuelve una problemática recurrente referida a la calidad del combustible Diésel B5 S-50 que se provee a la industria minera en Perú.
- Facilita el circuito evitando el retorno del producto a refinería para reproceso, brindando un producto con calidad internacional y a costos altamente rentables.
- El Equipo móvil aporta versatilidad debido a su sencillo traslado y movilidad en parte debido a su composición de tres módulos desmontables.
- El ahorro económico al implementar este sistema de filtración resulta beneficioso.

Conclusiones

- Considerando el contenido del material particulado como una de las características más importantes que definen la calidad el combustible Diésel B5 S-50. Mediante la instalación de un equipo móvil de filtración micrónica en este caso para la mina Las Bambas al recibir el combustible que llega en cisternas desde el terminal de Mollendo y luego de los análisis realizados al combustible procesado por el equipo móvil de filtración micrónica se concluye que mejora considerablemente la calidad del Diésel B5 S-50, llevando la concentración del material particulado por debajo de los límites máximos permisibles. Estos resultados se respaldan en lo reportado por PETROPERÚ en su Nota Informativa STO-029-2017, en la evaluación de pre-uso (anexo 2).
- Para atender la problemática presentada referida a la concentración de material particulado. Se diseñó e implementó un sistema móvil de filtración micrónica del Diésel B5 S-50 que está constituido por tres módulos o gabinetes; gabinete de manifold de percolación, gabinete de bomba, y gabinete de filtración micrónica donde se encuentran los dos filtros verticales modelo Vikings de 2in. Operando con una fuente eléctrica trifásica 220 V y punto de puesta a tierra, en este caso definido por MMG-Las Bambas
- El Equipo Móvil de Filtración Micrónica del Diesel B5 S-50 funcionó correctamente en el centro Minero las Bambas. Ensayos de muestras del combustible antes y después de pasar por el equipo móvil de filtración micrónica arrojan como resultado una filtración satisfactoria, que muestra una alta eficiencia de filtración micrónica de hasta 93.42%, llevando la concentración del material particulado por debajo de los límites máximos permisibles El equipo también se ha desempeñado bien durante las evaluaciones previas efectuadas en la ciudad de Lima, Arequipa, Cusco y Apurímac.
- El proyecto favoreció la reducción de costos para la empresa proveedora del servicio de transporte de combustible hacia el centro minero Las Bambas. De la evaluación

económica en el Capítulo IV se observa que la implementación del Equipo Móvil de Filtración Micrónica arroja una ratio de 6.5 de ganancia/inversión. Solucionando los problemas de retorno del lote de cisternas observadas por calidad a la Refinería Conchan para reproceso, evitando de esta manera pérdidas económicas. El Beneficio económico US\$ 216 517.64 con respecto al costo de implementación US\$ 17 463.35, operación y mantenimiento US\$ 15 599.81 del Equipo Móvil de Filtración Micrónica justifica su existencia.

Recomendaciones

- Se recomendaría realizar estudios para poder identificar casos similares donde se vea comprometida la calidad del combustible Diesel B5 S-50 y se pudiese aplicar la utilización del Equipo móvil de filtración micrónica.
- Solamente el 15 % de las plantas y terminales del Perú cuentan con sistema de filtración micrónica para despacho, se recomendaría su implementación para el 85% faltante.
- Se recomienda el uso de Equipo móvil de filtración micrónica para evitar abrasión y prolongar la vida útil de los contómetros de recepción, tener en cuenta que el particulado ocasiona descalibraciones en los controladores digitales.
- A futuro se recomienda una automatización del Equipo móvil de filtración micrónica a fin de optimizar su desempeño.

Referencias bibliográficas

- Alava, Jorge., Elizalde, Kevin. (2022). Diseño y simulación de un sistema para filtrado y almacenaje de combustible diésel. [Proyecto integrado, Escuela superior politécnica del litoral]. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.
- Ambler. (1961). *The fundamentals of separation*.
- American Society for Testing and Materials. (2021). *Standard test method for particulate contamination of biodiesel B100 blend stock biodiesel esters and biodiesel blends by laboratory filtration*. [ASTM D7321]. ASTM Standards.
- American Society for Testing and Materials. (2022). *Standard test method for sizing and counting particles in light and middle distillate fuels by automatic particle counter* [ASTM D7619]. ASTM Standards.
- Arroyo, Carlos., Lage Figueiredoa, Robson., & Margarida da Silva, José. (2023). *Green hydrogen: Decarbonization in mining – Review*. [Elsevier, Federal University of Ouro Preto]. ScienceDirect.
- Bao, Haiming., Knights, Peter., Kizil, Mehmet., & Nehring, Micah. (2023). *Electrification Alternatives for Open Pit Mine Haulage*. [MDPI paper, University of Queensland]. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Congreso de la República. (2016). *Ley de la seguridad y salud en el trabajo*. [Ley 29783]. Normas Legales El Peruano.
- Congreso de la República. (2004). *Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos*. [Ley 28256]. Normas Legales El Peruano.
- Ferreyros (2017). *Análisis de la prueba de eficiencia del equipo móvil de filtración micrónica en Planta de Ventas Conchan-Lurín* [Laboratorio S.O.S. Análisis de Fluidos].
- CONUEE (2024). *Deivados del Petroleo, El Diésel*. [<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241728/DieselFT.pdf>]. Gobierno de México.

- Gutierrez, Edgar. (2013). *Controlling Contamination with Fuel System Filtration A Case Study*. [<https://www.machinerylubrication.com/Read/29355/fuel-system-filtration>]. Noria Corporation.
- Gültekin, Nurullah., & Ciniviz, Murat. (2023). *Examination of the effect of combustion chamber geometry and mixing ratio on engine performance and emissions in a hydrogen-diesel dual-fuel compression-ignition engine*. [Elsevier, Karamanoglu Mehmetbey University]. ScienceDirect.
- International Organization for Standardization. (2021). *Hydraulic fluid power: Fluids - Method for coding the level of contamination by solid particles*. [ISO 4406]. ISO Standards.
- Intertec Group (2024). *Análisis Gas Oil*. [<https://www.intertek-ar.com/petroleo-gas/analisis-gas-oil/>].
- Li, Long., Lin, Wei., & Zhang, Youtong. (2016). *A New Dynamic Injection System of Urea-Water Solution for a Vehicular Select Catalyst Reduction System*. [MDPI paper, Beijing Institute of Technology]. Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Ministerio de Energía y Minas. (2022). *Libro anual de recursos de hidrocarburos*. [Resumen ejecutivo]. Dirección general de hidrocarburos.
- Ministerio de Energía y Minas. (2008). *Aprueban reglamento para la comercialización de biocombustibles*. [D.S. N°021-2007-EM y modificatorias D.S. 064-2008]. Normas Legales El Peruano.
- Ministerio de Energía y Minas. (2005). *Especificaciones diésel B5 S-50*. [NTP 321.003 Petróleo y derivados, INACAL]. Manuales de Petroperú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2003). *Glosario, siglas y abreviaturas del subsector hidrocarburos*. [D.S. N°032-2003-EM]. Normas Legales El Peruano.
- Ministerio de Energía y Minas. (2009). *Modificación del reglamento para comercialización de biocombustibles*. [D.S. N°091-2009-EM]. Normas Legales El Peruano.
- Ministerio de Energía y Minas. (2005). *Modifican diversas normas de los reglamentos de comercialización del subsector hidrocarburos*. [D.S. N°045-2005-EM]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Energía y Minas. (2010). *Modificatoria del artículo 3° del D.S. 045-2009-EM*. [D.S. N°003-2010-EM]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Energía y Minas. (1993). *Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos*. [D.S. N°052-93-EM]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Energía y Minas. (2007). *Reglamento de seguridad para las actividades de hidrocarburos y modifican diversas disposiciones*. [D.S. N°043-2007-EM]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Energía y Minas. (1994). *Reglamento de seguridad para el transporte de hidrocarburos*. [D.S. N°026-94-EM y modificatorias]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Energía y Minas. (2001). *Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos*. [D.S. N°045-2001-EM y modificatorias]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Energía y Minas. (1994). *Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos*. [D.S. N°030-98-EM]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Energía y Minas. (2014). *Reglamento para la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos y sus modificatorias*. [D.S. N°039-2014-EM]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Reglamento para la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos*. [D.S. N°015-2006-EM]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de la Producción. (2021). *Norma metrológica peruana*. [NMP 023-2021, INACAL]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2004). *Aprueban reglamento nacional de administración de transportes*. [D.S. N°009-2004-MTC y modificatorias]. Normas Legales El Peruano.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Constancia de verificación de pesos y medidas*. [R.D. N°2253-2008-MTC/20]. Normas Legales El Peruano.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Reglamento nacional de licencias de conducir, vehículos automotores y no motorizados de transporte terrestre*. [D.S. N°040-2008-MTC]. Normas Legales El Peruano.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Reglamento nacional de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos*. [D.S. N°021-2008-MTC]. Normas Legales El Peruano.
- OSINERGMIN. (2011). *Procedimiento de supervisión de cumplimiento de la existencia media mensual mínima y de la existencia mínima de combustibles líquidos*. [RCD 204-2011-OS/CD]. Compendio Normativa de Osinergmin.
- Tyler, J C et al., (1983). *Effects of micronic filtration on turbine engine lubricant deposition*. [Final report, Southwest research Institute of Texas]. Aero propulsion laboratory.
- Viale, Claudia. (2024). *Petróleo en la Amazonía peruana: Análisis económico del futuro de los hidrocarburos en un contexto de transición energética global*. [Publicación del Natural Resource Governance Institute.NRGI].
- Von Loesecke, D et al., (2008). *Machinery and processing: An overview of engine filtration*. [Elsevier, Filtration + Separation Journal, Volume 45, Issue 7]. ScienceDirect.
- Worldwide Fuel Charter Committee. (2019). *Worldwide fuel charter*. [Gasoline and diesel fuel 6.^a ed.]. Europe.

Anexos

Anexo 1: Propuesta del Plan de Aseguramiento de la Calidad del Diésel B5 S-50	1
Anexo 2: Nota Informativa STO-029-2017-PETROPERÚ	6
Anexo 3: Descripción metodológica para ensayos del Diésel B5 S-50	8
Anexo 4: Ficha de Seguridad MSDS del Diésel B5 S-50.....	24
Anexo 5: Capacitación Calidad del Diesel B5 S-50 operación Antapacay	32
Anexo 6: Ficha de datos del filtro VIKING 2F Housing	37

ANEXO 1



PROPUESTA DE PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL DIESEL B5 S-50

Referencia: Licitación N° WS 880024514

Modalidad de Suministro:

Suministro y transporte de combustible puesto en los tanques de almacenamiento ubicados en la mina

1. ALCANCE

El alcance del Plan de Aseguramiento de la Calidad comprende el Suministro de Combustibles a LAS BAMBAS, considerando las siguientes etapas: Almacenamiento y Despacho del producto en el Terminal o Planta de Abastecimiento, Transporte y entrega del producto en mina para su almacenamiento en los tanques de los Grifos 1.4 MM y Pionero, conforme a las bases de la Licitación N° WS 880024514.

2. OBJETIVOS

- 2.1. Cumplir los requisitos de calidad de LAS BAMBAS para el producto Diesel B5 S-50 en el lugar de entrega del producto.
- 2.2. Reportar a LAS BAMBAS resultados confiables del control de calidad del Diesel B5 S-50 en el lugar de entrega del producto.

3. ORGANIZACIÓN

PETROPERU S.A. cuenta en su organización con un Comité Central de Calidad, el cual es un organismo permanente, encargado principalmente de aprobar las Hojas de Especificaciones de los productos, los cuales guardan concordancia con la normatividad vigente aplicable.

En la atención a LAS BAMBAS, el Supervisor de Operaciones designado por PETROPERU, realizará las coordinaciones en mina para todo lo concerniente a la calidad del producto.

Asimismo, PETROPERU brinda la atención a sus Clientes mediante áreas de soporte a la Gestión Comercial tales como:

- Unidad Servicios Técnicos y Operaciones Industriales
- Laboratorios de las Refinerías Conchán y Talara
- Unidad Transporte Terrestre

4. CALIDAD DEL PRODUCTO

La calidad del combustible a suministrar a LAS BAMBAS cumplirá las Especificaciones Técnicas del producto Diesel B5 S-50 considerado en la propuesta de PETROPERU para la licitación N° WS 880024514.

5. ACTIVIDADES EN LAS ETAPAS DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Para cumplir los objetivos del Plan de Aseguramiento de la calidad, se realizarán actividades operativas en las siguientes etapas de la cadena de abastecimiento.



Dichas actividades se describen en la Tabla N°1

Tabla 1
Descripción de actividades

N°	Etapas	Locación	Actividad operativa
1	Recepción, Almacenamiento y Despacho en Planta de Abastecimiento	Terminal Mollendo	- Filtración de alta eficiencia de Diesel B5 S-50 en islas de despacho - Reemplazo de elementos filtrantes de los sistemas de filtración conforme a parámetros especificados - Purga de tanques de almacenamiento - Despacho de producto por toma alta del tanque. - Evaluación de la calidad del producto en tanque de despacho - Evaluación de la calidad del producto en los sistemas de filtración.
2	Carguío de cisternas	Terminal Mollendo	- Prueba de corte de agua al producto antes de precintado de los compartimientos de las cisternas.
3	Transporte	Conforme a actividad	- Limpieza/Lavado interior y exterior de compartimientos de cisternas conforme a programación. - Inspección de hermeticidad de compartimientos. - Epoxicado de compartimiento de camiones cisternas. - Capacitación periódica a personal del transportista.
4	Fiscalización	Las Bambas	- Toma de muestras del producto en camiones cisterna durante la fiscalización - Análisis de muestras de Diesel B5 S-50 en mina para la evaluación de parámetros críticos (Nivel de limpieza y agua) - Gestión de análisis de muestras en laboratorios de Lima de muestras tomadas en mina.

6. GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE FILTRACIÓN

Para cumplir el requisito de LAS BAMBAS del parámetro crítico: Nivel de limpieza (máx. 18/16/13) en el lugar de entrega del Diesel B5 S-50 en mina, en el Terminal Mollendo, PETROPERU cuenta con 03 sistemas de Filtración de alta eficiencia de marca PALL instalados en las islas N°2, N°3 y N°7, los cuales se desempeñan satisfactoriamente desde el año 2012 en el cual fueron instalados.

Actualmente se realiza un monitoreo constante de las variables operativas de dichos sistemas, los cuales permiten obtener un combustible con el nivel de particulado requerido por los Clientes mineros (máx. 18/16/13).

El cambio de los elementos filtrantes se realiza considerando parámetros de control tales como: Volumen acumulado filtrado, caída de presión en la línea, disminución del flujo y cumplimiento del requisito máx. 18/16/13 para el contenido de partículas.

7. GESTION DE TOMA Y ANALISIS DE MUESTRAS

En el control de la calidad de los combustibles suministrados a LAS BAMBAS, se realizarán las siguientes actividades:

7.1 Toma de muestras representativas y análisis de laboratorio

En la tabla N°2 se indica el detalle de la propuesta de puntos de muestreo y la frecuencia de toma de muestras.

Asimismo, se señalan los ensayos a ser considerados para cada punto de muestreo.

Tabla N°2
Propuesta de puntos de muestreo y frecuencias de toma de muestras



ENSAYOS (a)	PUNTOS DE MUESTREO		
	Terminal Mollendo	Las Bambas	
	Tanque	Sistema de Filtración (b)	Camión cisterna antes de descarga
Contenido de cenizas	Mensual	-	5 veces al año
Color	Mensual	-	5 veces al año
Índice de Cetano	Mensual	-	5 veces al año
Densidad a 15°C	Mensual	-	5 veces al año
Contenido de azufre	Mensual	-	5 veces al año
Viscosidad cinemática	Mensual	-	5 veces al año
Agua y sedimentos	Mensual	-	5 veces al año
CFPP	Mensual	-	5 veces al año
Punto de inflamación	Mensual	-	5 veces al año
Lubricidad	Mensual	-	5 veces al año
Corrosión lámina de cobre	Mensual	-	5 veces al año
Destilación	Mensual	-	5 veces al año
Residuo Carbón Ramsbottom	Mensual	-	5 veces al año
Nivel de limpieza (ISO 4406)	-	Semanal	Diario

(a) Los ensayos son los indicados en la propuesta de Especificaciones Técnicas para el Diesel B5 S-50.

(b) A la salida del sistema de filtración (combustible filtrado).

7.2 Método de muestreo y tipos de muestra

La toma de muestras del combustible Diesel B5 S-50 en los puntos de muestreo de la Tabla N°2, será realizada tomando como referencia los siguientes documentos:

- Estándar ASTM D 4057: *Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products*
- PETS: Toma de muestras de Diesel B5 S-50 en tanque, sistema de filtración y camión cisterna en Terminal Mollendo (Documento propuesto, el cual será revisado y aprobado).



- PETS: toma de muestras de Diesel B5 S-50 durante la fiscalización de camiones cisterna (Documento propuesto, el cual será revisado y aprobado).

Para la toma de muestras en la fiscalización de camiones cisterna en LAS BAMBAS, Se propone considerar los siguientes tipos de muestras:

- **Muestra corrida de tanque:** Se considera que esta muestra es representativa del combustible contenido en el compartimiento de la cisterna, el análisis de esta muestra permitirá la evaluación del Nivel de limpieza (ISO 4406) y Contenido de agua.
- **Muestra de Fondo de tanque:** Se propone que los resultados del análisis de Nivel de limpieza (ISO 4406) y Contenido de agua de esta muestra sean considerados referenciales, al no ser un tipo de muestra que representa todo el nivel de combustible contenido en el compartimiento de la cisterna, teniendo en cuenta que esta muestra corresponde a un nivel de aprox. 1-2 cm de la altura del combustible.

7.3 Análisis de muestras y reporte de resultados

7.3.1. En Las Bambas, PETROPERU implementará un laboratorio portátil para asegurar la calidad del combustible exigido por LAS BAMBAS S.A. El laboratorio portátil contará con el o los equipos necesarios para realizar los siguientes ensayos en las muestras de combustibles tomadas en los compartimientos de las cisternas:

- Nivel de limpieza (ISO 4406)
- Contenido de agua

PETROPERU reportará los resultados de estos ensayos de forma diaria a LAS BAMBAS.

7.3.2. Para la realización de los otros ensayos a las muestras de combustibles, considerados en la propuesta de especificaciones técnicas del Diesel B5 S-50 y la frecuencia detallada en la Tabla N°2, PETROPERU cuenta con los siguientes laboratorios, los cuales se encuentran con acreditación conforme a la norma NTP-ISO/IEC 17025:

- Laboratorio de Refinería Conchán
- Laboratorio de Refinería Talara

Estas acreditaciones de la norma ISO 17025 garantizan la confiabilidad de los resultados del control de calidad de los combustibles. Asimismo, en caso de ser necesario, para el análisis de muestras, PETROPERU recurrirá a reconocidos laboratorios terceros acreditados y/o certificados.

PETROPERU reportará los resultados de estos ensayos de forma oportuna a LAS BAMBAS, considerando los tiempos de traslado a Laboratorio (Lima) y ejecución de los análisis.

8. ASISTENCIA TÉCNICA

PETROPERU brindará a LAS BAMBAS, asistencia técnica en forma permanente y cuando sea requerida, así como las sugerencias y recomendaciones que permitan optimizar el uso y rendimiento de los productos suministrados, además de información sobre avances tecnológicos.



Para las actividades que involucren la visita de personal técnico, PETROPERU realizará las coordinaciones respectivas con LAS BAMBAS mediante el Administrador del Contrato.

Para la absolución de consultas técnicas, información sobre la calidad de los combustibles y otros aspectos técnicos, personal de LAS BAMBAS podrá comunicarse directamente con el personal técnico especialista de PETROPERU, vía teléfono o correo electrónico.

Tabla N°3
Propuesta de asistencia técnica

Descripción	Modalidad	Frecuencia/Fecha
Soporte técnico	Correo electrónico, llamadas telefónicas	Continuo
Capacitación, conforme a Propuesta de PETROPERU (Formulario F-04 de las Bases)	Presencial en mina a personal de LAS BAMBAS	05 veces al año
Visitas Técnicas a mina realizadas por personal especialista en Combustibles	Visita técnica y entrega de Informe	05 veces al año

9. DOCUMENTO DE REFERENCIA

- 9.1 Guía de Cumplimiento de Control de Contaminación del Cliente Caterpillar - Abril 2010 (Anexo A1 de las Bases de la licitación W 880024514).

ANEXO 2

NOTA INFORMATIVA

STO- 029 -2017

San Isidro, 17 de mayo de 2017

A : Jefe Unidad Servicios Técnicos y Operaciones Industriales
De : Wilfredo Escobar Zapata
Asunto : Prueba de Eficiencia de dializador de Diesel B5 S-50 en Planta Conchan

OBJETIVO

Toma de muestras para medir eficiencia del sistema de diálisis para Diesel B5 S-50 fabricado y propuesto por transportes Palomino para cliente Las Bambas, a solicitud de Unidad Transportes.

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

El equipo solicitado por Unidad Transportes a Transportes Palomino consta básicamente de tres gabinetes:

- Filtros tipo "Y" en paralelo de malla 800 para protección de la bomba
- Electrobomba de desplazamiento positivo de 130 GPM, 220 V y 7.5 HP y arrancador
- 02 filtros marca Viking 2F de 30 y 5 micras con punto de muestreo a la salida.
- Mangas de 2" dia. x 3m de longitud entre gabinetes.
- 02 Mangas de succión y descarga de 2 "dia x 5 y 2" dia x 12 mt de longitud.
- Long. Estimada del equipo dializador: 13 mt.

ACCIONES REALIZADAS

DIA MARTES 16 DE MAYO 2017

- ✓ Se coordinó para disponer de la cisterna HD-2188 en uno de sus compartimentos cargó 500 galones de Diesel B5 S-50 para realizar la prueba. La cisterna estuvo cargada desde las 10:00 hrs.
- ✓ El vehículo con el equipo dializador ingresó y se posicionó en el lugar asignado a las 09.45 hrs.
- ✓ Se gestionó todos los permisos para realizar la prueba: Ingreso de contratistas para personal de Transportes Palomino, permisos de trabajo y arnés de seguridad para transportista. Asimismo, se nos proporcionó apoyo con personal electricista.
- ✓ La prueba se inició a las 10:55 pero se suspendió por una pequeña fuga en la brida del vástago de la válvula que se reparó. Previamente se tomó muestra sin dializar de la cisterna.
- ✓ La prueba se reinició a las 11:03 y de acuerdo al rate de bombeo y volumen del compartimento se determinó tomar muestras cada 5 minutos (01 vuelta).
- ✓ Se drenó el punto de muestreo tres veces antes de tomar cada muestra dializada
- ✓ Las muestras se tomaron por la toma habilitada a la salida del filtro de 5 micras, a las 11:08 am, 11:13 am y 11:18 am., hora en que se dejó de recircular producto.
- ✓ Todo el producto se drenó, se devolvió a la cisterna y no hubo faltante.
- ✓ Las 04 muestras se dejaron a las 13:00 hrs en laboratorio de Ferreyros.

RESULTADOS

- ✓ Los resultados de las muestras de Diesel B5 S-50 filtrado con el dializador, tuvieron los siguientes resultados:

CODIGO	PROCEDENCIA	RESULTADO	COMENTARIOS
CT-DIA1-049-2017	Cisterna antes de diálisis	21/18/14	No cumple
CT-DIA2-050-2017	Salida de filtro de 5 u-5min.(Primer ciclo de diálisis)	17/15/13	Cumple
CT-DIA3-051-2017	Salida de filtro de 5 u-10min.(segundo Ciclo de diálisis)	17/15/13	Cumple
CT-DIA4-052-2017	Salida de filtro de 5 u-15min.(Tercer ciclo de diálisis)	16/14/11	Cumple





FOTO N° 1
Dializador



FOTO N° 2
Filtros de 30
y 5 micras

CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó la prueba final de eficiencia del dializador, preparado por Transportes Palomino, ayer martes 16 de mayo y los resultados de las muestras dializadas indican que el equipo cumple con efectuar una limpieza adecuada, alcanzándose el nivel de limpieza de 16/14/11 luego de la tercera diálisis un nivel de limpieza de 16/14/11. Al final de la primera diálisis se había obtenido 17/15/13. Los filtros Viking 2 de 30 micras y 5 micras permiten efectuar la limpieza del Diesel B5 S-50 a nivel de 18/16/13.
- ✓ El caudal de 130 GPM es bajo, considerando que las cisternas que se reciben en mina es de 9000-9500 galones. Con estas características de la bomba y considerando que el caudal puede descender a 100GPM por los filtros, una diálisis de 9000 galones se realizaría en 1.5 hrs (90 minutos).
- ✓ No fue posible medir el volumen de filtración máximo del equipo de diálisis por falta de tiempo y facilidades, pero dispone de un indicador de colores para saber cuándo debe cambiarse el elemento filtrante. Se recomienda hacerlo cuando pase al color amarillo por precaución.
- ✓ La disposición de los tres gabinetes en forma horizontal-longitudinal hace una longitud aproximada de 13 mt. del equipo, lo cual lo haría poco práctico para el transporte y posterior uso por el espacio que ocuparía.

RECOMENDACIONES

Con la finalidad de que el equipo opere adecuadamente, se sugiere:

- ✓ Enviar el equipo con elementos filtrantes de repuesto.
- ✓ En campo se evaluará el volumen total de filtrado que podría efectuarse con cada kit.
- ✓ El transportista deberá tener el IPER, procedimiento de operación, etc, que se exigen para operar en Las Bambas.


Wilfredo Escobar Zapata
Supervisor Servicios Técnicos y Operaciones Industriales

Cc: Sub Gerencia Ventas
Jefatura Ventas Nacionales
Unidad Transporte Terrestre
Unidad Industria y Consumo



ANEXO 3

Método de Ensayo ASTM D445 para la Viscosidad Cinemática

Objetivo:

Determinar la viscosidad cinemática de líquidos mediante la medición del tiempo necesario para que un volumen específico de líquido fluya a través de un capilar calibrado bajo la influencia de la gravedad.

Equipos y Materiales:

Viscosímetro Capilar de Vidrio: Un tubo capilar calibrado utilizado para medir la viscosidad cinemática.

Baño Termostático: Un baño con control de temperatura preciso para mantener la muestra de líquido a una temperatura constante durante el ensayo.

Cronómetro: Para medir el tiempo de flujo con precisión.

Muestra de Líquido: El líquido cuya viscosidad cinemática se va a medir.

Procedimiento:

Preparación del Equipamiento:

Limpie y seque el viscosímetro capilar de vidrio.

Calibre el viscosímetro utilizando líquidos de referencia con viscosidades conocidas.

Ajuste el baño termostático a la temperatura especificada para el ensayo (generalmente 40 °C o 100 °C).

Preparación de la Muestra:

Introduzca la muestra de líquido en el viscosímetro capilar asegurándose de que no haya burbujas de aire.

Coloque el viscosímetro con la muestra en el baño termostático y deje que la muestra alcance la temperatura del baño.

Medición del Tiempo de Flujo:

Inicie el cronómetro cuando el líquido comience a fluir a través del capilar.

Registre el tiempo que tarda en fluir desde una marca predefinida hasta otra marca en el viscosímetro.

Cálculo de la Viscosidad Cinemática:

Utilice la siguiente fórmula para calcular la viscosidad cinemática (ν):

$$\nu = C \cdot t$$

Donde

C es la constante del viscosímetro (determinada durante la calibración) y

t es el tiempo de flujo registrado.

Reporte de Resultados:

Expresar la viscosidad cinemática en centistokes (cSt) o milímetros cuadrados por segundo (mm²/s).

Documentar los resultados, incluyendo la temperatura de ensayo y cualquier observación relevante.

Método de Ensayo ASTM D97: Punto de Ecurrimiento

Propósito:

El ensayo ASTM D97 determina el punto de escurrimiento de aceites y grasas. Este punto es la temperatura a la cual un líquido, cuando se enfría bajo condiciones específicas, deja de fluir o se vuelve lo suficientemente espeso como para que su flujo sea significativamente reducido.

Alcance:

Este método es aplicable a aceites y grasas, incluyendo aceites de motores y otros lubricantes que pueden tener una viscosidad alta a bajas temperaturas.

Equipos y Materiales:

Cámara de Enfriamiento: Una cámara refrigerada que puede mantener temperaturas bajas de manera precisa.

Cilindro de Ecurrimiento: Un cilindro de acero inoxidable con un diámetro específico.

Termómetro: Un termómetro calibrado que mide la temperatura con precisión.

Sistema de Agitación: Para mantener la muestra uniforme durante el enfriamiento.

Procedimiento:

Preparación de la Muestra:

La muestra debe ser homogénea y libre de burbujas de aire. Se debe preparar a la temperatura recomendada antes del ensayo.

Llenado del Cilindro:

Llena el cilindro de escurrimiento con la muestra hasta el nivel indicado.

Enfriamiento:

Coloca el cilindro en la cámara de enfriamiento. La cámara debe enfriarse de manera controlada a una tasa específica (por ejemplo, 1°C por minuto) hasta que la muestra comience a solidificarse.

Observación:

Mientras la muestra se enfría, observa el comportamiento del líquido. Se debe determinar la temperatura a la cual la muestra deja de fluir.

Determinación del Punto de Ecurrimiento:

La temperatura en la cual la muestra deja de fluir es registrada como el punto de escurrimiento. Se debe repetir el procedimiento si es necesario para confirmar la consistencia de los resultados.

Informe de Resultados:

El punto de escurrimiento se reporta en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F), dependiendo de la unidad utilizada. Se deben incluir detalles sobre el equipo utilizado, la preparación de la muestra, y cualquier observación relevante durante el ensayo.

Cálculos y Expresión de Resultados:

No se requieren cálculos complejos; el resultado se basa en la observación directa de la muestra en el punto de escurrimiento.

Este método proporciona una forma estándar y reproducible de determinar el comportamiento de fluir de aceites y grasas a bajas temperaturas, lo cual es crucial para aplicaciones en condiciones frías.

Método de Ensayo: Punto de Obstrucción del Filtro, Flujo en Frío (CFPP / POFF)

1. Propósito:

El ensayo CFPP (Cold Filter Plugging Point) o POFF (Punto de Obstrucción del Filtro en Frío) determina la temperatura a la cual un combustible diésel se obstruye al pasar a través de un filtro debido a la formación de cristales de parafina o al aumento de la viscosidad a bajas temperaturas.

2. Alcance:

Este método es aplicable a combustibles diésel y otros combustibles líquidos que pueden experimentar problemas de flujo en condiciones frías.

3. Equipos y Materiales:

Filtro de Obstrucción: Un filtro estándar de acero inoxidable o material adecuado, diseñado para simular las condiciones de obstrucción.

Cámara de Enfriamiento: Una cámara refrigerada capaz de mantener temperaturas precisas y controladas.

Bomba de Succión: Una bomba para forzar el combustible a través del filtro.

Termómetro: Un termómetro calibrado para medir la temperatura de la muestra.

Válvula de Control: Para ajustar el flujo del combustible durante el ensayo.

4. Procedimiento:

Preparación de la Muestra:

La muestra de combustible debe estar homogénea y libre de contaminantes. Calienta a una temperatura adecuada para asegurar que no haya cristales presentes antes de comenzar el ensayo.

Configuración del Equipo:

Coloca el filtro en el equipo de ensayo, asegurándote de que esté limpio y seco.

Conecta la bomba de succión al filtro y ajusta la válvula de control.

Enfriamiento de la Muestra:

Coloca el conjunto del filtro y el sistema de bomba en la cámara de enfriamiento.

Ajusta la temperatura de la cámara para enfriar el combustible de manera controlada.

Medición del Flujo:

Inicia la bomba de succión y comienza a enfriar la muestra. Monitorea el flujo de combustible a través del filtro y observa la temperatura en la cual el flujo se reduce significativamente o se detiene debido a la obstrucción.

Determinación del CFPP:

La temperatura a la cual se observa la obstrucción del filtro se registra como el Punto de Obstrucción del Filtro en Frío (CFPP). Realiza el ensayo en duplicado o triplicado para asegurar la reproducibilidad de los resultados.

5. Informe de Resultados:

El resultado se reporta en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F). Incluye detalles sobre el equipo utilizado, la preparación de la muestra, y las condiciones de ensayo.

7. Cálculos y Expresión de Resultados:

El resultado se basa en la observación directa de la obstrucción del filtro. No se requieren cálculos complejos; simplemente se registra la temperatura a la cual ocurre la obstrucción.

Método de Ensayo ASTM D613 para el Número de Cetano

Objetivo: Determinar el número de cetano de los combustibles diésel midiendo su comportamiento de ignición en un motor de prueba estándar.

Equipos y Materiales:

Motor de Prueba de Cetano: Un motor CFR (Cooperative Fuel Research) específicamente diseñado para medir el número de cetano.

Combustibles de Referencia: Mezclas de referencia con cetanos conocidos, utilizados para calibrar el motor y comparar los resultados.

Sistema de Inyección y Mediciones: Incluye el sistema de inyección de combustible y los dispositivos de medición para capturar el retardo de ignición.

Procedimiento:

Preparación del Motor:

Calibrar el motor CFR utilizando combustibles de referencia con cetanos conocidos.

Asegurarse de que el motor está en condiciones operativas óptimas y ajustar los parámetros de funcionamiento según las especificaciones de la norma ASTM D613.

Preparación de la Muestra:

Tomar una muestra representativa del combustible diésel a ser analizado.

Filtrar la muestra para eliminar cualquier contaminante que pueda afectar la precisión del ensayo.

Realización del Ensayo:

Introducir la muestra de combustible en el sistema de inyección del motor CFR.

Operar el motor bajo condiciones estandarizadas, ajustando la compresión y otros parámetros según sea necesario.

Medir el retardo de encendido, que es el tiempo transcurrido desde la inyección del combustible hasta el inicio de la combustión.

Comparación con Combustibles de Referencia:

Comparar el retardo de ignición de la muestra con los retardos de ignición de los combustibles de referencia.

Determinar el número de cetano de la muestra en función de las comparaciones con los combustibles de referencia.

Cálculo y Reporte:

Calcular el número de cetano de la muestra utilizando las fórmulas y procedimientos descritos en la norma ASTM D613.

Documentar los resultados y preparar un informe detallado que incluya todos los parámetros operativos y las observaciones realizadas durante el ensayo.

Método de Ensayo ASTM D4737 y ASTM D976: Índice de Cetano

Propósito:

El ensayo del Índice de Cetano mide la capacidad de un combustible diésel para autoencenderse en un motor diésel, siendo un indicador importante de la calidad del combustible. Un índice de cetano más alto generalmente significa una mejor combustión y arranque del motor.

Alcance:

Los métodos ASTM D4737 y ASTM D976 son aplicables a combustibles diésel y otros combustibles similares para determinar el índice de cetano.

Equipos y Materiales:

Para ASTM D4737 (Método del Análisis de Datos):

Analizador de Índice de Cetano: Equipo específico para medir el índice de cetano basado en el análisis de datos.

Base de Datos de Referencia: Datos de combustibles de referencia para calibración y comparación.

Computadora con Software de Análisis: Para calcular el índice de cetano a partir de los datos obtenidos.

Para ASTM D976 (Método del Cálculo a partir de las Propiedades Físicas):

Destilador de Punto de Ebullición: Para medir las propiedades físicas del combustible.

Viscosímetro: Para determinar la viscosidad del combustible.

Termómetro y Equipos de Medición de Densidad: Para registrar la temperatura, densidad y otros parámetros físicos relevantes.

Procedimiento:

Para ASTM D4737:

Preparación de la Muestra:

Asegúrate de que la muestra esté bien mezclada y a temperatura ambiente.

Análisis de Datos:

Utiliza el analizador de índice de cetano para medir las propiedades del combustible y comparar con una base de datos de referencia.

Introduce los datos de la muestra en el software de análisis.

Cálculo del Índice de Cetano:

El software calculará el índice de cetano basándose en los datos introducidos y la base de datos de referencia.

Para ASTM D976:

Preparación de la Muestra:

La muestra debe ser homogénea y libre de contaminantes.

Determinación de Propiedades Físicas:

Realiza pruebas de punto de ebullición, viscosidad y densidad utilizando los equipos adecuados.

Cálculo del Índice de Cetano:

Utiliza las propiedades físicas medidas (como el punto de ebullición y la densidad) para calcular el índice de cetano mediante fórmulas específicas proporcionadas por el método ASTM D976.

Informe de Resultados:

Reporta el índice de cetano obtenido en la unidad correspondiente (usualmente un número adimensional). Incluye detalles sobre el equipo utilizado, la preparación de la muestra, y las condiciones del ensayo.

Precauciones:

Asegúrate de calibrar adecuadamente el equipo y seguir las instrucciones del método específico.

Mantén la muestra en condiciones adecuadas y evita la contaminación para obtener resultados precisos.

Cálculos y Expresión de Resultados:

ASTM D4737: El cálculo del índice de cetano se realiza a partir de los datos analíticos y el software especializado.

ASTM D976: El índice de cetano se calcula utilizando fórmulas basadas en propiedades físicas del combustible.

Método de Ensayo ASTM D482: Contenido de Cenizas

Propósito:

El ensayo ASTM D482 determina el contenido de cenizas en combustibles sólidos y líquidos. La cantidad de cenizas en un combustible es un indicador de la cantidad de materiales inorgánicos presentes, como metales y minerales, que no se queman durante el proceso de combustión.

Alcance:

Este método es aplicable a combustibles líquidos como el petróleo y diésel, así como a combustibles sólidos como carbón y coque.

Equipos y Materiales:

Horno de Mufla: Un horno que puede alcanzar temperaturas altas (600°C a 800°C) y mantenerlas de manera constante.

Crisoles: Recipientes de material resistente al calor, generalmente de porcelana o acero inoxidable, para contener la muestra durante la combustión.

Balanza Analítica: Para pesar los crisoles y las cenizas con alta precisión.

Pinzas y Espátulas: Para manipular los crisoles y las muestras.

Materiales de limpieza: Para limpiar los crisoles y evitar contaminaciones cruzadas.

Procedimiento:

Preparación de la Muestra:

La muestra debe ser homogénea y representativa del combustible a analizar. Para combustibles líquidos, puede ser necesario evaporar el líquido para obtener un residuo sólido.

Preparación del Crisol:

Limpia y seca el crisol en un horno a alta temperatura. Enfría el crisol en un deshidratador o estufa deshumidificadora y luego enfríalo en un deshumidificador o en un ambiente seco. Pesa el crisol limpio y seco con la balanza analítica.

Carga de la Muestra:

Coloca una cantidad conocida de muestra en el crisol. Asegúrate de que la muestra esté distribuida uniformemente.

Combustión:

Coloca el crisol con la muestra en el horno de mufla. Calienta el horno a una temperatura de 600°C a 800°C y mantiene esta temperatura durante un período de tiempo específico (generalmente entre 1 a 2 horas) hasta que la muestra se haya convertido completamente en cenizas.

Enfriamiento y Pesado:

Enfría el crisol con las cenizas en un deshidratador o estufa deshumidificadora. Luego, pesa el crisol con las cenizas.

Determinación del Contenido de Cenizas:

Calcula el contenido de cenizas utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de Cenizas (\%)} = \frac{\text{Peso de Cenizas}}{\text{Peso de la Muestra Inicial}} \times 100$$

Informe de Resultados:

Reporta el contenido de cenizas como porcentaje del peso total de la muestra. Incluye detalles sobre el equipo utilizado, el procedimiento seguido, y cualquier observación relevante durante el ensayo.

Precauciones:

Asegúrate de que el horno de mufla esté calibrado y mantenga una temperatura constante.

Maneja los crisoles y muestras con cuidado para evitar la contaminación cruzada y asegurar resultados precisos.

Permite que los crisoles se enfríen completamente antes de pesarlos para evitar errores debido a la pérdida de agua residual.

Cálculos y Expresión de Resultados:

El cálculo se basa en el peso del crisol antes y después de la combustión, así como el peso de la muestra inicial. El resultado se expresa como un porcentaje de cenizas en relación con el peso de la muestra original.

Método de Ensayo ASTM D130: Corrosión en Lámpara de Cobre

Propósito:

El ensayo ASTM D130 determina la corrosión que un combustible puede causar en una lámina de cobre. Este método evalúa la capacidad de un combustible para corromper o dañar componentes metálicos de cobre durante su uso, lo que es crucial para asegurar la durabilidad de los equipos y sistemas que utilizan el combustible.

Alcance:

Este método es aplicable a combustibles líquidos, incluidos el petróleo, diésel, y otros líquidos combustibles, para evaluar su efecto corrosivo en superficies de cobre.

Equipos y Materiales:

Horno de Incubación: Un horno con control preciso de temperatura (aproximadamente 50°C o 100°C).

Láminas de Cobre: Láminas de cobre de tamaño específico (generalmente 1" x 3") y de pureza adecuada.

Recipientes de Vidrio: Recipientes de vidrio con tapas para contener el combustible y las láminas de cobre.

Termómetro: Para medir y mantener la temperatura adecuada en el horno.

Materiales de Limpieza: Solventes o detergentes para limpiar las láminas de cobre antes y después del ensayo.

Procedimiento:

Preparación de las Láminas de Cobre:

Limpia las láminas de cobre con un detergente o solvente adecuado y enjuágalas con agua destilada. Sécalas completamente utilizando aire seco o un secador de aire limpio.

Preparación del Combustible:

Asegúrate de que el combustible esté a temperatura ambiente y libre de contaminantes.

Configuración del Ensayo:

Coloca una o más láminas de cobre en cada recipiente de vidrio. Asegúrate de que las láminas no se toquen entre sí.

Adición del Combustible:

Llena los recipientes con el combustible a ensayar, cubriendo completamente las láminas de cobre.

Incubación:

Coloca los recipientes en el horno de incubación a la temperatura especificada en el método (50°C o 100°C). Incuba durante el tiempo indicado en el método (generalmente 3 a 6 horas).

Evaluación de Corrosión:

Retira las láminas de cobre del combustible y enjuágalas con agua destilada. Seca las láminas completamente.

Examina las láminas de cobre visualmente o bajo una lupa para identificar signos de corrosión, como manchas o decoloración.

Calificación:

Califica el grado de corrosión utilizando la escala de clasificación establecida en el método ASTM D130. La escala puede variar desde "sin corrosión" hasta "corrosión severa".

Informe de Resultados:

Reporta el grado de corrosión observado en las láminas de cobre, utilizando la escala de clasificación de ASTM D130. Incluye detalles sobre el equipo y los materiales utilizados, así como las condiciones del ensayo.

Precauciones:

Maneja las láminas de cobre con cuidado para evitar contaminación o daño.

Asegúrate de que el horno de incubación esté a la temperatura correcta y que se mantenga constante durante el ensayo.

Usa equipos de protección personal adecuados para manejar el combustible y las sustancias químicas.

Cálculos y Expresión de Resultados:

La evaluación se basa en la observación visual de la corrosión en las láminas de cobre. Los resultados se expresan de acuerdo con la escala de corrosión definida en el método ASTM D130.

Método de Ensayo ASTM D5453 y ASTM D2622: Azufre Total

Propósito:

El ensayo de azufre total determina la cantidad de azufre presente en combustibles líquidos y sólidos. El contenido de azufre es crucial para evaluar la calidad del combustible y su impacto ambiental, ya que el azufre en los combustibles puede contribuir a la formación de dióxido de azufre, un contaminante del aire.

Alcance:

Estos métodos son aplicables a una variedad de combustibles, incluyendo gasolina, diésel, petróleo y otros combustibles líquidos y sólidos.

Equipos y Materiales:

Para ASTM D5453 (Método de Fluorescencia de Rayos X de Energía Dispersiva - XRF):

Analizador XRF: Equipado para la medición de azufre en combustibles.

Preparación de Muestra: Puede requerir la preparación de la muestra según las especificaciones del analizador.

Software de Análisis: Para interpretar los resultados obtenidos por el analizador XRF.

Para ASTM D2622 (Método de Fluorescencia de Rayos X):

Analizador de Rayos X: Un equipo específico para medir el contenido de azufre en combustibles.

Preparación de Muestra: Incluye equipos para preparar la muestra según el método.

Procedimiento:

Para ASTM D5453:

Preparación de la Muestra:

Asegúrate de que la muestra esté homogénea y libre de contaminantes. Dependiendo del tipo de muestra, puede ser necesario prepararla o diluirla según las especificaciones del equipo XRF.

Calibración del Equipo:

Calibra el analizador XRF utilizando estándares de calibración que contengan concentraciones conocidas de azufre.

Análisis de la Muestra:

Introduce la muestra en el analizador XRF. El equipo medirá la fluorescencia emitida por los átomos de azufre en la muestra al ser excitados por rayos X.

El software interpretará las lecturas para determinar la concentración de azufre en la muestra.

Registro de Resultados:

Reporta el contenido de azufre en la muestra, expresado como porcentaje en peso o partes por millón (ppm), según los requerimientos.

Para ASTM D2622:

Preparación de la Muestra:

Para combustibles líquidos, asegúrate de que la muestra esté a temperatura ambiente y bien mezclada.

Para combustibles sólidos, prepara la muestra triturándola y mezclándola bien.

Preparación del Equipo:

Calibra el analizador de rayos X según el método ASTM D2622 utilizando estándares de calibración apropiados.

Análisis de la Muestra:

Coloca la muestra en el equipo de rayos X. La muestra será irradiada con rayos X y la fluorescencia resultante será medida.

El equipo calculará la cantidad de azufre en la muestra basada en la intensidad de la fluorescencia medida.

Registro de Resultados:

Reporta el contenido de azufre en la muestra, expresado en porcentaje en peso o partes por millón (ppm).

Informe de Resultados:

Reporta los resultados del contenido de azufre, incluyendo cualquier detalle sobre el equipo utilizado, la preparación de la muestra, y las condiciones del análisis.

Precauciones:

Asegúrate de que el equipo esté correctamente calibrado y funcionando antes de realizar el análisis.

Maneja las muestras con cuidado para evitar contaminación.

Cálculos y Expresión de Resultados:

Los resultados se expresan en porcentaje de azufre en peso o partes por millón (ppm), dependiendo de la especificación del método utilizado.

Método de Ensayo ASTM D2709: Agua y Sedimentos

Propósito:

El ensayo ASTM D2709 determina la cantidad de agua y sedimentos presentes en combustibles líquidos, como gasolina, diésel y otros líquidos similares. Este análisis es crucial para garantizar la calidad del combustible y evitar problemas operativos en motores y equipos.

Alcance:

Este método es aplicable a combustibles líquidos, incluidos los derivados del petróleo y otros líquidos combustibles.

Equipos y Materiales:

Centrífuga de Agua y Sedimentos: Una centrífuga diseñada para separar el agua y los sedimentos del combustible.

Centrífuga de Separación: Capaz de operar a la velocidad y temperatura especificadas por el método ASTM D2709.

Frascos de Medición: Frascos de vidrio o plástico graduados con capacidad para medir el volumen de agua y sedimentos.

Cilindros Medidores: Cilindros específicos para medir el volumen de sedimentos y agua.

Materiales de Limpieza: Para preparar y limpiar frascos y cilindros.

Procedimiento:

Preparación de la Muestra:

Asegúrate de que la muestra de combustible esté homogénea y bien mezclada antes de realizar el análisis.

Centrifugación:

Introduce una cantidad medida de la muestra en un frasco o cilindro de medición específico para el ensayo.

Coloca el frasco en la centrífuga y ajusta la velocidad y la temperatura de acuerdo con las especificaciones del método ASTM D2709.

Centrifuga la muestra durante el tiempo especificado para permitir la separación completa de agua y sedimentos del combustible.

Medición de Agua y Sedimentos:

Una vez completada la centrifugación, retira el frasco de la centrífuga y deja reposar la muestra para permitir la separación completa.

Mide el volumen de agua y sedimentos en el frasco utilizando los cilindros medidores o frascos graduados. Asegúrate de leer el volumen desde la parte inferior del menisco para obtener una medida precisa.

Cálculo de Resultados:

Calcula el contenido total de agua y sedimentos como porcentaje del volumen total de la muestra utilizando la fórmula:

$$\text{Contenido de Agua y Sedimentos (\%)} = \frac{\text{Volumen de Agua y Sedimentos}}{\text{Volumen de la Muestra Inicial}} \times 100$$

Informe de Resultados:

Reporta el contenido de agua y sedimentos en la muestra como un porcentaje del volumen total del combustible. Incluye detalles sobre el equipo utilizado, la preparación de la muestra, y las condiciones del análisis.

Precauciones:

Asegúrate de que la centrífuga esté calibrada correctamente y que funcione a las especificaciones adecuadas.

Maneja las muestras con cuidado para evitar la contaminación o pérdida de material. Limpia y seca adecuadamente los frascos y cilindros después de cada uso para evitar contaminaciones cruzadas.

Cálculos y Expresión de Resultados:

Los resultados se expresan como un porcentaje del volumen de agua y sedimentos en relación con el volumen total de la muestra inicial. Asegúrate de reportar las medidas con precisión para obtener un resultado confiable.

Método de Ensayo ASTM D7619 e ISO 4406: Material Particulado

Propósito:

El ensayo ASTM D7619 y la norma ISO 4406 determinan la cantidad de material particulado en combustibles líquidos. El objetivo es evaluar la presencia de partículas sólidas en el combustible, lo que puede afectar el rendimiento del motor y la eficiencia del sistema.

Alcance:

Este método es aplicable a combustibles líquidos, incluidos diésel, gasolina y otros líquidos combustibles, para medir la cantidad de partículas sólidas presentes en el combustible.

Equipos y Materiales:

Filtros de Membrana: Filtros con una malla de tamaño específico, comúnmente 0.45 µm para capturar las partículas.

Bomba de Vacío: Para forzar el paso del combustible a través del filtro.

Frascos de Muestra: Frascos limpios y secos para contener el combustible.

Balanza Analítica: Para pesar los filtros antes y después del filtrado.

Estufa o Horno de Secado: Para secar los filtros antes del pesaje.

Equipo de Filtración: Conjunto para montar el filtro y realizar la filtración bajo vacío.

Procedimiento:

Preparación del Filtro:

Pesa el filtro seco en una balanza analítica y registra su peso. Asegúrate de que el filtro esté limpio y libre de contaminantes.

Preparación de la Muestra:

La muestra de combustible debe estar bien mezclada y a temperatura ambiente antes de la filtración.

Filtrado:

Coloca el filtro en el equipo de filtración. Usa la bomba de vacío para hacer pasar una cantidad medida de la muestra de combustible a través del filtro. Asegúrate de que el flujo sea constante y que todo el combustible pase a través del filtro.

Secado y Pesaje del Filtro:

Después de completar la filtración, seca el filtro en una estufa o horno a 105°C (o la temperatura especificada en el método) hasta alcanzar un peso constante.

Pesa el filtro seco nuevamente y registra el peso.

Cálculo del Material Particulado:

Calcula el contenido de material particulado en la muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Material Particulado (\%)} = \frac{\text{Peso del Filtro con Partículas} - \text{Peso del Filtro Limpio}}{\text{Volumen de Muestra Filtrada}} \times 100$$

El resultado se expresa como porcentaje de material particulado en relación con el volumen de combustible filtrado.

Informe de Resultados:

Reporta la cantidad de material particulado como porcentaje del volumen del combustible filtrado. Incluye información sobre el equipo utilizado, la preparación de la muestra y las condiciones del análisis.

Precauciones:

Asegúrate de que el equipo y los filtros estén limpios y secos antes del análisis para evitar contaminaciones cruzadas.

Maneja las muestras y los filtros con cuidado para evitar la pérdida de material particulado y asegurar la precisión de los resultados.

Cálculos y Expresión de Resultados:

Los resultados se expresan como porcentaje del peso de material particulado en relación con el volumen de muestra filtrada. Asegúrate de reportar los resultados con precisión para obtener datos confiables.

ANEXO 4



Ficha de Datos de Seguridad

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO E INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

1.1 NOMBRE DEL PRODUCTO	: DIESEL B5 S-50
1.2 SINÓNIMOS	: Combustible Diesel.
1.3 USO RECOMENDADO	: Combustible para motores Diesel y sistemas de generación de energía.
1.4 DATOS DEL PROVEEDOR	
Empresa	: Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.
Dirección	: Av. Enrique Canaval Moreyra 150, Lima 27 - Perú
Teléfonos	: (01)614-5000, (01)630-4000, (01)630-4079 0800 77 155
Portal Empresarial	: http://www.petroperu.com.pe
Correo electrónico	: servcliente@petroperu.com.pe
1.5 TELÉFONO DE EMERGENCIA	: (01) 614-5000, anexo 11444, celular 944-944-667 Horario de atención: 24 horas.

2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

2.1 CLASIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O MEZCLA

2.1.1 Peligros físicos

Líquido inflamable: Categoría 3

2.1.2 Peligros para la salud

Peligro por aspiración: Categoría 1

Corrosión/irritación cutánea: Categoría 2

Toxicidad aguda por inhalación: Categoría 4

Carcinogenicidad: Categoría 2

Toxicidad específica en órganos diana: Categoría 2

2.1.3 Peligros para el ambiente

Peligro para el ambiente acuático: Categoría 2

2.2 ELEMENTOS DE LAS ETIQUETAS

2.2.1 Pictograma



Palabra de advertencia: Peligro

2.2.2 Códigos de indicación de peligros

H226: Líquidos y vapores inflamables.

H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

H315: Provoca irritación cutánea.

Fecha de Revisión: 08.05.2023

Pág. 1 de 8

Ficha de Datos de Seguridad

H332: Nocivo en caso de inhalación.
H351: Se sospecha que provoca cáncer.
H373: Puede provocar daño en los órganos tras explosiones prolongadas o repetidas.
H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

2.2.3 Códigos de consejos de prudencia

Prevención

P210: Mantener alejado del calor, de superficies caliente, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
P261: Evitar respirar polvos/humos/gases/nieblas/vapores/aerosoles.
P280: Usar guantes, ropa de protección, equipos de protección, para los ojos, la cara, los oídos.

Intervención

P301+P310: EN CASO DE INGESTIÓN: llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o un médico.
P331: No provocar el vómito.

Eliminación

P501: Eliminar el contenido/recipiente conforme a la reglamentación local.

2.3 OTROS PELIGROS

No indicados.

3. COMPOSICIÓN

El Diesel B5 S-50 presenta un contenido máximo de 50 mg/Kg (ppm) de azufre y está constituido por una mezcla de:

Componentes	% Vol.
Diesel N°2: Mezcla compleja de hidrocarburos, cuya composición consta de cadenas carbonadas que contienen entre 9 y 30 carbonos (C9-C30) aprox.	95
Biodiesel (B100): Se compone principalmente de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga (FAME: Mín. 96.5% Masa).	5

4. PRIMEROS AUXILIOS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos: Lavar con abundante agua por aprox. 15 minutos.
Contacto con la piel: Lavar el área afectada con agua y jabón. Quitar la ropa contaminada lo antes posible y lavarla antes de un nuevo uso o desechar de ser necesario.
Inhalación: Trasladar inmediatamente a la persona afectada hacia un ambiente con aire fresco. Administrar respiración artificial o resucitación cardiopulmonar de ser necesario.
Ingestión: Actuar con rapidez. No inducir al vómito a fin de evitar que el producto ingrese a los pulmones por aspiración. Mantener en reposo a la persona afectada.

4.2 SÍNTOMAS Y EFECTOS MAS IMPORTANTES

Contacto con los ojos: Irritación, conjuntivitis si la exposición es prolongada.

Ficha de Datos de Seguridad

Contacto con la piel: Causa irritación. Puede causar dermatitis si el contacto es prolongado.

Inhalación: Puede causar náuseas, somnolencia, dolor de cabeza fatiga y mareos.

Ingestión: Irritación de la boca, garganta y estómago. El ingreso a los pulmones puede causar edema pulmonar.

4.3 INDICACIÓN DE LA NECESIDAD DE RECIBIR ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATA

Solicitar atención médica de inmediato.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIO

Ante un incendio o en caso exista tanques/camiones cisterna involucrados evacuar al personal fuera del área de exposición.

5.1 MEDIOS DE EXTINCIÓN APROPIADOS

Polvo químico seco; en caso de incendios de grandes magnitudes utilizar espuma. NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO

5.2 PELIGROS ESPECÍFICOS DEL PRODUCTO

Se puede producir gases tóxicos e irritantes durante el incendio; preferentemente, procurar detener la liberación del producto antes de intentar controlar el fuego. Utilizar los medios de extinción apropiados mencionados para extinguir el fuego y verter agua en forma de rocío para enfriar los recipientes o cilindros que contienen al producto.

5.3 MEDIDAS ESPECIALES A TOMAR

En caso el incendio sea de gran magnitud, la extinción de fuego sólo debe ser realizada por personal especializado, para lo cual debe utilizar equipos de protección personal especiales como:

- Chaqueta y pantalón para combate estructural, casco, y demás indumentaria recomendado para afrontar el incendio.
- Equipo de protección respiratoria autónoma.

En algunas circunstancias se recomienda el uso de Trajes de Material Aluminizado.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

6.1 PRECAUCIONES PERSONALES, EQUIPO PROTECTOR Y PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA

Aislar el área por riesgo de incendio. Eliminar todas las fuentes de ignición. Detener la fuga si no hay riesgo. Ver lo concerniente a equipo protector en el ítem 8 de este documento.

6.2 PRECAUCIONES RELATIVAS AL AMBIENTE

Evitar que el producto entre al desagüe y fuentes de agua, mediante el uso de barreras de contención.

En caso de vertimientos en medios acuáticos, los productos que se requieran usar como dispersantes, absorbentes y/o aglutinantes deberán contar con la autorización vigente de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas.

6.3 MÉTODOS Y MATERIALES PARA LA CONTENCIÓN Y LIMPIEZA DE VERTIDOS

Contener y absorber el líquido con arena, tierra u otro material absorbente y ventilar la zona afectada. Recoger el material usado como absorbente, colocarlo en un depósito

Ficha de Datos de Seguridad

identificado y proceder a la disposición final de acuerdo a un procedimiento implementado.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

7.1 MANIPULACIÓN

Durante la manipulación del producto, se deben tomar precauciones para evitar la concentración y estancamiento de los vapores, es recomendable tener una corriente de aire que facilite la difusión de vapores.

No realizar actividades que estén fuera de la rutina del trabajo (comer, beber, fumar), y eliminar cualquier fuente que pueda propiciar una chispa en el área de trabajo o almacenaje.

Toda manipulación del producto debe realizarse utilizando la indumentaria de protección personal respectiva (guantes y lentes de seguridad) para evitar accidentes por salpicadura, además, antes de realizar el procedimiento de carga/descarga del producto en sus contenedores, se debe realizar la conexión a tierra respectiva.

7.2 ALMACENAMIENTO

Almacenar a temperatura ambiente, en recipientes cerrados claramente etiquetados y en áreas ventiladas; alejado de materiales que no sean compatibles y en áreas protegidas del fuego abierto, calor u otra fuente de ignición. El producto no debe ser almacenado en instalaciones ocupadas permanentemente por personas.

Eventualmente, se pueden utilizar recipientes de HDPE (Polietileno de alta densidad) para tomar muestras del producto.

NOTA: Los trabajos de limpieza, inspección y mantenimiento de los tanques de almacenamiento deben ser realizados siguiendo estrictamente un procedimiento implementado y considerando las medidas de seguridad pertinentes.

8. CONTROL A LA EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

8.1 CONTROLES TÉCNICOS APROPIADOS

Antes de ingresar a espacios donde existan productos almacenados debe ser previamente monitoreados para verificar el oxígeno y explosividad.

Usar campanas extractoras y sistemas de ventilación en locales cerrados; identificar las salidas de emergencia y contar con duchas y lavaojos cerca del lugar de trabajo.

8.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Protección respiratoria: Como medida preventiva al ingresar al área de almacenamiento se recomienda siempre ventilar y monitorear el ambiente; para la manipulación utilizar un equipo de protección respiratorio (mascara media cara con cartuchos para vapores orgánicos).

Ojos: En el trasvase o contacto con el producto, utilizar lentes de seguridad y protección facial contra salpicaduras de productos.

Piel: Guantes de neopreno, nitrilo o polivinilo; traje de protección y calzado de seguridad.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Apariencia	: Líquido claro y brillante
Color	: Típico 1.0, máx. 3.0 (ASTM) (*)
Olor	: Característico

Fecha de Revisión: 08.05.2023
Pág. 4 de 8

Ficha de Datos de Seguridad

Umbral olfativo	: No se dispone de datos
PH	: No se dispone de datos
Punto de fusión, °C	: No se dispone de datos
Punto inicial de ebullición, °C	: 160 aprox.
Punto final de ebullición, °C	: 360 aprox.
Punto de inflamación, °C	: 52 mínimo
Tasa de evaporación	: No se dispone de datos
Inflamabilidad	: Líquidos y vapores inflamables
Límites de inflamabilidad, % vol. en aire	: Inferior: 1.3 Superior: 6
Presión de vapor a 37.8°C, atm	: 0.004
Densidad de vapor	: No se dispone de datos
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	: 0.81 – 0.85 aprox.
Solubilidad en agua	: Insignificante
Coefficiente de reparto: n-octanol/agua	: No se dispone de datos
Temperatura de autoinflamación, °C	: 257 aprox.
Temperatura de descomposición	: No se dispone de datos
Viscosidad cinemática a 40°C, cSt	: 1.9 a 4.1

(*) El producto puede tener un color comercial diferente a la tonalidad natural (ámbar), por adición de colorantes.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1 REACTIVIDAD

No se dispone de datos.

10.2 ESTABILIDAD QUÍMICA

El producto es estable en condiciones normales de presión y temperatura.

10.3 POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS

No existen en condiciones previstas para su almacenamiento y uso.

10.4 CONDICIONES QUE DEBEN EVITARSE

Evitar las fuentes de ignición, así como el calentamiento de los recipientes que contienen el producto.

10.5 MATERIALES INCOMPATIBLES

Es incompatible con sustancias oxidantes

10.6 PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS

Los producidos por la combustión completa e incompleta: CO₂ y CO.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 TOXICIDAD AGUDA

No se dispone de datos.

11.2 CORROSIÓN O IRRITACIÓN CUTÁNEA

Provoca irritación cutánea.

11.3 LESIONES O IRRITACIÓN OCULAR GRAVE

No se dispone de datos.

Fecha de Revisión: 08.05.2023

Pág. 5 de 8

Ficha de Datos de Seguridad

11.4 SENSIBILIDAD RESPIRATORIA O CUTÁNEA

No se dispone de datos.

11.5 MUTAGENICIDAD EN CÉLULAS GERMINALES

No se dispone de datos.

11.6 CARCINOGENICIDAD

Se sospecha que provoca cáncer (Contiene sustancias con posibles efectos cancerígenos, pero no se dispone información suficiente para realizar una evaluación satisfactoria).

11.7 TOXICIDAD PARA LA REPRODUCCIÓN

No existen evidencias de toxicidad para la reproducción en mamíferos.

11.8 TOXICIDAD ESPECÍFICA EN DETERMINADOS ÓRGANOS (STOT) - EXPOSICIÓN ÚNICA

No se dispone de datos.

11.9 TOXICIDAD ESPECÍFICA EN DETERMINADOS ÓRGANOS (STOT) - EXPOSICIÓN REPETIDA

Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

11.10 PELIGRO DE ASPIRACIÓN

Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

12.1 TOXICIDAD

Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos. Evitar que el vertido alcance el alcantarillado o cursos de agua.

12.2 PERSISTENCIA Y DEGRADABILIDAD

Liberado en el ambiente los componentes más ligeros tenderán a evaporarse y foto oxidarse por reacción con los radicales hidroxilos, el resto de los componentes más pesados también pueden estar sujetos a fotooxidación, pero lo normal es que sean absorbidos por el suelo o sedimentos. Liberado en el agua flota y se separa y aunque es muy poco soluble en agua, los componentes más solubles podrán disolverse y dispersarse. En suelos y sedimentos, bajo condiciones aeróbicas, la mayoría de los componentes del gasóleo están sujetos a procesos de biodegradación, siendo en condiciones anaerobias más persistente. Posee un DBO de 8% en cinco días.

12.3 POTENCIA DE BIOACUMULACIÓN

El valor de Log Kow de los componentes del gasóleo sugiere su bioacumulación, pero los datos de literatura demuestran que esos organismos testados son capaces de metabolizar los hidrocarburos del gasóleo.

12.4 MOVILIDAD EN EL SUELO

No se dispone de datos.

12.5 OTROS EFECTOS ADVERSOS

No se dispone de datos.

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA DISPOSICIÓN FINAL

Ficha de Datos de Seguridad

La disposición final del producto se realiza de acuerdo a la reglamentación vigente.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

El transporte se realiza de acuerdo a la normatividad vigente aplicable.

14.1 NÚMERO ONU: UN 1202

14.2 DESIGNACIÓN OFICIAL DE TRANSPORTE DE LAS NACIONES UNIDAS: Gasóleo o combustible para motores Diesel o aceite mineral para caldeo, ligero.

14.3 CLASE RELATIVA AL TRANSPORTE: 3

14.4 GRUPO DE EMBALAJE: III

14.5 RIESGOS AMBIENTALES: Si

14.6 PRECAUCIONES ESPECIALES PARA EL USUARIO: Señalización pictórica, NTP 399.015.2014



14.7 TRANSPORTE A GRANEL CON ARREGLO A LOS INSTRUMENTOS DE LA OMI: No precisado

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Normatividad vigente aplicable de referencia en el Perú:

- Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 052-1993-EM (18/11/1993), y modificaciones.
- Reglamento de Seguridad para el Transporte de Hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 026-94-EM (10/05/94), y modificaciones.
- Reglamentos para la Comercialización de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos aprobados por los Decretos Supremos N° 030-1998-EM (03/08/1998) y N° 045-2001-EM (26/07/2001), y modificaciones.
- Reglamento para la Comercialización de Biocombustibles, aprobado por el Decreto Supremo N° 021-2007-EM y modificaciones.
- Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 043-2007-EM (22/08/2007), y modificaciones.
- R. N° 206-2009-OS-CD (Aprueban el "Procedimiento de Control de Calidad de los Biocombustibles y sus Mezclas" y modifican Tipificación y Escala de Multas y Sanciones de Hidrocarburos).

Ficha de Datos de Seguridad

- R. N° 063-2011-OS-CD (Procedimiento para la Inspección, Mantenimiento y Limpieza de Tanques de Combustibles Líquidos, Biocombustibles y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos).
- Reglamento para la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos aprobado por Decreto Supremo N° 039-2014-EM (05/11/2014).
- Decreto Supremo que establece medidas relacionadas al contenido de azufre en el Diesel, Gasolina y Gasohol para su comercialización y uso y simplifican el número de Gasolinas y Gasohol, Decreto Supremo N°014-2021-EM, y modificaciones.

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Rombo NFPA 704:



Salud: 0
Inflamabilidad: 2
Reactividad: 0

EMERGENCIAS a nivel nacional: 116

Dirección General de Capitanías y Guardacostas: (511) 209-9300

GLOSARIO

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales)

ASTM: American Society for Testing and Materials (Sociedad Estadounidense para Ensayos y Materiales)

FAME: Fatty Acid Methyl Esters (Ésteres metílicos de ácidos grasos)

NTP: Norma Técnica Peruana

NFPA: National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra el fuego)

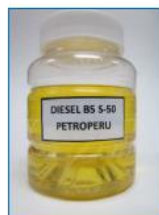
OMI: Organización Marítima Internacional

STOT: Specific target organ toxicity (Toxicidad específica en determinados órganos)

Nota: El presente documento constituye información básica relacionada a los peligros físicos, a la salud y ambiente, en la manipulación del producto para el Cliente y/o Usuario, quienes deberán evaluar las condiciones de uso, y los cuidados necesarios para un manejo seguro del producto conforme a sus propios procedimientos. PETROPERÚ no se responsabiliza por actividades fuera de su control.

Capacitación
Calidad Diesel B5 S-50: Nivel de
particulado (Limpieza) del combustible
Operación Antapaccay

23 de diciembre de 2021
 Unidad Servicios Técnicos
 Gerencia Comercial



Diffiere generalmente en la tonalidad, aunque dicha característica depende de la materia prima y los procesos de refinación. Dependiendo del Cliente puede contener colorantes.

[illegible]

<https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/et-dib5-s50.pdf>



Material particulado en el combustible - Origen

- ✓ Sílice y silicatos: Son partículas duras y traslúcida asociadas a menudo con la contaminación atmosférica y ambiental
- ✓ Metales: Son partículas formadas por el desgaste de materiales y/o accesorios
- ✓ Óxidos: Son partículas de color marrón/naranja que se forman debido a procesos de corrosión
- ✓ Fibras
- ✓ Partículas orgánicas: Resultados de la oxidación o degradación del combustible almacenado por periodos prolongados o por contacto con el agua
- ✓ Residuos de actividad de microorganismos

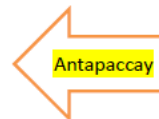


Ensayos para evaluar contenido de material particulado en el Diesel

1. Agua y sedimentos: Especificación PETROPERÚ, máx. 0.05%v
2. Material particulado, mg/L (D7321): Especificación máx. 24. Referencia NTP 321.003 PETRÓLEO Y DERIVADOS. Diésel B5 S-50. Especificaciones
3. Contaminación por partículas, distribución de tamaño: Especificación máx. 18/16/13 (ISO 4406)

Referencias de especificación:

- Requerimiento de manuales de fabricantes de equipos y maquinaria: CAT, Cummins, etc.
- Worldwide fuel charter Sixth edition Gasoline and Diesel fuel
https://www.acea.be/uploads/publications/WWFC_19_gasoline_diesel.pdf



Estándares y referencias técnicas para evaluar el nivel de particulado

ASTM D 7619

Standard Test Method for Sizing and Counting Particles in Light and Middle Distillate Fuels, by Automatic Particle Counter

Este método de prueba utiliza un contador de partículas automático específico (APC) para contar y medir el tamaño de las partículas dispersas de contaminantes, gotas de agua y otras partículas, en combustibles destilados medios y ligeros, y biocombustibles tales como biodiesel y sus mezclas, en el rango general de 4 µm a 100 µm y en las bandas de tamaño ≥4 µm, ≥6 µm y ≥14 µm.

ISO 4406

Hydraulic fluid power — Fluids — Method for coding the level of contamination by solid particles

Este documento especifica el código que se utilizará para definir la cantidad de partículas sólidas en el fluido utilizado en un sistema de potencia de fluido hidráulico determinado.

El propósito de este código es simplificar el reporte de datos de recuento de partículas al convertir el número de partículas en clases o códigos amplios, donde un aumento en un código es generalmente el doble del nivel de contaminación.

5

Resultados de análisis de laboratorio



No. de Registro : PP203

NORMAL

Cliente : PETROLEOS DEL PERU - PETROPERU S. A.
Dirección : AV. ENRIQUE CANAVAL MOREYRA NRO. 150 - SAN ISIDRO
Contacto :
Operación : ANTAPACCAY
Código de Muestra : TI2101172.001

Lugar : LABORATORIO TISUR
Punto de muestreo : CRC/CRC-ANT-462-2021
Producto : Diesel B5 S 50

Información de la Muestra

ID de Muestra	Fecha de Muestreo	Tanque/Cisterna	Empresa de transporte	Filtro	Presión Difer. Del Filtro	Fecha último de cambio de filtro	Fecha de Recibido	Fecha de Análisis	Fecha del Informe
TI2101172.001	05/12/2021	--	--	--	--	NA	14/12/2021	14/12/2021	14/12/2021

Resultados

ID de Muestra	Método	Estatus	TI2101172.001
Nivel de Empleado			
Tamaño de Partículas ≥4 µm(c) (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	752
Tamaño de Partículas ≥6 µm(c) (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	99
Tamaño de Partículas ≥14 µm(c) (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	4
Código ISO 4406 ≥4 µm(c) (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	17
Código ISO 4406 ≥6 µm(c) (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	14
Código ISO 4406 ≥14 µm(c) (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	9
Nivel de Contaminación - 4/6/14 µm(c) (ISO 4406 Scale)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	17/14/9

6

Interpretación de resultados de análisis de laboratorio

Nivel de Limpieza			
Tamaño de Partículas $\geq 4 \mu\text{m}$ (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	752
Tamaño de Partículas $\geq 6 \mu\text{m}$ (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	99
Tamaño de Partículas $\geq 14 \mu\text{m}$ (Count per mL)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	4
Código ISO 4406 $\geq 4 \mu\text{m}$ (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	17
Código ISO 4406 $\geq 6 \mu\text{m}$ (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	14
Código ISO 4406 $\geq 14 \mu\text{m}$ (ISO 4406 Scale Number)	ASTM D 7619- 17 (2017)	Normal	9
Nivel de Contaminación - 4/6/14 μm (ISO 4406 Code)	ASTM D 7619- 17 (2017)	--	17/14/9

Table 1 — Allocation of scale numbers

Number of particles per millilitre		Scale number
More than	Up to and including	
2 500 000		> 28
1 300 000	2 500 000	28
640 000	1 300 000	27
320 000	640 000	26
160 000	320 000	25
80 000	160 000	24
40 000	80 000	23
20 000	40 000	22
10 000	20 000	21
5 000	10 000	20
2 500	5 000	19
1 300	2 500	18
640	1 300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2.5	5	9

- ✓ Tamaño $\geq 4 \mu\text{m}$ = 752 partículas, Código 17
- ✓ Tamaño $\geq 6 \mu\text{m}$ = 99 partículas, Código 14
- ✓ Tamaño $\geq 14 \mu\text{m}$ = 4 partículas, Código 9

7

Cumplimiento del requisito (Máx. 18/16/13)

Resultados	Comentario
Muestra 1: 19/15/12	No cumple
Muestra 2: 20/15/12	No cumple
Muestra 3: 18/16/13	Cumple
Muestra 4: 15/10/7	Cumple
Muestra 5: 18/16/14	No cumple

8

Recomendaciones generales para la toma de muestras

- ✓ Limpieza de los puntos de muestreo con Spray sacagrasa antes del muestreo, secar con trapo que no genere fibra remanente. **Línea de muestreo de acero inoxidable.**
- ✓ Drenar/Purgar a (100% apertura de válvula) aprox. 8 galones de combustible antes de tomar las muestras para cada punto de muestreo.
- ✓ Uso de guantes de nitrilo descartables para el muestreo
- ✓ Correcta identificación de las muestras
- ✓ **Enjuagar 03 veces el frasco antes de coleccionar la muestra.**
- ✓ Durante el muestreo evitar el contacto de la boca de los frascos con los dedos y la línea/tubería
- ✓ **Tomar la cantidad de muestra conforme se indica en el envase.**
- ✓ Cuidar la limpieza de la tapa y contratapa para evitar el ingreso de material particulado
- ✓ Muestreo supervisado, desechar las muestras tomadas después de filtro si poseen partículas visibles y tomarlas otra vez.
- ✓ Colocar las muestras en bolsas de plástico, se recomienda (tipo Ziploc)

ANEXO 6

40189 Viking 2F Housing



PRODUCT SPECS:

Carbon Steel High-Flow Housing

IN/OUT: Flanged

Dims: See Drawing

Weight: 140#

Number of Elements Used: 2

For use with elements:

30008, 30009, 30034, 30037,
30202, 30203, 30204, 30066,
30210

Maximum Working Pressure:

Up to 150 psi

Flow Range:

Up to 150 GPM

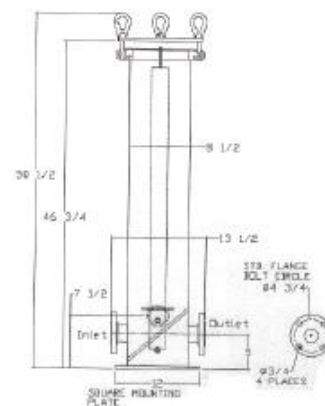
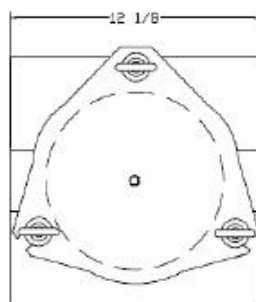
MADE IN USA



DESIGN FEATURES

- Epoxy coating inside and out
- For use with gasoline, diesel, biodiesel up to B100, ULSD, ethanol blends up to 15%, and industrial fluids such as lube oils, hydraulic oils, synthetic oils, and many solvents
- Gauge ports standard (use part # 90601 OR 90603)

PRODUCT DRAWING



INFORMATION & PRICE SUBJECT TO CHANGE | NOT FOR USE WITH AVIATION APPLICATIONS | Rev. A 4.8.15
Central Illinois Mfg. Co. | 201 N. Champaign Street | Bement, IL 61813 | www.cim-tek.com