

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Prueba de desempeño de motor con el aceite Chevron  
en la flota de camiones CAT 785D - Mina Shougang  
Hierro Perú para el cliente San Martín Contratistas  
Generales - San Juan de Marcona - Ica**

Jorge Hernan Apaza Pastor

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme las fuerzas de seguir adelante a pesar de los obstáculos y adversidades que se me presentaban en el camino.

A la empresa Soltrak, por haberme permitido laborar en su prestigiosa empresa, en el área de Lubricación, Filtros y Mantenimiento Predictivo de la Gerencia de Lubricantes, en la cual me permitió crecer como profesional y como persona.

A mis Padres, que siempre me apoyaron con sus palabras de aliento y motivación en la búsqueda de mis metas y objetivos.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por mantener mi fe intacta en el desarrollo y cumplimiento de mis metas.

A mis Padres, por su infinito apoyo y por estar conmigo en los pasos que voy dando, son mi soporte y mi razón de querer superarme día a día. Gracias por confiar en mí.

A Yaritsa, incondicional en todo momento, apoyándome en mis objetivos, corrigiéndome en la vida y sobre todo dándome ese bello amor puro y sincero.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN EJECUTIVO.....	x
INTRODUCCIÓN .....	xii
1. CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN.....	12
1.1. DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN .....	12
1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA .....	13
1.3. RESEÑA HISTÓRICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA.....	15
1.4. ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA .....	17
1.5. VISIÓN Y MISIÓN .....	18
1.5.1. Visión.....	18
1.5.2. Misión .....	18
1.6. BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS .....	19
1.7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE REALIZA SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES .....	20
1.8. DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA .....	22
1.8.1. Descripción del cargo .....	22
1.8.2. Responsabilidades del bachiller .....	22

2. CAPÍTULO II	ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES	
PROFESIONALES	.....	24
2.1. ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	.....	24
2.2. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE		
ACTIVIDAD PROFESIONAL	.....	25
2.3. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	.....	26
2.3.1. Objetivo general	.....	26
2.3.2. Objetivos específicos	.....	26
2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	.....	26
2.4.1. Justificación técnica	.....	27
2.4.2. Justificación social	.....	28
2.4.3. Justificación económica	.....	28
2.4.4. Justificación ambiental	.....	29
2.5. RESULTADOS ESPERADOS	.....	30
3. CAPÍTULO III	.....	31
3.1. BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES		
REALIZADAS	.....	31
3.1.1. Lubricantes	.....	32
4. CAPÍTULO IV	.....	45
4.1. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES	.....	45

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales .....	45
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales .....	47
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales .....	48
4.2. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL .....	49
4.2.1. Metodologías.....	49
4.2.2. Técnicas .....	49
4.2.3. Instrumentos.....	50
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.....	51
4.3. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES .....	51
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas.....	51
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales .....	54
5. CAPÍTULO V .....	57
5.1. RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....	57
5.2. LOGROS ALCANZADOS.....	58
5.3. DIFICULTADES ENCONTRADAS .....	58
5.4. PLANTEAMIENTO DE MEJORAS .....	59
5.4.1. Metodologías propuestas .....	59
5.5. ANÁLISIS.....	59
5.5.1. Camión de acarreo CAT 785D (FC-103).....	59
5.5.2. Camión de acarreo CAT 785D (FC-105).....	62

5.5.3. Camión de acarreo CAT 785D (FC-117).....	65
5.5.4. Camión de acarreo CAT 785D (FC-126).....	67
5.6. APORTE DEL BACHILLER EN LA EMPRESA .....	70
6. CONCLUSIONES .....	72
7. RECOMENDACIONES.....	74
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
9. ANEXOS .....	77

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores de metodología SACODE.....	40
Tabla 2: Equipos asignados para la prueba de desempeño .....	46
Tabla 3: Motor y modelo del equipo en prueba e indicadores.....	47
Tabla 4: Responsabilidades del personal involucrado .....	55
Tabla 5: Límites condenatorios motor CAT 3512C .....	56

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Marcas que representa Soltrak. ....	16
<b>Figura 2.</b> Organigrama de la empresa Soltrak .....	17
<b>Figura 3.</b> Plano de distribución del cliente: San Martín Contratistas Generales .....	21
<b>Figura 4.</b> Clasificación del grupo de aceites de acuerdo a temperatura de operación. ....	35
<b>Figura 5.</b> Camión 785D. ....	43
<b>Figura 6.</b> Flujograma de actividades de mantenimiento .....	44
<b>Figura 7.</b> Ciclos de funcionamiento para la prueba de desempeño. ....	51
<b>Figura 8.</b> Frecuencia de muestreos para los equipos en prueba CAT 785D. ....	53
<b>Figura 9.</b> Análisis de resultados FC-103.....	59
<b>Figura 10.</b> Análisis de resultados FC-103.....	60
<b>Figura 11.</b> Análisis de resultados FC-103.....	60
<b>Figura 12.</b> Análisis de resultados FC-103.....	61
<b>Figura 13.</b> Análisis de resultados FC-103.....	61
<b>Figura 14.</b> Análisis de resultados FC-103.....	61
<b>Figura 15</b> Ratio de consumo de aceite de motor FC-103 .....	62
<b>Figura 16.</b> Análisis de resultados FC-105.....	62
<b>Figura 17.</b> Análisis de resultados FC-105.....	63
<b>Figura 18.</b> Análisis de resultados FC-105.....	63
<b>Figura 19.</b> Análisis de resultados FC-105.....	64

<b>Figura 20.</b> Ratio de consumo de aceite de motor FC-105 .....	64
<b>Figura 21.</b> Análisis de resultados FC-117.....	65
<b>Figura 22.</b> Análisis de resultados FC-117.....	66
<b>Figura 23.</b> Análisis de resultados FC-117.....	66
<b>Figura 24.</b> Análisis de resultados FC-117.....	66
<b>Figura 25.</b> Ratio de consumo de aceite de motor FC-117 .....	67
<b>Figura 26.</b> Análisis de resultados FC-126.....	68
<b>Figura 27.</b> Análisis de resultados FC-126.....	68
<b>Figura 28.</b> Análisis de resultados FC-126.....	68
<b>Figura 29.</b> Análisis de resultados FC-126.....	69
<b>Figura 30.</b> Análisis de resultados FC-126.....	69
<b>Figura 31.</b> Ratio de consumo de aceite de motor FC-126 .....	70

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En el presente informe de trabajo de suficiencia profesional, se expone una prueba de desempeño de aceite de motor a la flota de camiones CAT 785D involucrando el análisis de aceite de la marca el cual representamos (Chevron Delo MGX 15W-40), en reemplazo del anterior (Mobil 1 5W-40).

Las razones que sustentan el éxito de esta propuesta se presentan en el presente documento.

Se recolectó datos de los camiones en evaluación, de las pruebas, el análisis y la evaluación continua de los equipos, se enfocó principalmente en validar si en efecto el aceite de motor de marca Chevron, puede determinar un correcto funcionamiento en los motores que trabajan en dicha operación minera a comparación del otro aceite en cuestión, verificando el grado de precisión, las horas de trabajo, ya que muchas veces, el antiguo aceite no llegaba a lo planificado y, por ende, había deficiencias en la flota de camiones CAT 785D, siendo este el principal objetivo planteado, el cual está aplicado en nuestro protocolo de prueba de desempeño.

Este informe se desarrolló utilizando la técnica SACODE, el cual hace una interpretación sistemática del análisis de aceite en base a tres parámetros fundamentales (salud, contaminación y desgaste). Con una buena programación en los muestreos de aceite y monitoreando, los ciclos de funcionamiento de avance, desempeño y demás actividades con el fin de cumplir lo programado, emitiendo reportes de condiciones al cliente y con ello aprobar la calidad de nuestro lubricante.

En cuanto a resultados, se trabajó con el laboratorio Soltrak. Afianzándose la prueba de desempeño eficazmente confirmando las horas de trabajo de manera uniforme.

Soltrak viene trabajando arduamente demostrando mediante pruebas de desempeño, los mejores resultados en minería en los productos Chevron y la mejor oferta de servicios en Ingeniería

de Lubricación para las múltiples industrias, que ha permitido tener múltiples logros en el campo del mantenimiento predictivo y preventivo.

## INTRODUCCIÓN

En el presente informe se da a conocer los principales puntos en los cuales el aceite de motor Chevron Delo 400 MGX 15W-40 es un producto seguro, confiable y de calidad, dicho proyecto tiene como objetivo incrementar la disponibilidad mecánica de trabajo (horas de trabajo alcanzadas) aumentando la eficiencia de la máquina y por ende el rendimiento del equipo frente a la inoperatividad que causaba otro tipo de aceite.

El proyecto se realizó en la unidad minera de Shougang Hierro Perú para el cliente San Martín Contratistas Generales. Para esto, se inicia con la identificación de los problemas encontrados anteriormente con otro aceite (Mobil Delvac 1 5W-40), del cual según los resultados de los análisis no brindaba una buena confiabilidad en los equipos, no pudiendo llegar al límite establecido de cambio (500 horas de trabajo), dejando vacíos incompletos en el funcionamiento y la disponibilidad del equipo. Por consiguiente, el equipo de Soltrak asume el seguimiento, monitoreo y soporte de abastecimiento de lubricantes con el aceite mineral Chevron Delo 400 MGX 15W-40 (API CJ-4), con el objetivo principal de llevar a la máquina a su mantenimiento en el parámetro establecido sin presentar anomalías en el transcurso de cada ciclo de funcionamiento.

En el presente informe a continuación se detallan los aspectos y funciones de la empresa Soltrak como también del grupo de trabajo para después enumerar las diferentes actividades que se realizaba frente a los camiones que teníamos en prueba sin perder algún detalle no menos importante y con ello, brindar el estado actual de cada etapa de funcionamiento al cliente de San Martín, emitiendo conclusiones y recomendaciones en base a los resultados dados por el laboratorio.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN**

#### **1.1. DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN**

Soltrak es una empresa del grupo Ferreycorp que se encarga de ofrecer vías de solución con productos y servicios de calidad en sectores de minería, transporte, industria, construcción, agricultura, entre otros. Representando a marcas líderes que cumplen con altos estándares, alcanzando eficiencia y ahorro en las operaciones de los clientes.

La empresa desarrolla un proceso de trabajo continuo, teniendo un turno de trabajo diurno en su sede principal y sucursales, y dos turnos de trabajo en operaciones mineras (diurno y nocturno). Cuenta en promedio con una fuerza laboral de 350 trabajadores entre personal directo y de empresas contratistas.

La sede administrativa principal está instalada en el cuarto piso del edificio de propiedad de Ferreycorp, ubicada en la Avenida Argentina N° 5799 - Carmen de la Legua Reynoso - Callao - Lima; abarcando un área de 868.58 m<sup>2</sup>. La Empresa tiene sucursales en las ciudades de Arequipa, Trujillo, Piura y Chiclayo.

Las operaciones mineras están ubicadas dentro de las instalaciones de nuestros clientes, siendo las principales las siguientes: Cía. Minera Ares SAC, Cía. Minera Volcán SAA, Cía. de Minas Buenaventura, Hudbay, Marcobre, APM Terminals y San Martín Contratistas Generales.

A continuación, se detallan los datos generales de la empresa:

- Nombre de la Empresa: Soltrak
- Tipo de Contribuyente: Sociedad Anónima
- RUC: 20511914125
- Fecha de Inscripción: 09 noviembre 2005
- Estado del Contribuyente: Activo
- Condición del Contribuyente: Habido
- Sucursales: Lima, Arequipa, Huánuco, Junín, La Libertad, Piura
- Dirección del Domicilio Fiscal: Av. Argentina 5799, Carmen de la Legua - Callao
- Página web: <https://www.soltrak.com.pe>

## **1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA**

Soltrak es una empresa subsidiaria del Grupo Ferreycorp que se dedica a brindar soluciones en consumibles industriales. Brinda en el mercado equipos de protección personal, lubricantes, neumáticos, filtros, herramientas, equipos de mantenimiento predictivo entre otros.

Cuenta con más de 25 años de experiencia atendiendo los sectores de minería, construcción, transporte, industria, energía, pesca, etc., representando marcas líderes con quienes se logra sinergias que benefician a nuestros clientes, contribuyendo a su desarrollo y crecimiento.

En lo que se refiere a lubricación, el objetivo es mantener la flota de equipos funcionando confiablemente, maximizando su rendimiento y minimizando sus costos operativos de manera segura, contando con los mejores productos y servicios especializados de soporte para sus operaciones.

Soltrak, también asesora a sus distintos clientes para garantizar la integridad de sus procesos de lubricación. Para ello, utiliza lubricantes Chevron, elaborados con bases premium Grupo II que logran mejor estabilidad y comportamiento frente a la oxidación y brindan un mejor desempeño y protección a los equipos en trabajos con extrema carga. Algunos de sus servicios son:

Servicios de lubricación:

- ✓ Análisis de aceite usado.
- ✓ Auditorías en lubricación.
- ✓ Estudios de lubricación.
- ✓ Programa de capacitaciones estándar.
- ✓ Programa de capacitaciones a medida.

Servicios especializados Chevron:

- ✓ Servicio de inspecciones predictivas.
- ✓ Servicio especializado in house.
- ✓ Implementación de equipos de lubricación.

En lo que se refiere al cliente de San Martín, las actividades se realizan en la operación minera de Shougang Hierro Perú desde el año 2002 hasta la actualidad, su principal función es la extracción del mineral, perforación, voladura, remoción, carguío, acarreo de desmonte de las minas 4, 5 y 10, otras actividades están anexas dependiendo de la condición. Además, ejecuta la construcción y mantenimiento de vías.

### **1.3. RESEÑA HISTÓRICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA**

Mega Representaciones, subsidiaria de Ferreycorp especializada en consumibles para la industria, cambia su denominación a Soltrak para reflejar sus planes de desarrollo, que incluyen la internacionalización, y consolidación como la experta en su rubro.

Ferreycorp, corporación líder en bienes de capital y servicios complementarios, anunció el cambio de nombre de su subsidiaria Mega Representaciones, especialista en consumibles para la industria, por Soltrak. Con esta nueva identidad, la firma busca consolidarse como la experta en su rubro y reflejar sus planes de desarrollo, que incluyen la internacionalización de la mano de sus representadas.

Con ventas de S/ 120 millones en el primer semestre, Soltrak viene distribuyendo en el Perú prestigiosas marcas como lubricantes Mobil, neumáticos Good Year y artículos de seguridad industrial 3M, integrantes de un portafolio de más de 50 representaciones. Con parte de este abanico de marcas, la empresa hace su incursión en Bolivia, que expresa su visión de crecimiento. Soltrak, antes Mega Representaciones, forma parte de Ferreycorp desde hace una década. En el 2007, Ferreycorp adquirió la compañía Mega Caucho S.A., especializada en neumáticos; dos años después, esta se fusionó con Inlusa, dedicada a la línea de lubricantes; en el 2013, se concretó la adquisición de Tecseg, incorporando productos de seguridad industrial. Posteriormente, la firma continuó con la ampliación de su portafolio. Los productos consumibles que distribuye la empresa incluyen neumáticos, lubricantes y artículos de seguridad industrial, así como filtros, abrasivos y herramientas, que atienden sectores como construcción, transporte, comercio, energía e hidrocarburos.

Soltrak cuenta con uno de los talleres más modernos del país para el reencauche de neumáticos de gran envergadura, el único de su tipo certificado por la marca Good Year, como parte de una red de talleres. Su abanico de servicios incluye modalidades de atención

permanente en obra, con personal destacado y consignaciones; la implementación de talleres de atención 'in house' y la capacitación a clientes. A continuación, las distintas marcas la cual representa la empresa al mercado actual:

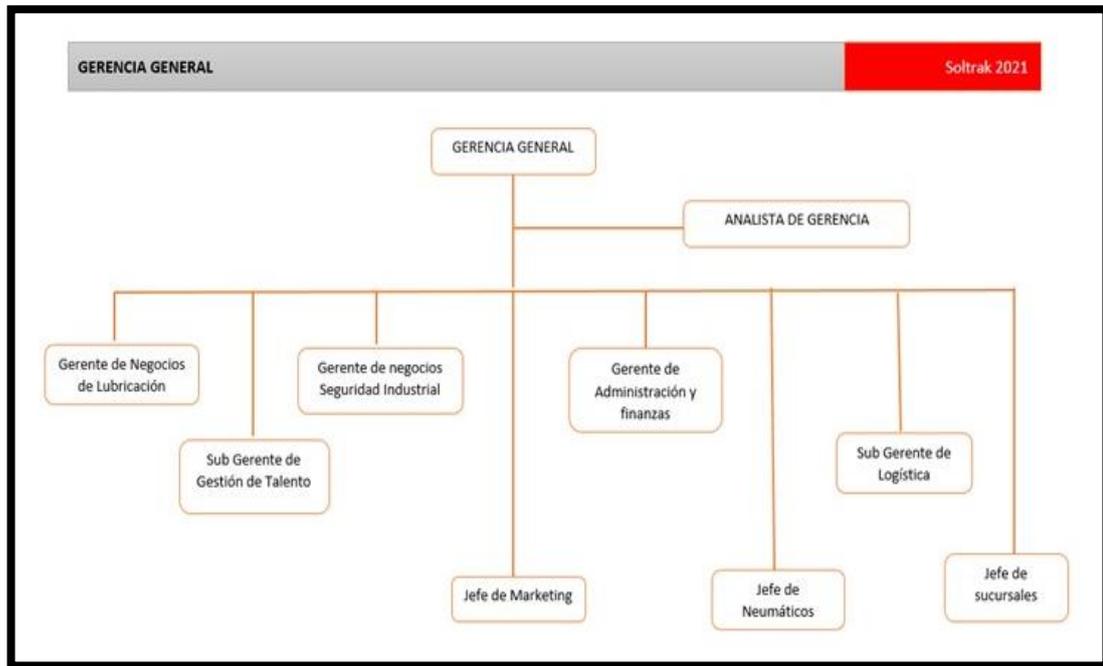
**Figura 1.** *Marcas que representa Soltrak*



Fuente: Tomada de la página web <https://www.soltrak.com.pe/marcas-representadas/>

## 1.4. ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA

Figura 2. Organigrama de la empresa Soltrak



El presente organigrama se conforma expuesto de la siguiente forma:

- Gerencia general, ocupada de conducir todas las operaciones de la empresa.
- Gerencia de negocios de lubricación, encargada de generar contratos de trabajo con diferentes empresas para beneficio mutuo en los distintos rubros el cual está inmerso Soltrak, servicios, tales como: análisis, auditorias, estudios, programas de capacitación, entre otros.
- Gerencia de negocios de seguridad industrial, es la tiene por misión generar negocios relacionados a la venta de productos, asesorías técnicas de entrenamiento, instalación de sistemas de ingeniería.
- Gerencia de administración y finanzas, encargada de planificar y dirigir la gestión de los recursos humanos, contables, activos fijos y de finanzas; y brindar apoyo administrativo que requiera la empresa.

- Sub Gerencia de gestión de talento, su función es la de generar reclutamiento de personal para las distintas áreas de trabajo que pueda necesitar la empresa, como a la vez estar al pendiente de las necesidades de los colaboradores de la empresa.
- Sub Gerencia de Logística, responsables de gestionar el traslado, almacenamiento y distribución de los productos, materiales y equipos de suministro, preservando su buen estado.
- Jefatura de marketing, encargados de organizar el estudio de mercado, supervisar estimaciones, diseños, rendimientos de los distintos productos y/o servicios que brinda la empresa, para generar la satisfacción de los clientes.
- Jefatura de neumáticos, su función se basa en brindar asesorías de venta del producto, como también de dar soporte técnico.
- Jefatura de sucursales, se encarga de ver el estado actual de las distintas sucursales a nivel nacional velando por el cumplimiento de deberes y el logro de objetivos.

## **1.5. VISIÓN Y MISIÓN**

### **1.5.1. Visión**

Ser reconocidos como la empresa líder en el Perú brindando soluciones integrales en consumibles, representando marcas de primer nivel.

### **1.5.2. Misión**

Somos un equipo humano especializado en brindar soluciones a las necesidades en productos consumibles para las empresas de los distintos sectores económicos, comprometiéndonos a:

- Garantizar a nuestros clientes soluciones integrales.
- Lograr los resultados esperados por nuestros accionistas.
- Fomentar un clima propicio para el desarrollo personal y profesional de nuestros colaboradores.
- Ofrecer un trato justo a nuestros proveedores.
- Agregar mayor valor a la marca de nuestras representadas.
- Influir con responsabilidad en nuestro medio ambiente y en la comunidad.

#### **1.6. BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS**

- Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 30222, que modifica la ley N° 29783.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería - Decreto Supremo 024-2016 E.M.
- Certificación ISO 9001, ABE (Asociación de Buenos Emprendedores) y mantiene el distintivo de ESR (Empresa Socialmente Responsable). Permitiendo estandarizar el desarrollo de los procesos en términos de calidad y normas de seguridad salud ocupacional y medio ambiente OSHAS 18001.
- Ley General de Minería - Decreto Legislativo N° 109.
- Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, Estado de Emergencia ante el brote del Covid-19.
- Plan para la Vigilancia, Prevención y Control de la Covid-19 en el Trabajo – Shougang Hierro Perú.
- Decreto Legislativo N° 1499 – Normas con implicancia laboral en el marco del Covid-19.
- Reglamento interno de trabajo de Soltrak.

- Reglamento interno de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (SSMA).
- Código de ética de Ferreycorp.
- Política de privacidad de todas las empresas de la corporación Ferreycorp

## 1.7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE REALIZA SUS ACTIVIDADES

### PROFESIONALES

El proyecto donde inició este seguimiento de pruebas fue en la compañía minera de Shougang Hierro Perú, ubicado en la región de Ica, provincia de Nazca, distrito de Marcona, para el cliente San Martín Contratistas Generales.

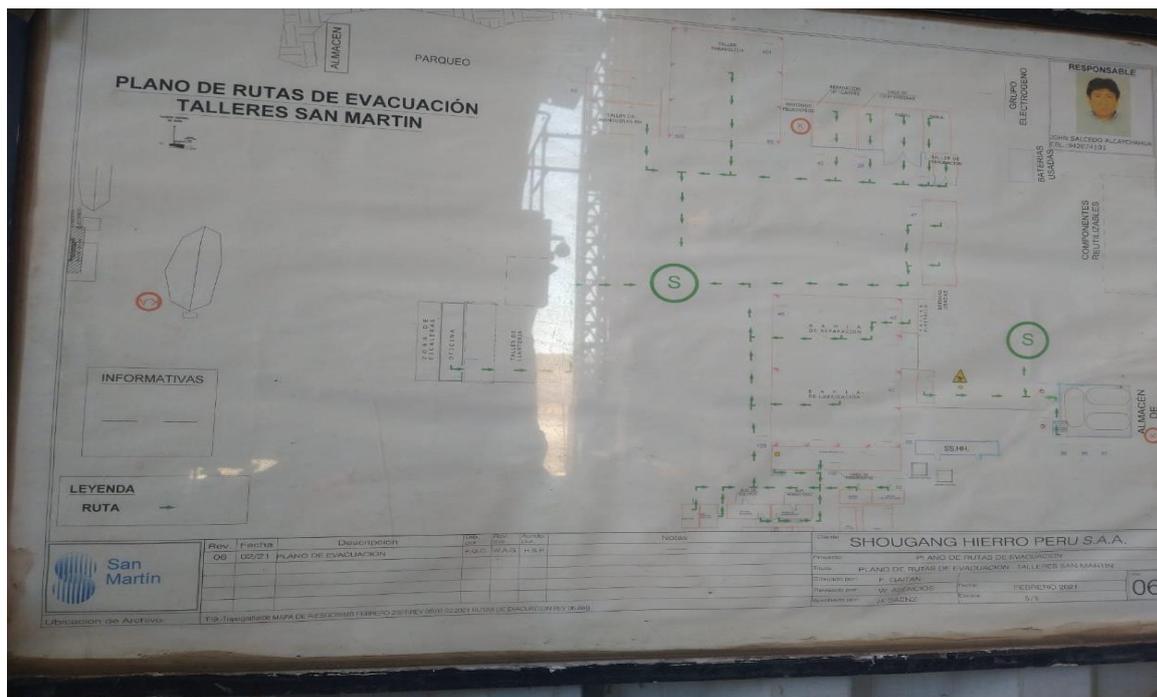
Las áreas de trabajo están comprendidas por los siguientes puntos:

- **Taller de mantenimiento:** Cuenta con 3 bahías en la cuáles se realizan los mantenimientos programados a los camiones de acarreo y equipos auxiliares, como también cualquier otro trabajo correctivo o adicional como instalación de aire acondicionado, sistemas contra incendios, entre otros.
- **Taller de soldadura:** Donde realizan los trabajos de soldeo y oxicorte a los equipos.
- **Taller de reparación de neumáticos:** Locación donde realizan inspección, montaje y desmontaje de los neumáticos de los equipos de carguío, a la vez realizan reparaciones según la condición del componente
- **Taller OH:** Espacio amplio donde realizan el armado de los equipos desde cero, a la vez las reparaciones de los componentes de los distintos sistemas de los equipos de minería.
- **Área de Planeamiento:** Ubicada al costado del taller de mantenimiento. Encargados de programar la fecha, la duración y el tipo de mantenimiento en cada equipo de la operación minera.

- **Área de Operaciones:** Aseguran el trabajo continuo de los equipos, como los camiones de acarreo, palas, perforadoras, flota auxiliar. Con el fin que se mantenga un ciclo de trabajo constante en el día a día.
- **Área Administrativa:** Área en donde realizan labores de pagos al personal, nuevos contratos, renovaciones, seguimiento de nuevo personal, compras de equipos, máquinas, materiales, entre otros.
- **Área de Voladura y Explosivos:** Realizan trabajos de exploración y estudio de suelos, con el fin de analizar y asegurar donde deben seguir trabajando los equipos.
- **Área de Mantenimiento Predictivo:** El personal de predictivo se encarga de analizar el estado de los equipos en la operación, dando un estricto seguimiento a cada uno de los componentes, como análisis de aceite, grasas, horas de trabajo, programación del plan de mantenimiento por alguna condición, entre otras labores.

Nuestro grupo de trabajo desempeña su labor a la par con el área de predictivo en lo referente al monitoreo de condiciones y análisis de aceite.

**Figura 3.** Plano de distribución del cliente: San Martín Contratistas Generales



## **1.8. DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA**

### **1.8.1. Descripción del cargo**

- Cargo: Asesor Técnico.
- Unidad Minera: Shougang Hierro Perú - San Martín Contratistas Generales.
- Área: Mantenimiento Predictivo.

### **1.8.2. Responsabilidades del bachiller**

El cargo que desempeñaba en la operación es el de Asesor Técnico, líder supervisor responsable de la guardia, donde se observa no solo el monitoreo del aceite en los equipos, sino también el armado de una pala hidráulica, del cual se cargará aceite hidráulico y grasa de marca Chevron al finalizar las pruebas de desempeño de aceite motor. A continuación, se detalla las principales funciones que se realizó en la operación:

- Planificar y enviar el plan de trabajos diarios a los equipos con aceite migrado a aceite Chevron.
- Ejecutar los muestreos de aceite programados en el cambio de turno y al medio día, como también, cuando se realiza un PM o por condición.
- Difundir las pruebas de desempeño Chevron a todo el personal nuevo de San Martín.
- Realizar trabajos de termografía como parte de prueba a las fundas del eje posterior de los camiones CAT.
- Gestionar el envío de muestras de Marcona al laboratorio de Lima, para su análisis y a la vez mantener el stock de los kits de muestreo para la toma de muestras en campo.

- Analizar y reportar los resultados del laboratorio Soltrak al cliente y emitir informes de condiciones del estado del aceite lubricante.

## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **2.1. ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

A raíz de los siguientes problemas que surgieron en la mina Shougang, para el cliente de San Martín Contratistas Generales, el área de mantenimiento presentaba falencias en los equipos por desempeño como:

- Disminución en la disponibilidad los equipos, provocando tiempos de pérdida de producción como en la inspección, reparación y traslado al taller y en la mayoría de los casos, su desplazamiento al taller de OH (lugar de ensamble y reparación de componentes).
- El área de mantenimiento predictivo designó 4 equipos CAT 785D: FC-103, FC-105, FC-117 y FC-126 para realizar la prueba de desempeño debido a la falta de horas de trabajo planificadas (500 horas), ya que, constantemente paraban los equipos inesperadamente dentro de su intervalo de trabajo y la empresa no disponía de otros equipos para reemplazarlos.
- Aumento de costos en el aceite, ya que se cambiaba frecuentemente el aceite de motor por condición, logrando un ahorro óptimo.

- Pérdida de potencia en los equipos, debido a varios factores como la mala operación del equipo, las condiciones en las que se encontraba dicho equipo en algunos casos.
- El aceite, con el cual estaban trabajando (Mobil Delvac 1 5W-40 sintético), no fue del tanto satisfactorio, no pudiendo rendir en el proceso de trabajo, presentando problemas por condición como desgaste y contaminación.

## **2.2. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL**

En base a las actividades en la operación de San Martín en la prueba de desempeño y los conocimientos y experiencia en el desarrollo, ejecución en tareas de mantenimiento y trabajando bajo estándares y procedimientos de seguridad, se encomendó dicha función a mi persona como líder de pruebas formando parte del grupo de trabajo, teniendo la gran responsabilidad de sacar el proyecto adelante, con el optimismo de asegurar que el aceite Chevron debería superar exitosamente la prueba de desempeño en los motores de combustión interna, así como en otros proyectos mineros, que han permitido tener múltiples logros en el campo del mantenimiento predictivo y preventivo.

Al tener ese punto favorable, Soltrak presentó la siguiente propuesta de prueba de desempeño del aceite Chevron Delo 400 MGX 15W-40 al cliente de San Martín en reemplazo del aceite Mobil Delvac 1 5W-40 en los motores de la flota CAT 785D. Con la necesidad de llegar a las 500 horas de trabajo y aminorar los costos obteniendo un ahorro anual por la extensión del intervalo de cambio con lubricante Chevron Delo 400 MGX 15W-40, siendo una oportunidad de mejora y beneficio para la empresa.

## **2.3. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**

### **2.3.1 Objetivo general**

Validar la prueba de desempeño de motor con el aceite Chevron en la flota de camiones CAT 785D de la mina Shougang Hierro Perú para el cliente San Martín Contratistas Generales del distrito de San Juan de Marcona de la ciudad de Ica.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Incrementar el intervalo de cambio de aceite de motor a 500 horas, cumpliendo las 4 etapas según metodología del protocolo de prueba.
- Cumplir con el cronograma de trabajos programados (difusión del protocolo de pruebas de los camiones a todas las áreas involucradas), implementando además medidas de control como documentos de inspección de los equipos.
- Evaluar el desempeño del aceite en cada ciclo de funcionamiento y tomar un plan de acción en caso presente anomalías propias en el equipo.
- Reducir los costos generados por la empresa en la obtención del lubricante, mejorando aún más los parámetros de funcionamiento del equipo.

## **2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL**

La mantenibilidad es una medida importante de la confiabilidad para todos los tipos de sistemas y brinda la capacidad del sistema para ser mantenido a un estado en el que pueda realizar la función requerida.

Las actividades se basan en un plan requerido según las necesidades del cliente y a la vez de la empresa misma como modo de sustentar y asegurar la calidad del producto en el

desarrollo de prueba, por ello, debemos tomar acción en realizar y cumplir con la ejecución de las labores diarias en campo.

Esta propuesta de la prueba de desempeño identifica algunas oportunidades para ayudar a la empresa San Martin Contratistas Generales a mejorar su programa de lubricación actual y lograr sus objetivos en base a costos, disponibilidad de los equipos.

En conclusión, se ha tenido como regla garantizar un buen control, manejo y responsabilidad sobre los futuros resultados de cada equipo en el análisis de aceite motor.

#### **2.4.1. Justificación técnica**

Al presentar la propuesta técnica se quiere llegar a dar a conocer que nuestro aceite en representación pueda rendir mucho mejor en comparación de otros aceites, por lo que es recomendado para motores a diésel naturalmente aspirados, turbo cargados de cuatro tiempos en los que la categoría de servicio API CJ-4, API CI-4 PLUS o API CI-4 y el grado de viscosidad SAE 15W-40 son recomendados.

Delo® 400 MGX SAE 15W-40 es un aceite para motores de servicio pesado API CJ-4, específicamente, formulado para aplicaciones en carretera y fuera de la carretera que usan diésel con alto o bajo contenido de azufre, y también brinda protección a motores diésel de baja emisión más nuevos con reducción catalítica selectiva (SCR), filtro de partículas diésel (DPF) y recirculación de gases de escape (EGR). Es completamente compatible con modelos de motores anteriores y categorías previas de servicios de aceite del API. En definitiva, proporcionará una protección prolongada en el mantenimiento, maximizando la durabilidad del motor.

Al contar con 2 laboratorios para el análisis del lubricante, se tendrá mayores factores de condición y posibilidad de mejora, permitiendo verificar el deterioro precoz del aceite y la procedencia de los posibles contaminantes.

#### **2.4.2. Justificación social**

La seguridad activa del aceite que consta de aquellos elementos que contribuyen a proporcionar una mayor eficiencia y estabilidad a los equipos mineros, y en la medida de lo posible, evitar un accidente, uno de los varios sistemas que comprende la seguridad activa de una máquina es el motor, el cual además de ser un sistema que ayuda a darle la fuerza necesaria para que esté en movimiento dicho equipo, también se encarga de proporcionar la potencia que exija la actividad y maquinaria.

El aceite de motor Chevron Delo® 400 MGX 15W-40 está formulado usando tecnología de aditivos avanzados, evitando en gran medida la corrosión y el desgaste del equipo.

A la vez se puede decir que el proyecto de seguimiento de prueba hará más conocida a la empresa Soltrak en cuanto a calidad, confiabilidad y soporte al producto, imponiendo a la marca en el top de lubricantes, cumpliendo el objetivo de estar en los primeros lugares y ser reconocidos a nivel nacional e internacional.

Brindará mayor seguridad y garantía al momento de adquirir un producto de la empresa Soltrak.

#### **2.4.3. Justificación económica**

Es un sustento sólido el citar que, el aceite usado para la prueba, obtendrá costos

mínimos de operación o mantenimiento, ya que el aceite en mención cuenta con una excepcional dispersancia del hollín y control del desgaste a comparación del anterior aceite (Mobil Delvac 1 5W-40), lo cual contribuye a una vida útil, óptima y un mantenimiento mínimo. Ello aporta a maximizar la utilización de la máquina y a minimizar el tiempo de inactividad.

Generará un costo operativo anual mucho menor dando las expectativas fiables en el desempeño del equipo. Todo ello controlado en los rellenos de aceite que se irá monitoreando en cada ciclo o intervalo de cambio.

Disminuirá los costos de aceite, debido a que se debe reponer o rellenar menos cantidad en comparación del aceite comparado.

Disminuirá las reparaciones costosas del componente o sistema de la máquina, que al llevar un monitoreo continuo de condiciones, se ahorrará dinero considerable previniendo la falla mucho antes que pueda suceder.

#### **2.4.4. Justificación Ambiental**

Proporciona una vida óptima del Filtro de Partículas Diésel (DPF) para un mínimo de mantenimiento y limpieza, administrando así sus costos de mantenimiento, obteniendo una excelente vida del sistema de control de emisiones.

El aceite, que respaldará la prueba, está hecho especialmente para el mercado diésel latinoamericano, usando tecnología de aditivos de carácter avanzado, con el fin de brindar una sobresaliente protección para aplicaciones dentro y fuera de la carretera, además de ello, el Instituto Americano del Petróleo (API) lo avala con una categoría CJ-4, específicamente para

motores diésel, y son diseñados para cumplir las normas de emisiones de gases de escape evitando la contaminación a gran escala al medio ambiente.

## **2.5. RESULTADOS ESPERADOS**

- Confirmar exitosamente el desempeño de la prueba realizada a los camiones CAT 785D.
- Obtener una mayor disponibilidad y mejor rendimiento en los equipos.
- Se espera que el personal técnico predictivo, ejecute un seguimiento eficiente a los equipos, adoptando los nuevos estándares de trabajo y cumpliendo el cronograma de trabajos programados.
- Generar una reducción de los costos del cliente SMCG en la obtención de los aceites lubricantes.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS**

En el presente capítulo se detallarán los sólidos conceptos de cada indicador, del cual se realiza y se interpreta el análisis de un equipo, como también se mencionarán el funcionamiento de los equipos que se realizó el seguimiento de prueba, en este caso, a los camiones de acarreo en la unidad minera de Shougang Hierro Perú.

Ruiz (2013) en su tesis titulada “Implantación de un laboratorio de análisis de aceites industriales”, indica que el propósito de la lubricación es la separación de dos superficies con deslizamiento entre sí de tal modo que no produzcan daños en ellas; se intenta con ello, que el proceso de deslizamiento sea con el rozamiento más mínimo posible. Para lograr esto, se pretende formar una película de lubricante de espesor suficiente entre las dos superficies en contacto para evitar el desgaste. Siendo el objetivo de la lubricación la de reducir el rozamiento, el desgaste y el calentamiento de las superficies en contacto en piezas con movimiento relativo.

El análisis de los aceites lubricantes para motores de combustión interna es importante no solo para el control de su propia calidad, sino, también, para el aumento de la vida útil de

los equipos en los que estos se utilizan. Con los análisis se obtiene valiosa información sobre el estado de conservación en la que se encuentran. Así, para los camiones de acarreo que representa una de las máquinas más caras e importantes en las diversas operaciones de transporte de mineral, la eficiencia de los análisis de aceites lubricantes en la ayuda al control del tiempo de uso del aceite del motor de los tractores agrícolas, es de suma importancia.

La degradación, desgaste y la contaminación del aceite usado son las principales causas en perjuicio de la eficiencia del aceite lubricante. Se estableció un protocolo de prueba para estos equipos en mención y se describió los procedimientos en laboratorio, así como los medios y causas de salud, contaminación y desgaste, correlacionando los contaminantes con sus defectos de las máquinas y sus puntos de origen. Se concluyó que las razones principales para analizar las muestras de aceites de motores son:

- Verificar si el aceite lubricante está en condiciones de continuar en servicio.
- Revelar problemas de ambiente y operación.

### **3.1.1. Lubricantes**

Ruiz (2013) en su tesis titulada “Implantación de un laboratorio de análisis de aceites industriales”, refiere a un lubricante como una sustancia (gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza la fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor.

#### **3.1.1.1. Tipos de lubricantes**

De acuerdo a su estado los lubricantes pueden clasificar como:

- Gaseoso (aire).

- Líquidos (aceite).
- Semisólidos (grasas).
- Sólidos (Bisulfuro de molibdeno, grafito, talco).

Se destacan por su mayor utilización en la industria los aceites y las grasas. Según su naturaleza los lubricantes se clasifican:

- **Vegetales:** Extraídos de las plantas y frutos, poco usados en la lubricación industrial, pues comparados con los lubricantes minerales quedan en gran desventaja en lo que respecta al poder lubricante. Se les da mayor utilización en los alimentos. Podemos citar entre otros: Los aceites de oliva, soya, maíz, coco, algodón, higuera, etc.
- **Animales:** Son extraídos de la lana, de los huesos y tejidos adiposo de los animales terrestres y marinos. También son poco usados en la lubricación industrial, se les utiliza en procesos industriales. Por ejemplo, en la fabricación de jabones. Entre los más conocidos: La lanolina, la manteca de cerdo, el aceite de ballena, etc.
- **Minerales:** Los lubricantes minerales por sus características son los más utilizados en la industria. Se pueden clasificar así:

Los derivados de los hidrocarburos: Son derivados del petróleo cuya estructura se compone de moléculas complejas que contienen entre 20 y 70 átomos de carbono por molécula. Un aceite mineral está constituido por una base lubricante y un paquete de aditivos químicos, que ayudan a mejorar las propiedades ya existentes en la base lubricante o le confieren nuevas características. Los aceites minerales puros no tienen compuestos inestables, que podrían tener un efecto significativo sobre la oxidación: por ejemplo, nitrógeno, oxígeno y compuestos de azufre y ácidos.

- **Sintéticos:** El término Hidrocarburo sintetizado (SHC), y lubricantes sintéticos, son utilizados igualmente para describir una familia de aceites y grasas sintéticos que

incluyen aceites circulantes, aceites de engranes, aceites hidráulicos, grasas y aceites de compresores. Estos lubricantes son utilizados en una gran variedad de aplicaciones industriales. Por definición, un lubricante sintético es un lubricante diseñado y elaborado para servir mejor a los propósitos previamente reservados para productos extraídos directamente del petróleo. Los términos sintetizado y sintético, describen los aceites básicos, principalmente Polialfaolefinas (PAOs). Adicionalmente, hay otros tipos de aceites que incluyen poliglicoles, ésteres orgánicos, ésteres fosfatados, diésteres, polifenilester, fluorocarbones y siliconas solo por mencionar algunos (pp. 14-20).

### **3.1.1.2. Clasificación API**

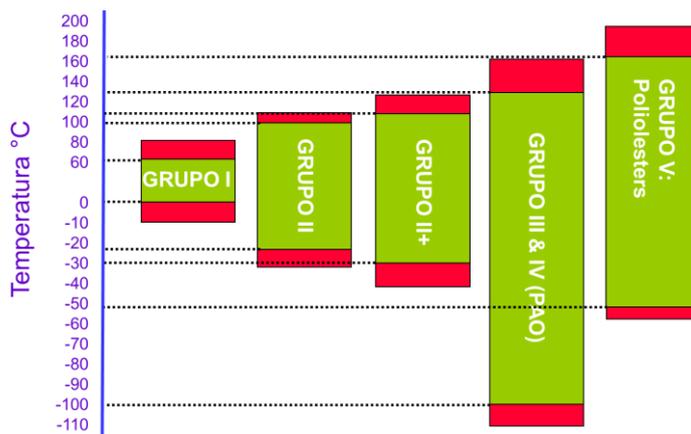
Ruiz (2013) en su tesis titulada “Implantación de un laboratorio de análisis de aceites industriales”, indica que de acuerdo a la API (American Petroleum Institute) se ha derivado una nueva clasificación en el ámbito de los lubricantes, de acuerdo a sus propiedades físico químicas y a su resistencia tanto térmica como oxidativa. Esta clasificación se basa en grupos designados de la siguiente manera:

- GRUPO I: Usualmente formado por Refinados por Solventes e Hidrogenados
- GRUPO II: Usualmente formado por los aceites Hidrofraccionados. Aceites Grupo I y Grupo II, NO pueden ser etiquetados como “SINTÉTICOS”.
- GRUPO III: Usualmente formado por los aceites Hidrofraccionados Severo.
- GRUPO IV: Usualmente formado por Hidrocarburos Sintéticos (PAO).
- GRUPO V: Usualmente formado por todos los sintéticos no PAO. Son aceites base no-hidrocarburos Ej. Poliolésteres, Poliglicoles (PAG), Esteres Orgánicos, de

Fosfato, Siliconados, Diésteres, Aromáticos Alquilados, etc. Son productos de la industria química y petroquímica.

A continuación, se muestra una gráfica donde se observa la clasificación en grupo de los aceites industriales con base a su temperatura de operación y su resistencia térmica (p. 20).

**Figura 4.** Clasificación del grupo de aceites de acuerdo a temperatura de operación



Tomada de la tesis “Implantación de un laboratorio de análisis de aceites industriales” (Ruiz, 2013, p. 21).

### 3.1.1.3. Funciones de un lubricante

Ruiz (2013) en su tesis titulada “Implantación de un laboratorio de análisis de aceites industriales” (p. 22), hace mención que un lubricante no solo es utilizado para formar una capa límite que reduzca la abrasión o desgaste entre las partes móviles de un equipo, esta sustancia tiene más funciones que la anterior, tales como:

- Reducción de la fricción.
- Reducción del desgaste.
- Dispersión del calor.
- Limpiar, recibir y contener contaminantes.
- Prevención de la oxidación.

- Refrigerar los componentes.
- Transmisión de potencia.

***Según la metodología de la técnica SACODE:*** La técnica conocida como SACODE brinda las bases necesarias para realizar una correcta interpretación de los resultados del análisis de aceite, a través del seguimiento sistemático. Dicha sigla indica el orden con la que se revisarán las 3 categorías del análisis:

***“SA” para salud,*** son aquellos cambios relacionados con el aceite en sí, por ejemplo: viscosidad, número base total (TBN), oxidación, sulfatación, nitración, contenido de aditivos (P, Zn, Ca, Mg), punto de inflamación e índice de viscosidad.

***“CO” para contaminación,*** son todos aquellos contaminantes presentes en el lubricante, tales como: agua, hollín, partículas de tierra y polvo (Si), solventes, combustibles, otros aceites lubricantes, refrigerante, etc.

***“DE” para desgaste,*** en los análisis de aceite se considera “desgaste” a las partículas procedentes del motor, que se encuentran en suspensión en el aceite, como Fe, Cu, Pb, Cr, Al, Sn, Ni, entre otros (Pozo-Morejón et al., 2014, pp. 206-212).

- **Viscosidad:** Se considera como la resistencia a fluir de los líquidos en movimiento. La viscosidad indica qué tanto puede fluir un aceite con respecto a la temperatura, es importante considerar que los aceites varían respecto a la temperatura de operación en la que se encuentre, es decir, un aceite es más viscoso a menor temperatura y menos viscoso a mayor temperatura. Cabe mencionar que de acuerdo a la normatividad ISO (International Standardization Organization) se evaluará la viscosidad a 40° y 100° C respectivamente, con el fin de proporcionar un parámetro de temperatura que permita analizar la capacidad de fluidez del lubricante. La viscosidad del lubricante debe seleccionarse de acuerdo a la temperatura de operación del equipo que lubricará.

- **Índice de viscosidad:** una propiedad que debe considerarse al elegir un lubricante, es el índice de viscosidad; dicho parámetro proporciona una idea específica en el comportamiento del lubricante respecto a la temperatura, quien dice exactamente cómo se comporta la viscosidad a altas y bajas temperaturas de operación, es importante mencionar que el índice de viscosidad es un valor adimensional.
- **Número Total Ácido:** Es la cantidad de ácidos minerales contenidos en el aceite, la presencia de ácidos minerales son producto de una mala refinación, lo que indica que un aceite no cuenta con un nivel de pureza elevado.
- **Oxidación:** Es el principal mecanismo por el cual el lubricante se degrada en el tiempo bajo condiciones normales de operación. Típicamente es el resultado del deterioro de las propiedades físicas y químicas del aceite básico y de los aditivos. Entender cómo un lubricante se oxida es esencial para prevenir, retardar y monitorear el proceso. El proceso de oxidación tiene el potencial de presentarse casi espontáneamente, aun en un aceite almacenado en su contenedor. Finalmente, las consecuencias de este proceso químico incluirán un incremento en la viscosidad del aceite y en los ácidos orgánicos; la formación de lodos, barniz y depósitos; agotamiento de aditivos (incluyendo anti desgaste, dispersantes, inhibidores de corrosión, etc.); y la pérdida de otras propiedades vitales para el desempeño del aceite. Una vez que se presentan estas condiciones indeseables en el aceite, la máquina no estará protegida, efectivamente, contra la fricción, el desgaste y la corrosión.
- **Sulfatación:** Los compuestos de azufre se encuentran típicamente en el petróleo y en aditivos. Cuando el aceite está usado y el detergente ha neutralizado el ácido sulfúrico que se forma como subproducto de la combustión de azufre del combustible, se forman compuestos azufrados que incrementan el valor de sulfatación del aceite.

- **Nitración:** La nitración es la degradación del aceite por la presencia de compuestos nitrogenados. Es un modo de degradación común en los lubricantes de motores de combustión interna. Es un problema particular por las altas temperaturas que se generan en los motores a gas de cuatro tiempos. Durante el proceso de combustión del gas se forman óxidos de nitrógeno. El óxido nítrico reacciona con el agua para formar ácido nítrico. Este ácido puede producir corrosión sobre las superficies del motor. También contribuye a incremento de viscosidad y formación de lodos. La nitración es una condición indeseable que indica que el aceite se está saturando con compuestos solubles e insolubles de óxidos de nitrógeno.
- **Número básico (BN):** El NB del aceite debe irse reduciendo en la medida en que va neutralizando los ácidos. Entonces, cuando se interpreta el análisis de aceite, se debe comparar el resultado del aceite usado con el del aceite nuevo y estimar en función de la diferencia y de los límites establecidos, si el aceite puede continuar en uso o no. El TBN (Número Básico Total), actualmente llamado BN (Número Básico), representa la reserva alcalina en miligramos de Hidróxido de Potasio que contiene un gramo de aceite (mgKOH/g). En otras palabras, es la capacidad que tiene el aceite para neutralizar los ácidos que se forman durante las condiciones de operación (Noria Web Administrador, 2013).
- **Hollín:** El hollín es un subproducto de la combustión, que está presente en todos los aceites de motor diésel en operación. Entra en el motor principalmente por el paso de gases al cárter (blow-by) durante su operación. La presencia de hollín es normal y esperada para un determinado número de kilómetros u horas de uso del motor; si la concentración y el estado del hollín son anormales, es síntoma de que hay algún problema con el motor y/o es necesario un cambio de aceite (Noria Web Administrador, 2013).

- **Agua:** El agua es uno de los contaminantes más destructivos para la mayoría de los lubricantes. Ataca los aditivos, induce la oxidación de la base lubricante e interfiere con la formación de la película lubricante. Se considera normal que existan bajos niveles de contaminación con agua en aceites de motor. Altos niveles de agua merecen atención y raramente se corrigen con un cambio de aceite (Noria Web Administrador, 2013).
- **Glicol:** El glicol se introduce en el aceite de un motor diésel como consecuencia de sellos defectuosos, daño en las juntas, grietas en el cilindro, rotura de la cámara, daño por corrosión y cavitación. Un estudio reveló la presencia de un 8,6% de glicol en una prueba de campo con 100,000 motores diésel. Otro estudio realizado con 11,000 camiones de carga de larga distancia, dio como resultado la presencia de glicol en 1,5% de las muestras y pequeñas cantidades en el 16% de los camiones (Noria Web Administrador, 2013).
- **Dilución por combustible:** Arranques frecuentes, excesiva marcha en vacío y condiciones de operación en frío pueden provocar moderados problemas de contaminación con combustible. Una dilución severa (por encima del 2%) está asociada con fugas, problemas en los inyectores y combustión deficiente. Estos son síntomas de condiciones serias que no pueden ser corregidas con un cambio de aceite. Existe una referencia que indica que el 0,36% del consumo de combustible de un motor, termina en el cárter (Noria Web Administrador, 2013).

En la siguiente tabla se observan los demás elementos por considerar:

**Tabla 1.** *Indicadores de metodología SACODE*

Parámetros y tipos de límites que se consideran en metodología SACODE		
Salud	- Viscosidad - TBN	Se considera límites condenatorios del fabricante de motor y límites objetivos.
	- Oxidación - Nitración - Sulfatación	Se considera límites condenatorios del fabricante de motor, límites objetivos y límites estadísticos dato original.
	- Índice de viscosidad	Se emplea límite condenatorio del fabricante de motor.
	- Zinc, como aditivo del aceite	Se considera límite condenatorio del fabricante de motor, límites objetivos y límites estadísticos de dato normalizado.
Contaminantes	- Silicio - Boro - Sodio - Vanadio	Se considera límites condenatorios del fabricante de motor y límites estadísticos de dato normalizado. En el caso del silicio y el sodio se consideran además límites objetivos del fabricante del motor.
	- Hollín	Se considera límite condenatorio del fabricante de motor y límite estadístico de dato original.
	- Agua	Se considera límite condenatorio del fabricante de motor.
Desgaste	- Fe -Al - Cu -Sn - Pb -Ni - Cr	Se considera límites condenatorios y límites objetivos del fabricante de motor y límites estadísticos dato normalizado.
	- Metales de desgaste (suma)	Se considera límites estadísticos de dato normalizado.

Nota: Pozo-Morejón et al. (2014, pp. 206-212) Análisis de aceite en motores de combustión interna estacionarios de planta de generación de energía eléctrica.

### 3.1.1.4. Análisis de aceite

Labañino (2011) en su investigación “El análisis de lubricantes como herramienta del diagnóstico técnico” expresa el disponer de un efectivo sistema de mantenimiento, es necesario poder evaluar el estado técnico de cada uno de los elementos que componen la máquina, para tomar medidas dirigidas no a un conjunto de elementos, sino a cada uno en particular. Para lograr lo anterior se ha desarrollado una rama de la metodología que se dedica al estudio y determinación del estado técnico de cada artículo en explotación con un enfoque individual para restablecer sus requisitos de funcionamiento, que se ha denominado Diagnóstico Técnico.

El Mantenimiento Predictivo se enfoca a los síntomas de falla que se identifican utilizando las distintas técnicas tales como análisis de lubricantes, análisis de vibraciones, y

ensayos no destructivos como: radiografías, ultrasonido, termografía, etc. que permiten detectar los síntomas de inicio de falla de la maquinaria.

El mayor beneficio de la utilización de estas herramientas, es que se logra una alerta temprana que permite planificar un paro técnico para corregir el problema, alcanzando de esta manera una mayor disponibilidad de la maquinaria y una reducción del número de fallas catastróficas.

El hecho de analizar simplemente la máquina para analizar su estado no siempre es posible. El análisis del aceite puede ser realizado con facilidad y ofrecer información acerca de las condiciones operativas de la máquina y del estado del aceite. Por tal razón, a partir de los resultados del análisis del aceite se puede determinar si el lubricante y la máquina se encuentran en buen estado y utilizar esta información para el planteamiento de los programas de mantenimiento predictivo.

Muchos fabricantes de equipos, así como organizaciones internacionales especifican sus propios límites operativos, lo cual permitirá con mayor facilidad y confianza, determinar el momento oportuno para que el aceite sea drenado, así como también, si se debe sustituir alguna pieza del equipo.

La filosofía del Mantenimiento Proactivo, utiliza técnicas que monitorean las condiciones de operación de las máquinas y equipos, las cuales permiten detectar las causas que dan origen a las fallas, para eliminarlas y prolongar la vida del equipo, permitiéndonos además anticipar las fallas antes que se conviertan en catastróficas.

El Análisis de Aceite es una de las técnicas simples, que mayor información proporciona al Administrador de Mantenimiento, con respecto a las condiciones de operación del equipo, sus niveles de contaminación, degradación y finalmente su desgaste y vida útil.

Con el análisis de aceite es posible aplicar técnicas de cambio del lubricante basado en su condición, con lo que se obtienen ahorros importantes.

La importancia de contar con un programa de monitoreo básico para la condición de los aceites lubricantes en servicio, es vital, para asegurar la operación por períodos prolongados y sin problemas de la turbo maquinaria.

La norma ASTM D 4378-97 indica cómo llevar a cabo un programa efectivo de muestreo y pruebas para el aceite lubricante en maquinaria en servicio, con el objetivo de mantener una lubricación efectiva de todas las partes de la turbo maquinaria y proteger el equipo contra problemas que puedan presentarse asociados con la degradación y contaminación del aceite. Como es conocido uno de los factores más importantes para extender la vida útil de un equipo, es la calidad del aceite original con el que trabaja la maquinaria, así como las condiciones de operación dentro del sistema, es decir, el oxígeno presente, las altas temperaturas, los contaminantes; elementos que en conjunto provocan la degradación del lubricante. Es por ello que el acondicionamiento continuo del aceite juega un papel esencial, para acrecentar su vida útil, un método importante para reconocer en qué condiciones se encuentra operando el aceite, es la realización de un muestreo del lubricante con técnicas apropiadas.

Un programa de monitoreo exitoso según la norma ASTM D 4378-97 está basado en la elaboración de un programa de monitoreo a intervalos adecuados, el registro y la interpretación de resultados y finalmente las acciones que deberán tomarse.

A la vez se indican como límites estadísticos o condenatorios a las desviaciones estándar de los promedios históricos normalizados de cada proceso. Los reportes se interpretan como:

- Alerta

- Crítico
- Normal

### 3.1.1.5. Camiones CAT 785D

El Camión Minero 785D se diseñó para proporcionar rendimiento y comodidad, y se construyó para ser duradero. Desarrollado específicamente para minería y aplicaciones de construcción de alta productividad, el camión minero 785D permite mover grandes volúmenes de material a un costo por tonelada más bajo.

- MOTOR: CAT 3512C HD-EUI
- POTENCIA: 1082 kW
- Cilindrada: 58.56 L
- Número de cilindros: 12 en “V”
- Aceite de motor Diesel: 15-40

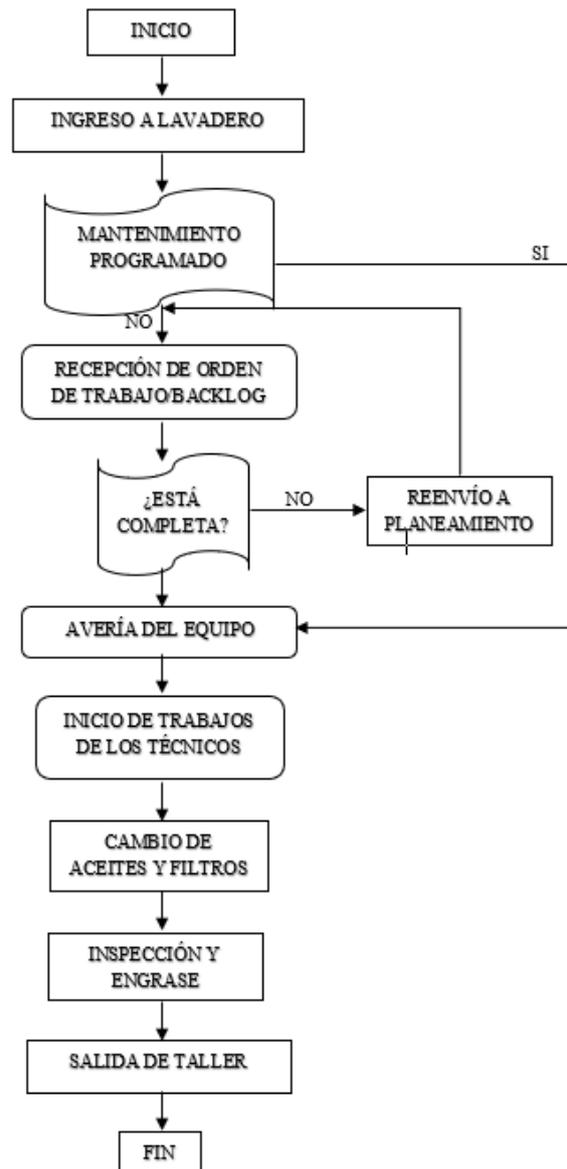
**Figura 5.** *Camión 785D*



Tomada en el parqueo de camiones de la empresa de San Martín Contratistas Generales.

A continuación, se detalla brevemente las actividades realizadas por la empresa San Martín Contratistas Generales para el mantenimiento de los camiones CAT 785D.

**Figura 6.** *Flujograma de actividades de mantenimiento*



## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Las labores realizadas fueron la ejecución de los trabajos de muestreo de aceite en los equipos mineros (camiones de acarreo CAT 785D), la supervisión de personal en el llenado de aceite al cárter en el mantenimiento de cada equipo, elaboración de reportes para el cliente comentando el estado del equipo en prueba, a la vez, el envío diario del status o plan de trabajos diarios y cualquier otra coordinación con la supervisión de mantenimiento mecánico y mantenimiento predictivo.

##### **4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales**

El personal de mantenimiento predictivo designó al grupo Soltrak los siguientes camiones para la prueba:

**Tabla 2.** Equipos asignados para la prueba de desempeño

Código Equipo	Modelo - Marca Equipo	N° Serie Equipo	Modelo - MarcaEquipo	N° Serie Motor	Horas Motor
FC-103	785D - Caterpillar	MSY00193	3512C - Caterpillar	B7F00928	11524
FC-105		MSY00199		B7F00997	4034
FC-117		MSY00460		B7F00578	13341
FC-126		MSY00637		B7F00788	6132

Nota: Elaboración propia.

En la locación de la mina Shougang se tienen los mantenimientos cada 250 horas debido a la condición de los equipos, y el objetivo meta a cumplir es cambiar el intervalo de cambio de aceite de motor de 250 horas a 500 horas, en el cual se procede a detallar las características del producto del aceite en cuestión:

Delo 400 MGX SAE 15W-40 es un aceite para motores de calidad premium que excede muchos de los requisitos de desempeño del sector y de los fabricantes de motores. Es el grado de viscosidad que más recomiendan los fabricantes de equipos originales para motores diésel dentro y fuera de la carretera. Está formulado específicamente para el mercado diésel latinoamericano usando tecnología de aditivos avanzada, a fin de proporcionar una sobresaliente protección para aplicaciones dentro y fuera de la carretera quemando combustibles diésel con alto o bajo contenido de azufre (10 ppm a 5,000 ppm). Se ha probado que funciona con niveles de azufre en combustibles diésel de hasta 5,000 ppm.

### ***Beneficios***

Delo® 400 MGX SAE 15W-40 se recomienda para motores diésel de cuatro tiempos atmosféricos y turboalimentados, en los cuales los fabricantes requieren categorías de servicio API CJ-4, API CI-4 PLUS o API CI-4, junto con un grado de viscosidad SAE 15W-40. También puede usarse en motores de gasolina de cuatro tiempos, cuando se requiere categoría de servicio API SM y viscosidad SAE 15W-40.

- **Costos minimizados de operación**, excepcional dispersancia del hollín y control del desgaste. Los cilindros, pistones, anillos y componentes del tren de válvula están bien protegidos contra el desgaste y la corrosión, lo cual contribuye a una vida útil óptima y un mantenimiento mínimo. Contribuye a maximizar la utilización del vehículo y a minimizar el tiempo de inactividad.
- **Excelente vida del sistema de control de emisiones**, proporciona una vida óptima del Filtro de Partículas Diésel (DPF), para minimizar el tiempo de inactividad y limpieza, con lo cual controla los costos de mantenimiento.
- **Costos de inventario gestionado**, compatible con modelos de motores y categorías de servicios de aceite del API anteriores. Apto para usar en motores de gasolina de cuatro tiempos atmosféricos y turboalimentados, y motores diésel modernos de baja emisión o controlados electrónicamente que exigen aceite para motores de servicio pesado SAE 15W-40.

**Tabla 3.** Motor y modelo del equipo en prueba e indicadores

Motor de Flota en Prueba	ODI Actual (*)	ODI Objetivo
3512C - 785D Caterpillar	250	500

Nota: Elaboración propia.

#### 4.1.2. Alcance de las actividades profesionales

El equipo de soporte del área de Ingeniería de Lubricación de Soltrak se encargará del seguimiento, monitoreo e interpretación de resultados de forma in Situ y remota para incrementar el intervalo de cambio de aceite cada 500 horas, cumpliendo exitosamente la

prueba de seguimiento en cada uno de sus 3 ciclos según lo estipulado en el cronograma de actividades.

A la vez, involucrar una correcta e incisiva supervisión por parte del grupo de trabajo en el llenado del aceite de motor al camión en prueba, con el fin que no existan desviaciones.

Por parte exclusiva de Soltrak, se debe ejecutar el correcto muestreo de aceite a los equipos que se tiene en prueba, eliminando la contaminación del medio ambiente al momento de ejecutar el trabajo, por lo que dependerá mucho el estado que determinemos el análisis, y si en caso llegue a presentar alguna anomalía en dicho resultado, se tomarán inmediatas acciones para solucionar dicho fallo como la calibración de válvulas por contaminación, cambio de componentes por desgaste o filtraciones con otros fluidos, o lo que muchas veces suele suceder, un mal muestreo probablemente, debiendo volver a realizar la prueba de manera correcta.

Se realizará diversos formatos de inspección, reporte, check list con el fin que se lleve un control y se haga un seguimiento también por parte del cliente al emitirle los reportes de condiciones, es así como se llevará a cabo la prueba de aceite.

El protocolo tiene una serie de etapas/ciclos que serán representativas para evaluar el desempeño del aceite Delo® 400 MGX 15W-40, CJ-4, asegurando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, inicialmente manteniendo la frecuencia de drenado.

#### **4.1.3. Entregables de las actividades profesionales**

- Formato check list cambio de aceite de motor camión 785D Caterpillar (Anexo 1).
- Formato check list monitoreo y seguimiento camión 785D Caterpillar (Anexo 2).
- Formato de inspección de herramientas coche lubricador (Anexo 3).
- Formato de inspección de herramientas kit de muestreo (Anexo 4).

- Formato de inspección en campo migración Camión 785D Caterpillar (Anexo 5).

## 4.2. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

### 4.2.1. Metodologías

El área donde desempeño mis labores de Asesor Técnico, los métodos utilizados son:

- **Método experimental**, en el cual se realizó varias prácticas de tomas de muestras de acote en campo con el fin de obtener data específica de cada equipo, pudiendo dar resultados de manera rápida y confiable. Y también eliminar márgenes de error al repetir varias veces la prueba.
- **Método analítico**, en este método se clasificó las distintas causas, razones en las cuales se percibe algún tipo de desgaste o contaminación del aceite en cuestión, con el fin de tener información valiosa.

### 4.2.2. Técnicas

Para la realización de la prueba, se utilizaron las siguientes técnicas:

- *Planificación*: Consiste en establecer parámetros de muestreo de aceite, respetando dicha frecuencia, con el fin de lograr resultados favorables.
- *Observación*: Técnica donde se puede observar o mantener una determinada conducta, en una tarea dada o asignada al personal, conforme a los principios y normas del proyecto, viendo anomalías propias del equipo y con ello, poder avisar o reportar al cliente.

- *Coordinación:* Técnica que realiza diferentes reuniones con la supervisión de las distintas disciplinas, como de las empresas contratistas junto a la oficina técnica, calidad y HSE del proyecto para un fin en común.
- *Contrastación:* Técnica que ayuda a identificar los datos tomados en cada etapa del proyecto mediante documentos que se entregará al cliente al finalizar el montaje del transformador.
- *Comprobación:* Técnica por la cual se puede revisar y corroborar las evidencias de lo que se está construyendo dando fe como concluido.
- *Análisis de aceite,* no solo va a permitir monitorear el estado de desgaste de los equipos, detectar fallas incipientes, sino también establecer un programa de lubricación basado en condición.

#### **4.2.3. Instrumentos**

Los instrumentos de investigación se detallarán a continuación:

- Informes y/o reportes técnicos.
- Plan de trabajos diarios.
- Herramientas de gestión.
- Plataforma Prime 2.3.3 – Soltrak – Aplicación Web.
- Plataforma SOS Web – CAT – Aplicación Web.

#### 4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Los equipos y/o materiales utilizados se detallarán a continuación:

- Bomba manual para muestreo de aceites – Marca CAT.
- Frascos para muestreo.
- Mangueras de muestreo.
- Equipos informáticos.
- Camión lubricador.

### 4.3. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

#### 4.3.1. Cronograma de actividades realizadas

La duración de la prueba en los camiones será de 3 meses aproximadamente para cada equipo ya que los camiones trabajan alrededor de 20 horas diarias, 140 semanales y 560 horas mensuales. Por ello, el grupo de trabajo Soltrak, consideró:

**Figura 7.** Ciclos de funcionamiento para la prueba de desempeño



Tomada del “Protocolo de prueba de desempeño 785D”, por el área de Ingeniería de Lubricación, 2020.

- **Etapa inicial (Flushing)**

Inicia con el drenaje del aceite Mobil Delvac 1 5W-40 y la primera carga de aceite Chevron, que transcurrido las 0.5 hrs de funcionamiento (30 min), se deberá drenar el aceite y cambiar sus filtros respectivos.

Antes del drenaje del aceite Mobil, se debe tomar muestra de aceite nuevo Mobil Delvac 1 SAE 5W-40, muestra de filtro de aceite, aceite usado, refrigerante y combustible.

- **Primera etapa (1er ciclo)**

La etapa inicia después del primer cambio de aceite y la frecuencia de muestreo está definida en la figura 8, adicionalmente se debe tomar muestra de filtro de aceite, refrigerante y combustible. Se cambiará el aceite a las 250 horas con el aceite Delo 400 MGX 15W-40, solo en caso los parámetros del análisis de aceite en servicio no sobrepasen los límites críticos.

Al finalizar la etapa se revisará la variación de la viscosidad y su correlación con los demás parámetros de análisis de aceite.

- **Segunda etapa (2do ciclo)**

La etapa inicia después del segundo cambio de aceite y la frecuencia de muestreo está definida en la figura 8, adicionalmente, se debe tomar muestra de filtro de aceite, refrigerante y combustible. Se cambiará el aceite a las 500 horas, con el aceite Chevron Delo 400 MGX 15W-40 siempre y cuando los parámetros del análisis de aceite en servicio no sobrepasen los límites críticos.

Al finalizar la etapa se revisará la variación de la viscosidad y su correlación con los demás parámetros del análisis de aceite.

- **Tercera etapa (3er ciclo)**

La etapa inicia después del segundo cambio de aceite y la frecuencia de muestreo está definida en la figura 8, adicionalmente se debe tomar muestra de filtro de aceite, refrigerante y combustible. Se cambiará el aceite a las 500 horas con el aceite Chevron Delo 400 MGX 15W-40, solo en caso que los parámetros del análisis de aceite en servicio no sobrepasen los límites críticos.

Al finalizar la etapa se revisará la variación de la viscosidad y su correlación con los demás parámetros de análisis de aceite.

**Figura 8.** Frecuencia de muestreos para los equipos en prueba CAT 785D

Horas Aceite	Flushing	Primer Ciclo	Segundo Ciclo	Tercer Ciclo
0.5				
100				
200				
250				
300				
350				
400				
450				
500				
550				

LEYENDA	
	Muestra de aceite de motor
	Muestra de refrigerante
	Muestra de Diesel
	Inspeccion de filtro

Tomada del “Protocolo de prueba de desempeño 785D”, por el área de Ingeniería de Lubricación, 2020.

#### **4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales**

El equipo de soporte Soltrak realizará, en resumen, las siguientes actividades:

- Difundir la migración de aceite de motor y prueba de desempeño Chevron a todo el personal involucrado de San Martín Contratistas Generales - Shougang.
- Supervisar la ejecución de los cambios de aceite y rellenos de los equipos en prueba.
- Suministrar el kit de muestreo que se requiera.
- Realizar la toma de muestras, según plan de muestreo o por monitoreo.
- Enviar reportes diarios de seguimiento de la prueba y reportes de estado de la prueba.

**Tabla 4. Responsabilidades del personal involucrado**

No.	Actividad	Descripción	Responsable
1	Revisar y aprobar el protocolo de migración y extensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisión del protocolo de prueba elaborado bajo los lineamientos indicados por SMCG.</li> <li>✓ Aprobación del protocolo mediante la firma de ambas partes (Soltrak y SMCG)</li> </ul>	SOLTRAK SMCG
2	Gestionar recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El Asesor Comercial en coordinación con SMCG deberá gestionar la entrega del aceite para la prueba.</li> </ul>	Asesor Comercial SOLTRAK SMCG
3	Comunicar	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Antes del inicio de la prueba se deberá hacer una difusión del protocolo de pruebas a todas las áreas involucradas. La difusión se hará vía: correo electrónico, verbales, por escrito y reuniones virtuales.</li> </ul>	Asesor técnico Ingeniero de lubricación SMCG
4	Aplicar aceite Chevron	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Antes del cambio del lubricante, se toma las muestras de aceite usado.</li> <li>✓ Realiza el correcto drenado, cambio de aceite y filtros.</li> <li>✓ Se llena el cárter con aceite Delo® 400 MGX 15W-40.</li> <li>✓ Identifica el equipo con las siguiente etiqueta:</li> </ul>	Asesor técnico SOLTRAK SMCG
5	Programar muestreos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Con la información de horómetros diarios, en coordinación con SMCG y considerando el plan de muestreo de prueba, el Asesor Técnico / Ingeniero de Lubricación enviará vía correo electrónico y mensaje de texto (whatsapp) la programación de muestreo de aceite.</li> </ul>	SOLTRAK
6	Realizar el muestreo de aceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Toma las muestras de aceite en servicio según programación de muestreos.</li> </ul>	SOLTRAK
7	Cambiar aceite Flushing Primera Etapa Segunda Etapa Tercera Etapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Después de la finalización de cada etapa de prueba se realizará el cambio del aceite.</li> <li>✓ Antes del cambio del lubricante, se toman las muestras (aceite usado, filtros, refrigerante y combustible)</li> <li>✓ Supervisará el correcto drenado, cambio de aceite y filtros.</li> <li>✓ Se llena el cárter con aceite Delo® 400 MGX 15W-40</li> <li>✓ Verifica el estado de la etiqueta que identifique el solo uso de aceite de motor Chevron Delo® 400 MGX 15W-40</li> </ul>	SOLTRAK SMCG
8	Enviar muestras Mina - Lima	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se envían las muestras etiquetadas a Lima para su análisis. Las muestras deben adjuntar un registro impreso y cargo.</li> </ul>	SOLTRAK
9	Enviar muestras Agencia Lima - Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recoge las muestras de la agencia para su respectivo envío a los laboratorios.</li> </ul>	SOLTRAK
10	Realizar inspección y rellenos de aceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El relleno se realizará según requiera en cada intervención del equipo. <i>En caso de programación de toma de muestra de aceite usado, este se debe realizar antes del relleno.</i></li> </ul>	SMCG SOLTRAK
11	Reportar condición del aceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interpreta y reporta la data de análisis de aceite después de cada emisión de resultados del laboratorio. Se debe evaluar el análisis de otros datos como: descarga de datos del motor, registros de relleno e inspección de filtro.</li> </ul>	Asesor técnico Ingeniero de lubricación SOLTRAK
12	Presentar resultados finales de prueba	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presenta los resultados después de cada etapa finalizada.</li> </ul>	SOLTRAK

Nota: Información adaptada de “Protocolo de desempeño 785D”, por el área de Ingeniería de Lubricación Soltrak, 2020.

Los límites condenatorios para el motor 3512C (CAT 785D) es el siguiente:

**Tabla 5.** Límites condenatorios motor CAT 3512C

Parametros	Unidad	SMCG			
		LCI	LPI	LPS	LCS
Viscosidad 100°C	cSt	13.2	13.6	15.2	16.3
Numero Basico	mgKOH/g	4	5		
Oxidación	UFM				25
Nitración	UFM				25
Sulfatación	UFM				25
Soot	UFM			40	60
Soot	%			1.5	2.5
Sodio	ppm			4	8
Potasio	ppm			4	8
Cobre	ppm			11	15
Hierro	ppm			16	19
Cromo	ppm			2	3
Aluminio	ppm				5
Plomo	ppm			3	4
Silicio	ppm			8	10
Estaño	ppm				3

Nota: Información adaptada de “Protocolo de desempeño 785D”, por el área de Ingeniería de Lubricación, 2020.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

- Se incrementó el intervalo de cambio de aceite de motor cada 500 horas, logrando una correcta implementación del aceite Chevron en los equipos designados evaluando el desempeño en cada etapa de prueba (Anexo 18).
- La disponibilidad de los camiones seleccionados después de la prueba corrobora indudablemente menores tiempos muertos, mayor producción y sobre todo seguridad en el equipo (Anexo 17).
- Se tomó acciones correctivas en los equipos que se encontraban en precaución por algún indicador ligeramente elevado, cambiando la frecuencia de muestreo manteniéndose en los parámetros normales (Camión FC-126).
- Se estimó el cálculo de los costos anuales en los aceites, generando un ahorro considerable para la empresa, siendo beneficioso en la producción (Anexo 19).

## **5.2. LOGROS ALCANZADOS**

- Se validó de manera exitosa el uso del aceite Chevron Delo 400 MGX 15W-40 en las operaciones de Shougang Hierro Perú, alcanzando las 500 horas de trabajo en los equipos designados CAT 785D, rindiendo correcta y eficientemente la prueba de desempeño, manteniéndose en los parámetros de los límites condenatorios.
- Se cumplió satisfactoriamente las pruebas en todos los camiones de acarreo que entregó el cliente de San Martín Contratistas Generales para ejecutar la prueba de desempeño, llegando muchas veces más de las 500 horas de trabajo, dejando la idea y el optimismo que nuestro aceite Chevron puede llegar incluso a más horas de trabajo.
- El personal técnico de mantenimiento fue capacitado, al igual que el personal de mantenimiento predictivo en la ejecución de la toma de muestras al equipo, con el fin de hacer una buena preservación del lubricante Chevron.

## **5.3. DIFICULTADES ENCONTRADAS**

- El poco apoyo brindado por el personal técnico de mantenimiento mecánico al no facilitarnos la ejecución de muestras en el taller.
- Los buses o camiones de traslado de encomiendas demoraban en llegar al laboratorio de Lima. Nuestro grupo de trabajo tomaba las muestras y ese mismo día las enviaba a Lima en la agencia, la demora de los buses fue por problemas mecánicos y/o administrativos, no era siempre, pero había esa falencia.

## 5.4. PLANTEAMIENTO DE MEJORAS

### 5.4.1. Metodologías propuestas

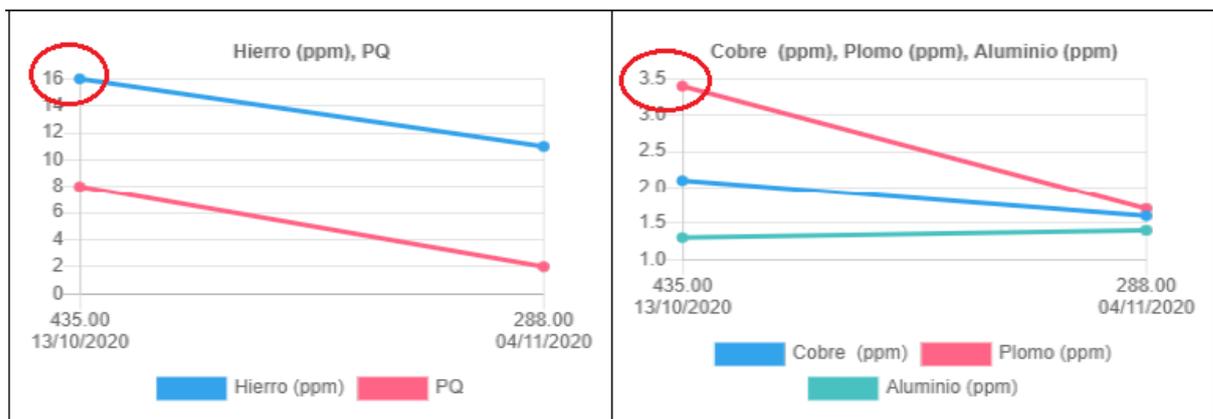
- Se cambió en algunos casos la frecuencia de muestreo a los equipos por condición, de 100 horas a 50. Con el fin de llevar un mejor seguimiento y control a los equipos.
- Se realizó turno noche en nuestro grupo de trabajo para tener el seguimiento exacto en los equipos. Anteriormente, el grupo realizaba labores solo turno día.
- Se rotuló los camiones en prueba con el aceite Chevron para que no exista confusiones en agregar un fluido distinto al que se tiene por parte del personal de mantenimiento de San Martín al momento de realizar un relleno de aceite o cambio.

## 5.5. ANÁLISIS

### 5.5.1. Camión de acarreo CAT 785D (FC-103)

Se empezó con las muestras del aceite anterior, en este caso, el aceite antiguo (Mobil Delvac 1 5W-40) con 435 horas, presenciando niveles de Fierro y Plomo elevados ligeramente (16 y 3,4 ppm respectivamente), y a la vez divisaba una mínima presencia de sodio (agua).

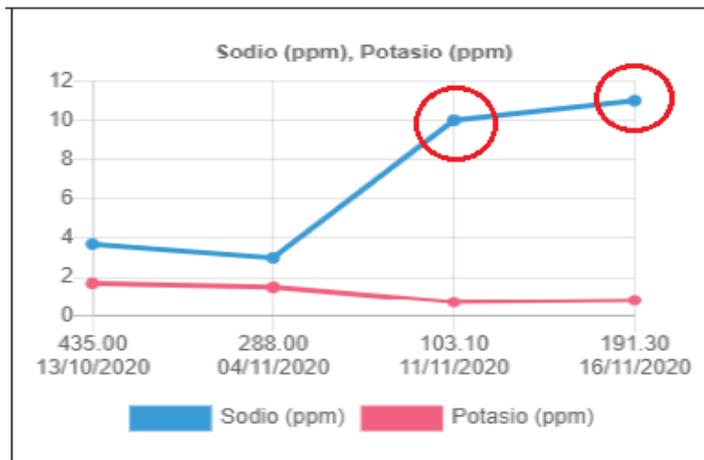
**Figura 9.** Análisis de resultados FC-103



Información tomada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

Luego, se procedió con la migración al aceite Chevron, haciendo el muestreo tal como indicaba el plan (cada 100 horas), observando en los resultados obtenidos que los niveles estaban en normalidad, solo que la presencia del sodio se mantenía en precaución (10 y 11 ppm en sus muestreos de 100 y 200 horas). Pudiendo sospechar que no se realizó un buen flushing, quedando residuos del otro aceite dentro del equipo.

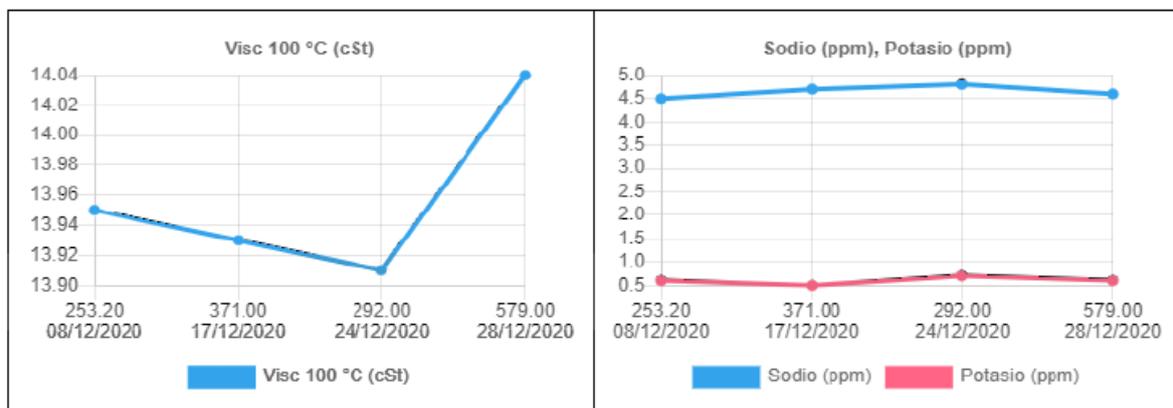
**Figura 10.** Análisis de resultados FC-103



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

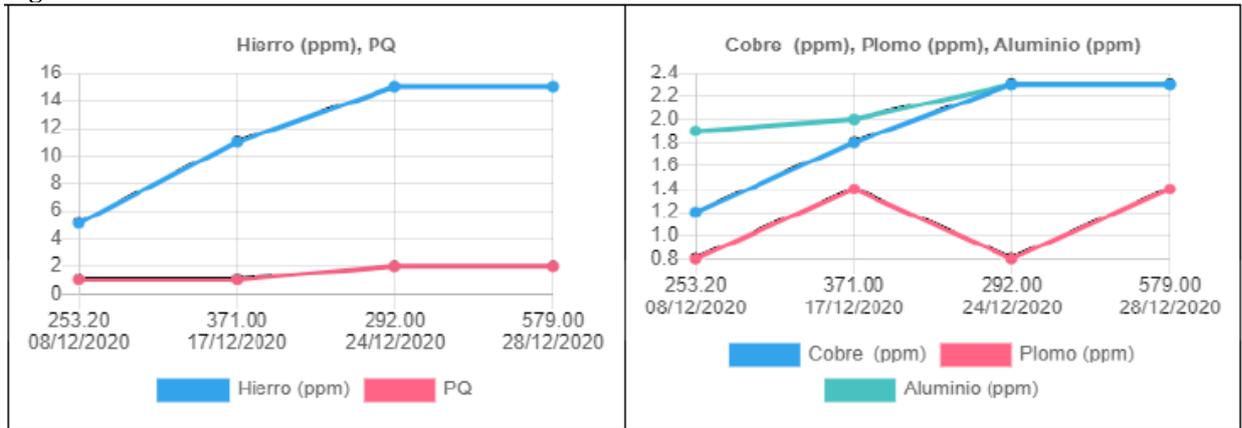
Una vez culminada la 1era etapa (279 horas), se procedió a drenar el aceite para dar inicio a la 2da etapa. Y se observó en el siguiente análisis: los resultados fueron normales en todas sus condiciones, llegando sin ningún problema a las 500 horas de trabajo (579 hrs), culminando la 2da etapa para dar inicio a la 3ra.

**Figura 11.** Análisis de resultados FC-103



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

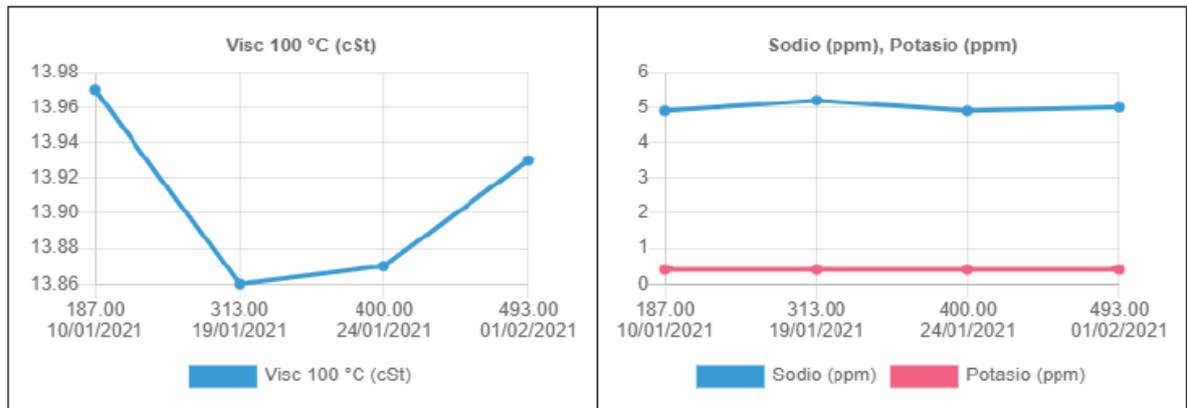
**Figura 12. Análisis de resultados FC-103**



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

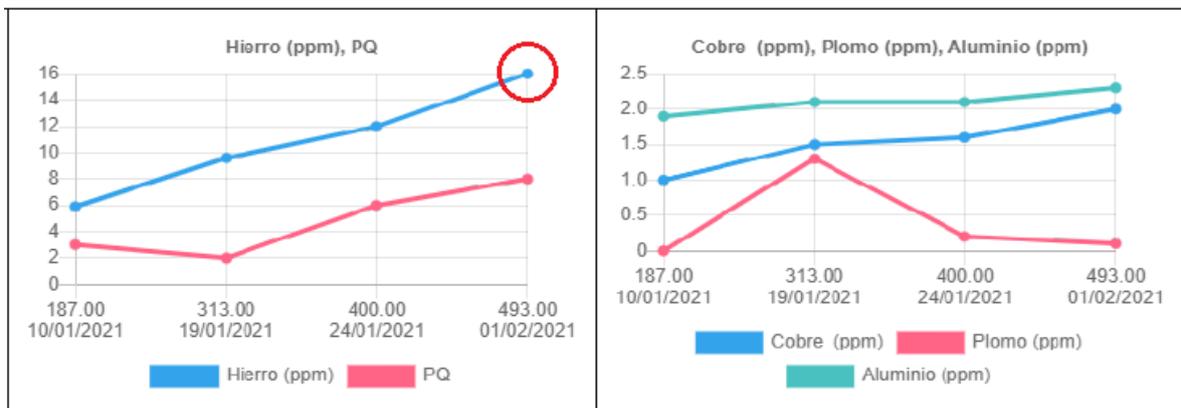
De igual manera, prosiguió la 3ra y última etapa (493 horas), dando resultados con aceptabilidad en niveles normales, solo se presencié un pequeño aumento de Fierro (16 ppm), sin consecuencia alguna en los siguientes análisis.

**Figura 13. Análisis de resultados FC-103**



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

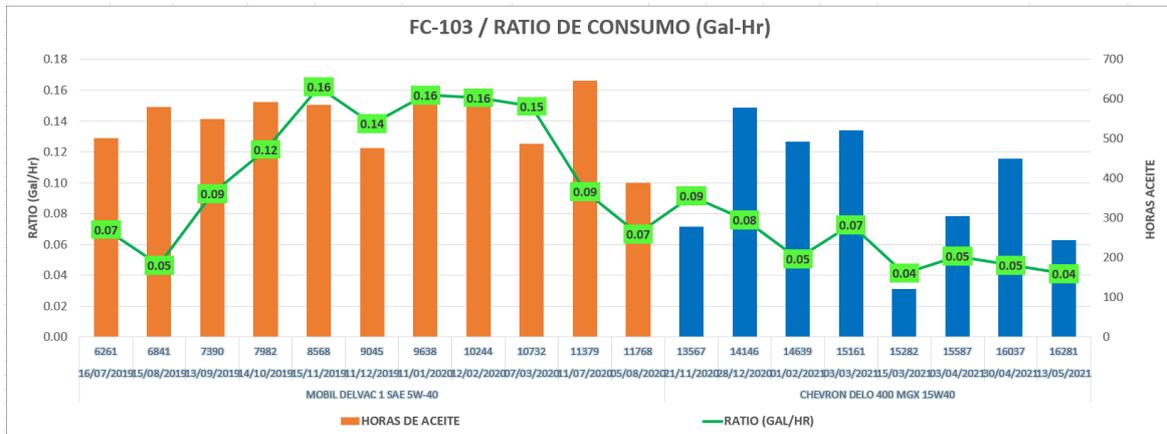
**Figura 14. Análisis de resultados FC-103**



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

En la evaluación de ratios en el consumo de aceite para el equipo, se nota un menor relleno de aceite, según la gráfica:

**Figura 15.** Ratio de consumo de aceite de motor FC-103

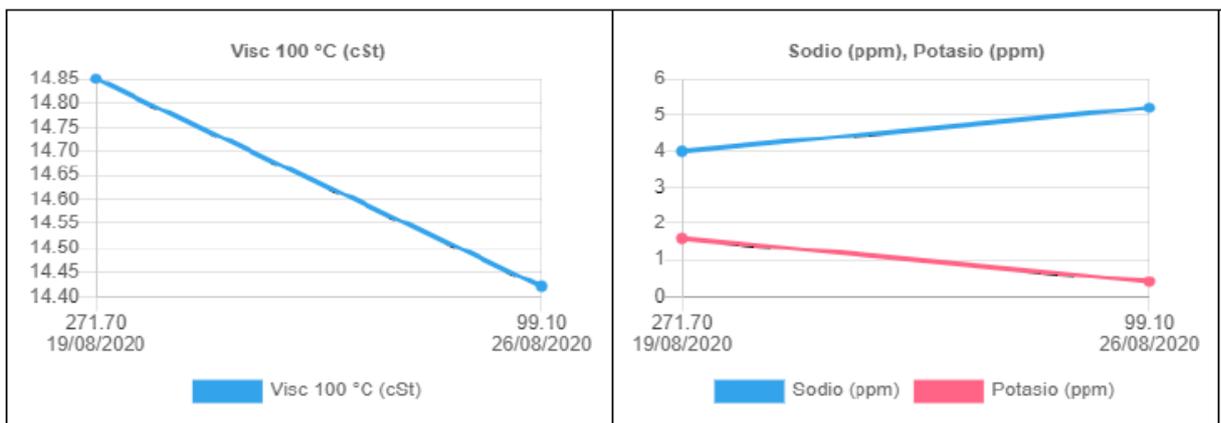


Información brindada por el Grupo Soltrak.

### 5.5.2. Camión de acarreo CAT 785D (FC-105)

Inició la prueba con la migración al nuevo aceite en prueba (Chevron Delo 400 MGX 15W-40) a las 271 horas, observando en el último muestreo del aceite Mobil las condiciones en estado normal según el resultado del laboratorio.

**Figura 16.** Análisis de resultados FC-105

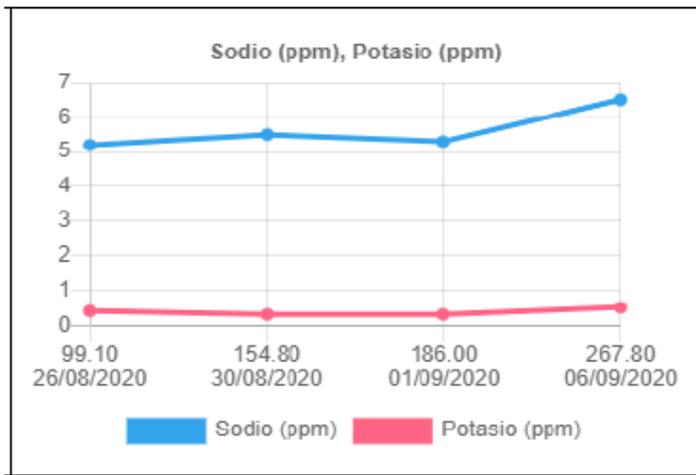


Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

Según protocolo de prueba, se hizo el cambio de aceite a las 267 horas, indicándonos un indicador de Silicio ligeramente elevado (9,1 ppm), culminando así la primera etapa.

Al iniciar el segundo ciclo o etapa, en el muestreo de 100 horas, el laboratorio nos brindó resultados correctos dentro de los parámetros normales. Sólo la observación de una presencia Sodio ligeramente elevado (9,2 ppm).

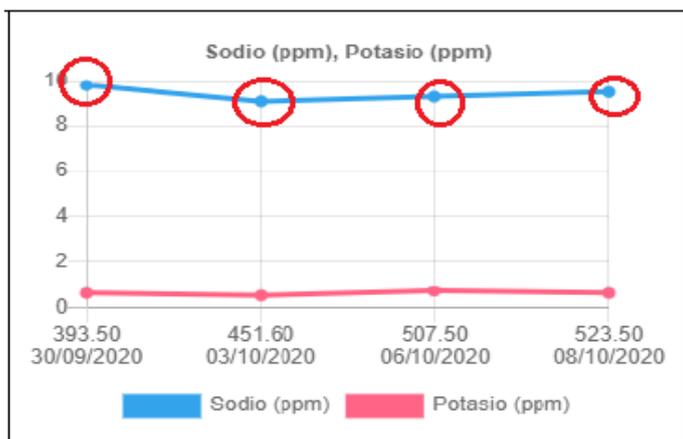
**Figura 17.** Análisis de resultados FC-105



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

Luego inició la segunda prueba, donde se observó y se mantuvo el Sodio en todos los muestreos (cada 50 horas el muestreo de aceite por condición), pudiendo haber trazas de agua. Se realizó el cambio de aceite a las 523 horas, cumpliendo el protocolo.

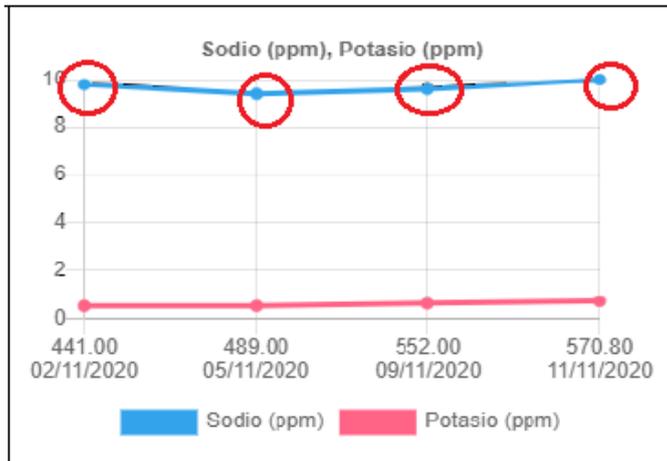
**Figura 18.** Análisis de resultados FC-105



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

Finalmente, al llegar a la tercera etapa, todos los parámetros se encontraron en condiciones normales, pero si se siguió manteniendo los niveles de Sodio terminando en el último muestreo para su mantenimiento (570 horas).

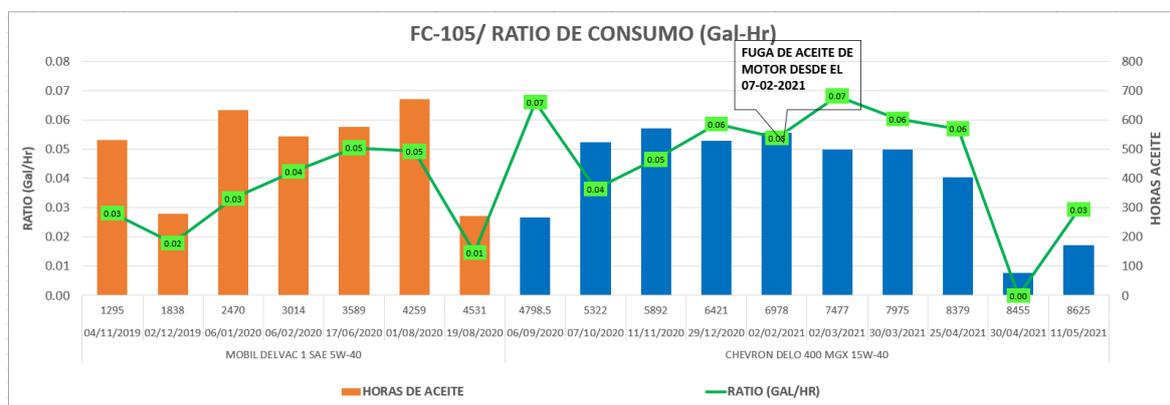
**Figura 19.** Análisis de resultados FC-105



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

En la gráfica de consumo de aceite de motor, la ratio de consumo del equipo FC-105, se observa que la tendencia se mantiene, pero ya después de un tiempo, tiende a bajar, apareciendo algunos eventos más adelante, pero ya pasando muchas etapas después de la prueba de seguimiento.

**Figura 20.** Ratio de consumo de aceite de motor FC-105

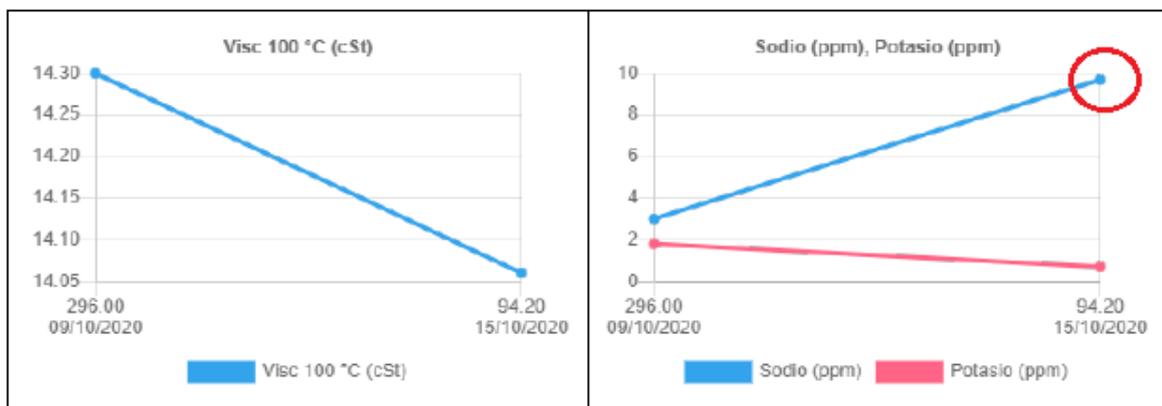


Información brindada por el Grupo Soltrak.

### 5.5.3. Camión de acarreo CAT 785D (FC-117)

Se realizó la prueba para este equipo asignado, empezando con la toma de muestra de aceite antiguo Mobil (296 horas) para saber en qué estado se encuentran y se logra visualizar que se encuentra en buen estado. Una vez hecho dicho cambio, inició la migración a aceite Chevron haciendo trabajar a dicho equipo según lo programado a 250 horas, que para este equipo se realizó su cambio a las 258 horas.

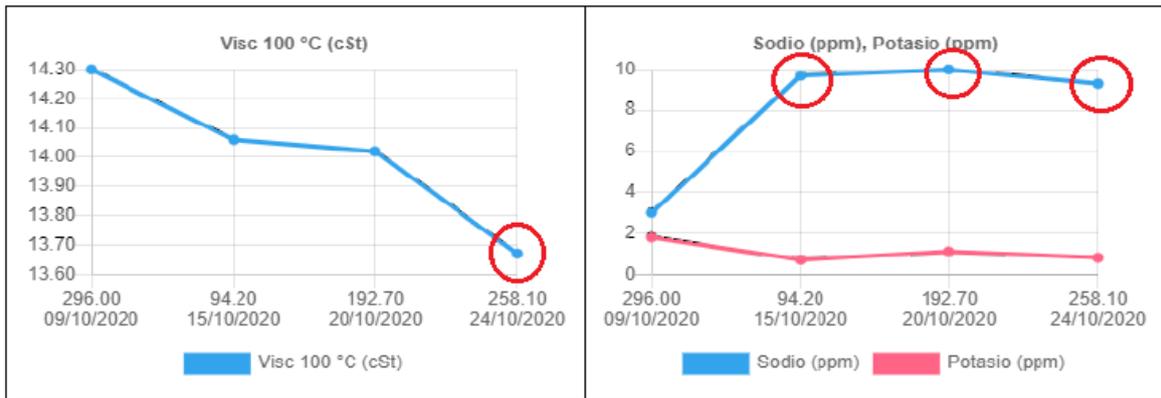
**Figura 21.** Análisis de resultados FC-117



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

Pero se identifica en los muestreos programados a dicho equipo cada 100 horas, que existe presencia de Sodio de manera ligera y una disminución de la viscosidad, que se puede detallar en varios factores, nuestro equipo de trabajo destacó la hipótesis en la cual no se hizo un buen flushing quedando restos del aceite antiguo dentro del motor, por ende, se creó una dilución alterando las condiciones del nuevo aceite Chevron.

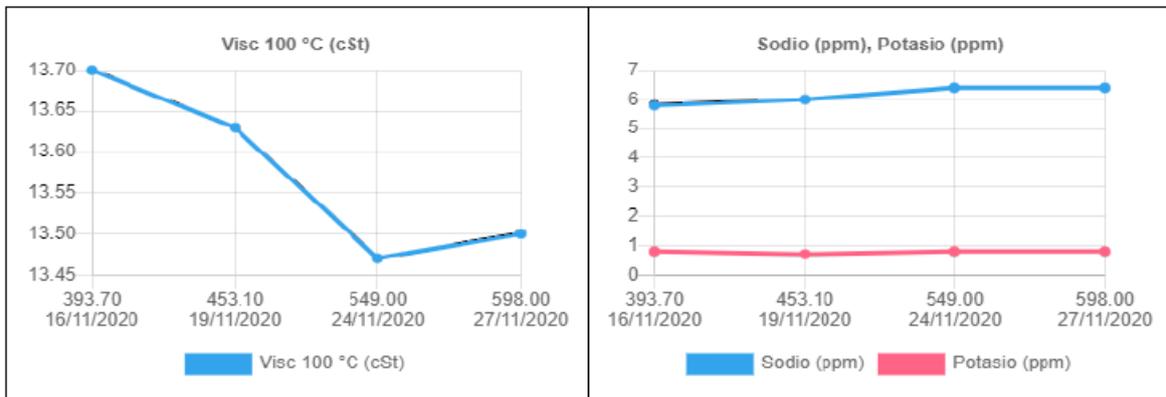
**Figura 22.** Análisis de resultados FC-117



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

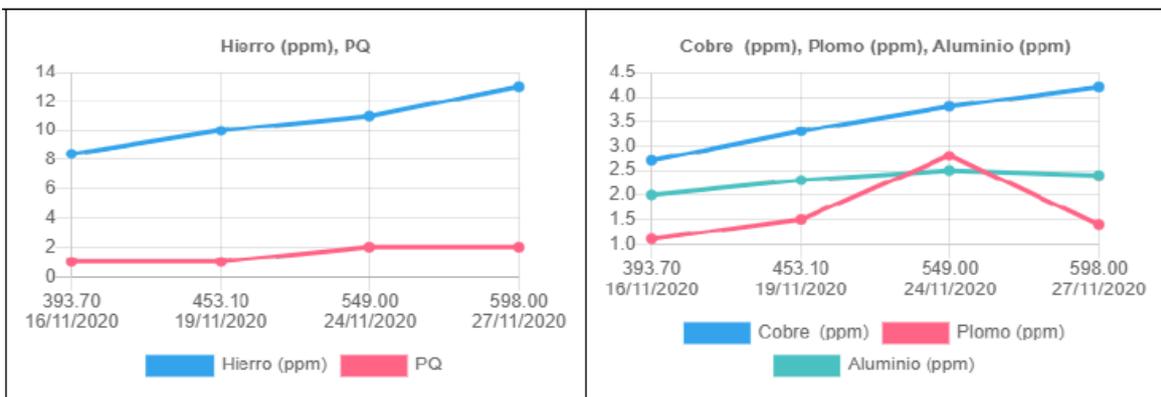
Luego de eso pasó a la segunda etapa (el aceite drenado a las 598 horas), nuestra hipótesis fue la correcta, los monitoreos de cada muestra de aceite indica un estado normal, sus parámetros dentro de lo indicado, manteniendo una tendencia notable.

**Figura 23.** Análisis de resultados FC-117



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

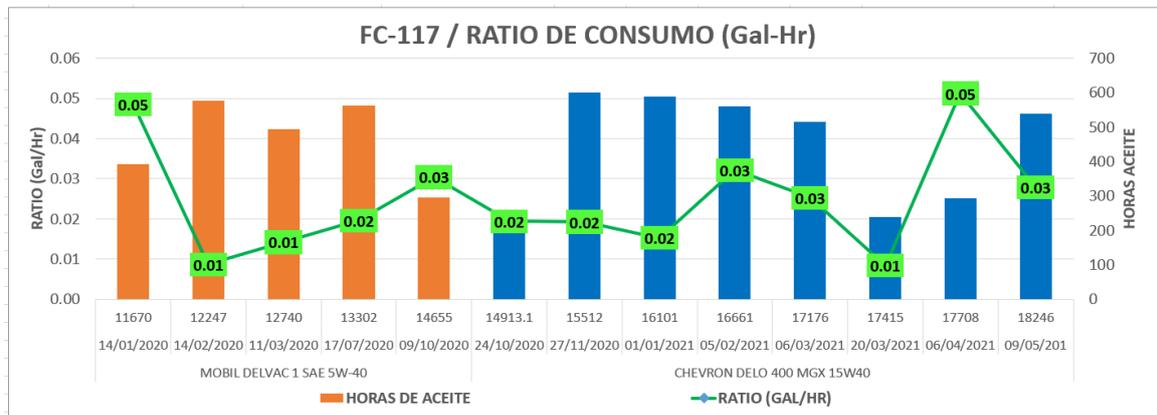
**Figura 24.** Análisis de resultados FC-117



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

De igual manera, prosiguió la tercera etapa para el equipo en prueba, llegando a las 589 horas de trabajo para realizar su mantenimiento, en el cual los análisis rindieron de manera satisfactoria sin ninguna anomalía.

**Figura 25.** Ratio de consumo de aceite de motor FC-117



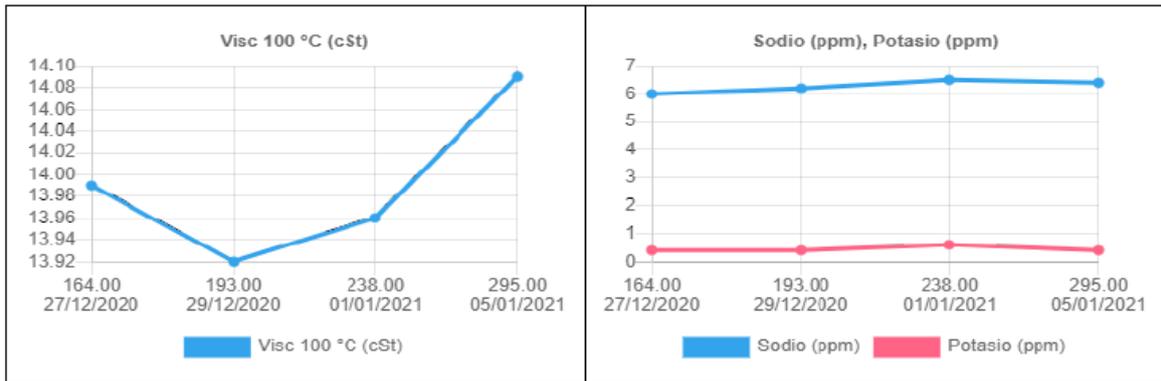
Información brindada por el Grupo Soltrak.

Se observa en el equipo FC-117, mantiene la tendencia como estaba anteriormente con el aceite antiguo, solo que se puede apreciar que el equipo llega a trabajar algunas horas más de lo estipulado como se veía en las anteriores gráficas, siendo un punto a favor del aceite Chevron.

#### 5.5.4. Camión de acarreo CAT 785D (FC-126)

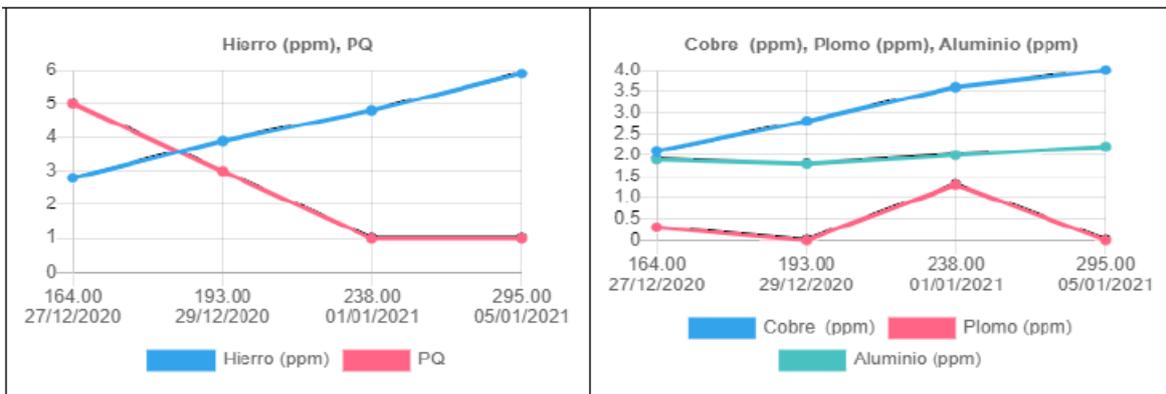
Se realiza la prueba en el camión asignado (FC-126), empezando el flushing de 30 minutos, para después realizar el muestreo al camión cada 50 horas por coordinación del grupo de trabajo de Soltrak, en el cual los resultados nos muestran indicadores positivos, pasando sin ningún percance la primera etapa de la prueba (295 horas de trabajo).

**Figura 26. Análisis de resultados FC-126**



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

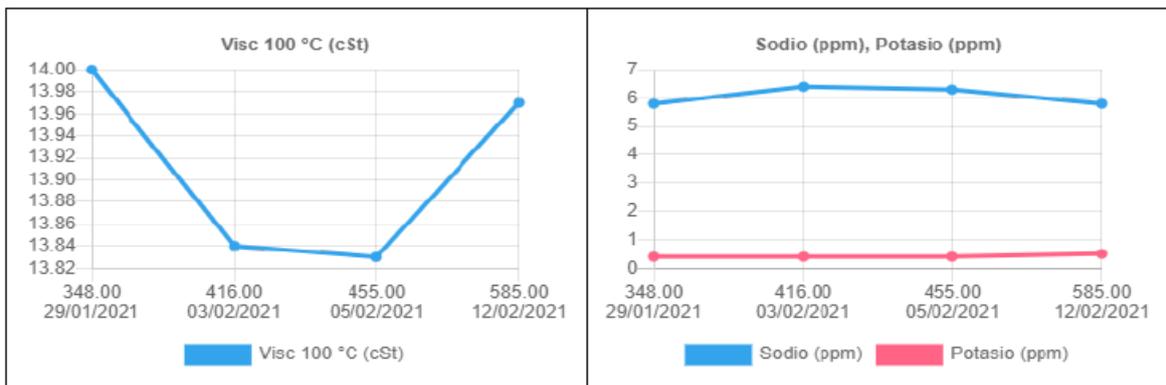
**Figura 27. Análisis de resultados FC-126**



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

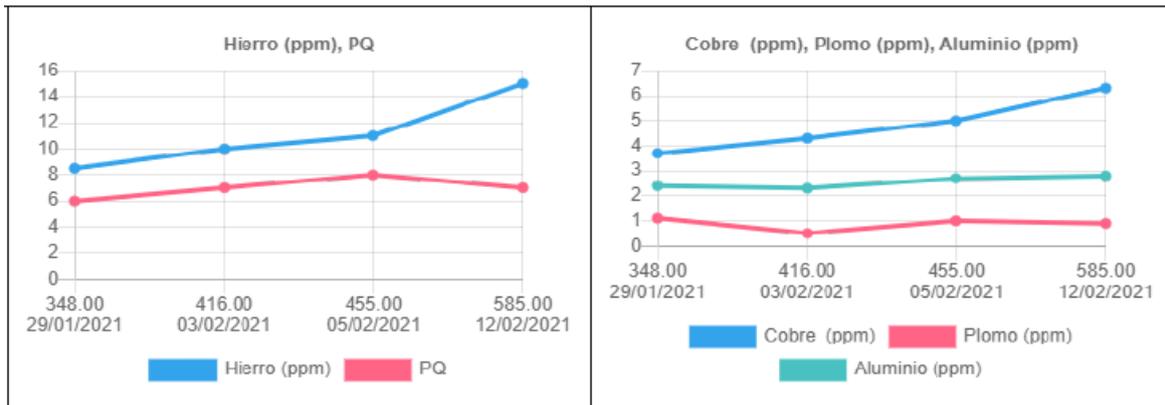
Continuando con la siguiente etapa, se monitoreo el equipo al igual que la primera etapa cada 50 horas, observando minuciosamente que los análisis de aceite son satisfactorios manteniendo la tendencia de línea normal, llegando a su mantenimiento a las 585 horas sin ningún problema.

**Figura 28. Análisis de resultados FC-126**



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

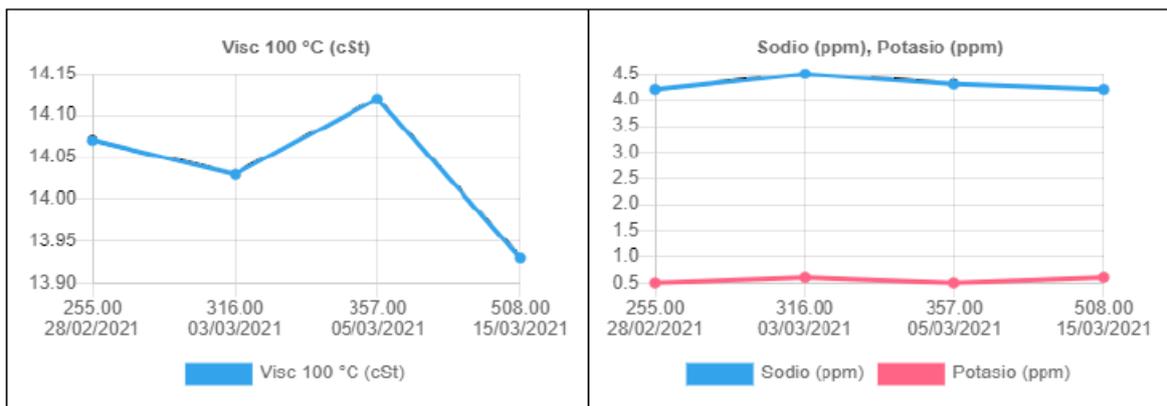
**Figura 29.** Análisis de resultados FC-126



Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

Para dar inicio a la tercera prueba, se hizo el drenado respectivo de aceite de motor para agregar el nuevo aceite Chevron, donde nuevamente se observó los niveles viscosidad, hollín, silicio, fierro, plomo cobre, entre otros elementos, en su normalidad, no habiendo trazas de agua o combustible en todo el proceso de la prueba. Se cambió el aceite a las 508 horas según el área de planeamiento, pudiendo llegar a trabajar muchas horas según nuestros estudios de análisis de aceite.

**Figura 30.** Análisis de resultados FC-126

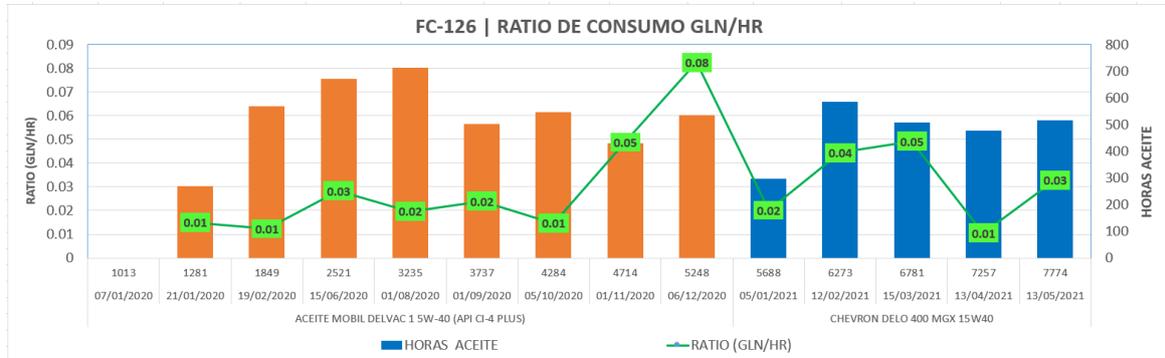


Información adaptada del laboratorio Soltrak, plataforma web Prime.

En el siguiente gráfico de ratio de consumo del equipo FC-126, se observó que la tendencia con el aceite antiguo es inestable, llegando a picos de 0,08; en cambio, con el aceite

nuevo Chevron en cada cambio de aceite la tendencia se mantiene normal llegando incluso a bajar en la cuarta etapa mostrando el ratio de 0,01.

**Figura 31.** Ratio de consumo de aceite de motor FC-126



Información brindada por el Grupo Soltrak.

## 5.6. APOORTE DEL BACHILLER EN LA EMPRESA

- Se difundió correctamente el plan de trabajos al personal técnico de San Martín Contratistas Generales, detallando paso a paso el procedimiento para ejecutar las labores de migración de aceite, toma de muestras e incluso rellenos del fluido.
- Se programó los muestreos de aceite según los horómetros diarios de los equipos, en coordinación con el área de Mantenimiento Predictivo y el área de Ingeniería de Lubricación de la empresa.
- Se supervisó la ejecución de los trabajos que se realizaron en los equipos, como un correcto drenado de aceite, cambio de filtros y cambio de aceite.
- Se llevó a cabo la rotulación a los equipos designados con unas etiquetas, las cuáles indican qué tipo de aceite y marca se debe agregar al componente (motor) identificando el solo uso de aceite Chevron Delo 400 MGX 15W-40, con el fin que no ocurra imprevistos como agregar un aceite incorrecto.

- Se ejecutó el envío de muestras al laboratorio Soltrak ubicado en Lima - Callao, manteniendo el orden y la limpieza de las muestras con el objetivo de no alterar posibles falsos resultados.
- Se reportó constantemente las condiciones de aceite al cliente (SMCG) después que el laboratorio emitiera la data de análisis de aceite, con el fin de mantener la comunicación y la información precisa de sus equipos. Como también presentar los resultados finales después de cada etapa finalizada.
- Se logró también la inclusión de las gráficas de análisis de resultados, ya que anteriormente el laboratorio enviaba resultados sin gráficas de tendencia, es por ello que se insistió al área de Supervisión de Laboratorio y al área de Sistemas para que se ejecute esta propuesta. Nos sirve bastante para determinar y/o analizar cualquier desviación de manera rápida y a la vez didáctica.

## CONCLUSIONES

- Se validó exitosamente la prueba de desempeño de aceite de motor con el aceite Chevron en la flota de camiones CAT 785D en la mina de Shougang Hierro Perú para el cliente de San Martín Contratistas Generales del distrito de San Juan de Marcona, provincia de Ica, obteniendo 500 horas de trabajo manteniendo una tendencia correcta en los niveles de salud, contaminación y desgaste (Anexo 18).
- Se difundió el protocolo de pruebas de desempeño de aceite Chevron Delo 400 MGX 15W-40 a todo el personal de mantenimiento, implementando controles de inspección para futuros trabajos, tales como:
  - ❖ Formato check list de drenado y llenado de aceite (Anexo 1).
  - ❖ Formato check list de monitoreo de condición del camión CAT 785D (Anexo 2).
  - ❖ Formato de inspección de herramientas camión lubricador (Anexo 3).
  - ❖ Formato de inspección del kit de muestreo (Anexo 4).
  - ❖ Formato de inspección en campo del camión CAT 785D (Anexo 5).
- Los costos en estos 4 camiones en la prueba generaron un ahorro anual importante para la empresa de \$ 27220.60 dólares, pudiendo alcanzar mayor ahorro de costos migrando a toda la flota de camiones de la operación de SMCG (Anexo 19).
- El uso de los lubricantes Chevron Delo 400 MGX 15W-40 es seguro en los motores Diesel de los equipos CAT 785D, ya que cumplió con las expectativas en el funcionamiento respetando los tiempos de vida útil del aceite en el motor, alcanzando incluso más horas de funcionamiento de la que indica el fabricante para su cambio.
- El análisis de aceite cumple un factor valioso y notable para determinar o detectar de manera concreta las posibles fallas que pudieran ocasionar los equipos en el futuro, evitando así, un impacto negativo por paradas, tiempos muertos y/o costos, anticipándose a la avería. Como medida preventiva, se tomó acciones en los equipos que presentaban

cierta anomalía según su reporte de análisis, como bajar la frecuencia de muestreo de aceite para tener una respuesta más rápida de los equipos y poder tomar acción ante ello.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener la frecuencia de mantenimiento a los equipos de la flota CAT 785D, cada 500 horas, y a la vez hacer el seguimiento respectivo en los muestreos correspondientes para un correcto y seguro análisis de aceite.
- Mantener los controles administrativos que se implementaron para llevar a cabo la prueba de desempeño a los equipos, como los formatos de inspección del aceite y del check list de herramientas, kit de muestreo y de evaluación de los camiones en campo.
- Preservar la línea de aceite con la marca Chevron para motores de combustión interna en los demás equipos de la flota de equipo mayor, como palas hidráulicas, perforadoras, flota auxiliar y demás camiones faltantes, ya que hay un antecedente comprobado que el aceite en mención es seguro y, tiene el soporte y la garantía necesaria para trabajar en las demás flotas. Ello también generará grandes ahorros de dinero en favor del cliente de San Martín Contratistas Generales.
- Realizar seguimiento constante en el monitoreo de condiciones a los equipos de la flota, ya que pueden verse afectados en cualquier momento, y el fin es anticiparse a la avería, siguiendo los lineamientos de inspección, análisis y reporte de la condición.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTMANN. El análisis de aceite como herramienta del mantenimiento proactivo en flotas de Maquinaria Pesada. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/notas/0607lubricacion.pdf>
- BATISTA, C. Un enfoque diferente en el diagnóstico técnico. *Ingeniería Mecánica*. 2008, vol. **11**, núm. (3), 29-32 pp. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. Ciudad de La Habana, Cuba.
- CAT. Ficha técnica camión minero 785D. Disponible en: [https://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks/18089285.html](https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/off-highway-trucks/mining-trucks/18089285.html)
- CHEVRON. Ficha técnica del producto. 2015-2016. Disponible en: [https://static.soltrak.com.pe/fcsaprdsoltrak01/2020/03/Ficha-tecnica\\_Chevron\\_Delo\\_400\\_MGX\\_15W40.pdf](https://static.soltrak.com.pe/fcsaprdsoltrak01/2020/03/Ficha-tecnica_Chevron_Delo_400_MGX_15W40.pdf)
- CHEVRON. Producto Delo 400 MGX. Disponible en: [https://latinamerica.chevronlubricants.com/es\\_mx/home/products/delo-400-mgx.html](https://latinamerica.chevronlubricants.com/es_mx/home/products/delo-400-mgx.html)
- NORIA. Cuatro contaminantes letales para los motores Diesel. 2013. Disponible en: <https://noria.mx/lublearn/identificando-las-etapas-de-la-oxidacion-del-aceite>
- NORIA. Identificando las etapas de la oxidación del aceite. 2017. Disponible en: <https://noria.mx/lublearn/identificando-las-etapas-de-la-oxidacion-del-aceite/>
- PLATAFORMA PRIME 2.3.3. Servidor web descarga de resultados de análisis de aceite. Disponible en: <http://104.210.8.160/Prime>
- POZO-MOREJON, Juan A et al. Análisis de aceite en motores de combustión interna estacionarios de planta de generación de energía eléctrica. *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia* [online]. 2014, vol.**37**, n.(3), pp. 206-212. ISSN 0254-0770.

RUIZ, M. Implantación de un laboratorio de análisis de aceites industriales. Tesis (Maestro en Administración Industrial). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013, 107 pp. [fecha de consulta: 07 de agosto de 2021].

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Formatos

Ficha 1: Formato Check List Cambio de aceite de motor Camión 785D

	ÁREA - INGENIERÍA DE LUBRICACIÓN - PRUEBA DE DESEMPEÑO		
	DRENADO Y LLENADO DE ACEITE MOTOR 3512C - CAMIONES 785D CATERPILLAR		

ETAPA DE PRUEBA			
Aplicación	<input type="checkbox"/> Inicial (Lavado) <input type="checkbox"/> Primera (1er Ciclo) <input type="checkbox"/> Segunda (2do Ciclo) <input type="checkbox"/> Tercera (3er Cic) <input type="checkbox"/> Otra:		
CLIENTE	PROYECTO	LOCACIÓN	
San Martín Contratistas Generales	Shougang		
ELABORADO POR	FECHA   HORA INICIO	FECHA   HORA FINALIZACIÓN	
ACEITE ANTERIOR	ACEITE EN PRUEBA   NÚMERO DE LOTE	MOTIVO DE PARALIZACIÓN   OT	
	CHEVRON DELO 400 MGX 15W-40		
EQUIPO		MOTOR	
CÓDIGO INTERNO	Nº SERIE	MARCA	CATERPILLAR
MARCA	CATERPILLAR	HORÓMETRO	MODELO
MODELO	785D	RESPONSABLE / TÉCNICO LIDER	Nº SERIE
			3512C

**1. INSUMOS A UTILIZAR**

TOMA DE MUESTRAS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.
1	Frascos para toma de muestras de aceite	2	und
2	Frascos para toma de muestras de refrigerante(*)	1	und
3	Frasco para la toma de muestra de combustible(**)	1	und
4	Manguera para tomar muestras	2	m

(\*) Aplica la etapa inicial, primera, segunda y tercera etapa

FILTROS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	FREC.
1	Filtro de aceite de motor CATERPILLAR 275-2604	3	500 Hr
2	Filtro de combustible primario CATERPILLAR 1R-0750	1	500 Hr
3	Filtro de combustible secund. CATERPILLAR 1R-0755	2	500 Hr
4	Filtro de Aire Primario CATERPILLAR 267-3004	1	500 Hr
5	Filtro de Aire Secundario CATERPILLAR 267-3005	1	500 Hr

ACEITES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	FREC.
1	Deilo 400 MGX 15W-40, CJ-4	60	30min(*) / 250 Hr(**) / 500 Hr(***)

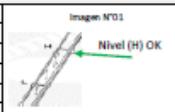
(\*) Aplica para la Etapa Inicial (Lavado)  
 (\*\*) Aplica para la primera etapa (250 Hr)  
 (\*\*\*) Aplica para la segunda y tercera etapa (500 Hr)

**2. PROCEDIMIENTO**

TOMA DE MUESTRA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	Realizado	OBSERVACIONES
1	Lavado del Equipo	SI(✓) / NO(X)	
2	Tomar muestras de aceite de motor (2 und)		
3	Bloqueo del Equipo		
4	Registrar horómetro del equipo		
5	Revisar nivel de Aceite (Según imagen N°01)		
6	Inspeccionar estado de la Varilla de nivel de aceite		
7	Tomar muestra de combustible (1 und)		
8	Tomar muestra de refrigerante (1 und)		
9	Etiquetar muestras		
10	Revisar nivel de refrigerante (según imagen N°02)		

Aplica para la etapa inicial, primera, segunda y tercera etapa



**DRENADO Y CAMBIO DE FILTROS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	Realizado	OBSERVACIONES
1	Verificar si existen fugas de aceite de motor	SI(✓) / NO(X)	
2	Verificar si existen fugas de refrigerante		
3	Asegurar el drenado completo del Aceite usado		Se drenó el aceite?:
4	Verificar el cambio de los filtros de aceite (3) y combustible (3)		Se cambio filtros?:
5	Almacenar filtro de Aceite para inspección (1 und)		

Aplica para la etapa inicial, primera, segunda y tercera etapa

**LLENADO**

ITEM	DESCRIPCIÓN	Realizado	OBSERVACIONES
1	Purgar la línea de despacho de aceite del Coche Lubricador (01 Litro aprox.)	SI(✓) / NO(X)	
2	Asegurarse que la llave y tapón de drenaje del Carter del Motor haya sido cerrada		
3	Limpiar el punto de llenado de aceite de Motor		
4	Llenar Aceite de Motor Chevron Deilo 400 MGX 15W-40 (60 Gal)		Cantidad real:
5	Revisar nivel de Aceite (Según imagen N°01)		
6	Inspeccionar la Tapa del ducto de llenado (Sello)		
7	Actualizar datos e Inspeccionar estado de los Rótulos de Seguimiento		
8	Asegurar nivel de aceite sobre "H" (según imagen N°01) después del arranque del Motor (15 min. después)		
9	Desbloqueo del Equipo		

Comentarios Adicionales:

EJECUTADO POR:		REVISADO POR:	
NOMBRES Y APELLIDO:	NOMBRES Y APELLIDO:	NOMBRES Y APELLIDO:	NOMBRES Y APELLIDO:
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:

Ficha 2: Formato Check List Monitoreo y Seguimiento Camión 785D Caterpillar

	ÁREA - INGENIERÍA DE LUBRICACIÓN - PRUEBA DE DESEMPEÑO	
	MONITOREO DE CONDICIÓN MOTOR 3512C - CAMIONES 785D CATERPILLAR	

<b>ETAPA DE PRUEBA</b>					
Aplicación	<input type="checkbox"/> Inicial (Lavado)	<input type="checkbox"/> Fimera (1er Ciclo)	<input type="checkbox"/> Segunda (2do Ciclo)	<input type="checkbox"/> Tercera (3er Ciclo)	<input type="checkbox"/> Otra:
<b>CLIENTE</b>		<b>PROYECTO</b>		<b>LOCACION</b>	
San Martín Contratistas Generales		Shougang			
<b>EJECUTADO POR</b>		<b>FECHA   HORA INICIO</b>		<b>FECHA   HORA FINALIZACION</b>	
<b>ACEITE ANTERIOR</b>		<b>ACEITE EN PRUEBA</b>		<b>NUMERO DE LOTE</b>	
		CHEVRON DELO 400 MGX 15W-40			
<b>EQUIPO</b>			<b>MOTOR</b>		
<b>CODIGO INTERNO</b>		<b>N° SERIE</b>		<b>MARCA</b>	CATERPILLAR
<b>MARCA</b>	CATERPILLAR	<b>HOROMETRO</b>		<b>MODELO</b>	3512C
<b>MODELO</b>	785D	<b>RESPONSABLE / TECNICO LIDER</b>		<b>N° SERIE</b>	

1. INSUMOS A UTILIZAR

TOMA DE MUESTRAS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.
1	Frascos para toma de muestras de aceite	2	und
2	Sonda de muestreo CAT (toma rápida)	1	und

FILTROS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	FREC.
1	Filtro de aceite de motor CATERPILLAR 275-2804	3	500 Hr
2	Filtro de combustible CATERPILLAR 1R-0750	1	500 Hr
3	Filtro de combustible CATERPILLAR 1R-0755	2	500 Hr

MATERIALES / HERRAMIENTA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UND
1	Envase DES-CASE (Capacidad: 2.6 Gal)	2	und

ACEITES			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	FREC.
1	Delo 400 MGX 15W-40, CJ-4	5,2 Gal (*)	SEGÚN SE REQUIERA

(\*) Cantidad total disponible por los 02 envases (Para rellenos en Campo)

2. PROCEDIMIENTO

TOMA DE MUESTRA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	Realizado SI(✓) / NO(X)	OBSERVACIONES
1	Mantener motor en ralentí (Apoyo de vigía)		
2	Limpieza del punto de muestreo (válvula toma rápida)		
3	Tomar muestras de aceite de motor (2 und)		
4	Etiquetar las muestras de aceite		
5	Apagar el motor y bloquear el equipo		
6	Revisar nivel de Aceite (Según imagen N°01)		
7	Inspeccionar estado de la Varilla de nivel de aceite		
8	Revisar nivel de refrigerante (según imagen N°02)		
9	Verificar etiquetas en el equipo (aceite en prueba)		



RELLENO (Si es Necesario)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Realizado SI(✓) / NO(X)	OBSERVACIONES
1	Limpieza del ducto de llenado de Aceite de Motor		
2	Rellenar Aceite de Motor con Chevron Delo 400 MGX 15W-40		Cantidad:
3	Inspeccionar estado de la tapa del ducto de llenado		
4	Verificar el Nivel de aceite después del relleno		

Comentarios Adicionales:

<b>EJECUTADO POR:</b>		<b>REVISADO POR:</b>	
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>		<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>	
<b>FIRMA:</b>		<b>FIRMA:</b>	

Ficha 3: Formato de inspección de herramientas coche lubricador



**INSPECCION DE HERRAMIENTAS - COCHE LUBRICADOR**

Fecha :

N° Código	Tipo de Herramienta	Condición Subestándar	Area de Trabajo	Observaciones	Estado			Acción a Tomar
					B	R	F/S	
1	Coche Lubricador - Carrete para Despacho de aceite							
2	Coche Lubricador - Pistola para Despacho de aceite							
3	Coche Lubricador - Carrete para Despacho de aire comprimido							
4	Coche Lubricador - FRL para Despacho de aire comprimido							
5	Coche Lubricador - Respirador Desecante							
6	Coche Lubricador - Bomba de Pistones							
7	Coche Lubricador - Filtro para Despacho de Lubricantes							
8	Kit Anti-derrame							

Leyenda

- B: Bueno  
R: Regular  
F/S : Fuera de Servicio

Instrucciones	Herramientas a Inspeccionar
1.- Se deberá inspeccionar todas las herramientas que se encuentren en la empresa, incluyendo las que son de propiedad del trabajador.  2.- Toda herramienta que no cumpla con los requisitos de Seguridad quedará fuera de uso, siendo identificada con una tarjeta de Fuera de Servicio.  3.-Ningún trabajador utilizará herramientas no autorizadas (Hechizas o Artesanales).	1.- Carrete de despacho aceite y aire (fijación, manguera, funcionamiento) 2.- Pistola de despacho (estado, fugas, abolladuras, contador). 3.- FRL (Fugas, nivel de aceite del lubricador, purgar agua del separador) 4.- Respirador desecante (Revisar saturación, ajuste) 5.- Bomba de pistones (revisar fijación, fugas) 6.- Filtro de despacho de lubricante (Revisar presión de saturación, ajuste, fuga) 7.- Otros (ESPECIFICAR)
INSPECCIONADO POR:	CARGO:
	FIRMA:

Ficha 4: Formato de inspección de herramientas kit de muestreo



**INSPECCION DE HERRAMIENTAS - KIT DE MUESTREO**

Fecha :

N° Código	Tipo de Herramienta	Condición Subestándar	Area de Trabajo	Observaciones	Estado			Acción a Tomar
					B	R	F/S	
1	Sonda de muestreo CAT							
2	Bomba de vacío (si requiere)							
3	Manguera transparente de 0.5 cm de diámetro							
4	Frascos transparentes de muestreo con tapa							
5	Bolsas plásticas para residuos							
6	Paños absorbentes							
7	Trapos Industriales							
8	Plumón indeleble.							
9	Etiquetas adhesivas.							
10	Precintos							

Legenda

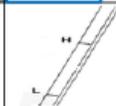
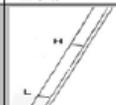
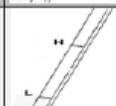
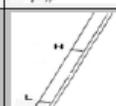
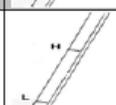
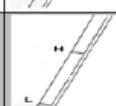
B: Bueno

R: Regular

F/S : Fuera de Servicio

Instrucciones	Herramientas a Inspeccionar
1.- Se deberá inspeccionar todas las herramientas que se encuentren en la empresa, incluyendo las que son de propiedad del trabajador.  2.- Toda herramienta que no cumpla con los requisitos de Seguridad quedará fuera de uso, siendo identificada con una tarjeta de Fuera de Servicio.  3.-Ningún trabajador utilizará herramientas no autorizadas (Hechizas o Artesanales).	1.- Otros (ESPECIFICAR)
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	<b>CARGO:</b>
	<b>FIRMA:</b>

Ficha 5: Formato de inspección en campo migración camión 785D Caterpillar

		<b>ÁREA DE INGENIERÍA DE LUBRICACIÓN</b> <b>PROCESO DE MIGRACIÓN</b> INSPECCION EN CAMPO MOTOR CATERPILLAR 3512C - CAMIONES CAT 785D								
<b>CLIENTE</b>			<b>PROYECTO</b>			<b>SUPERVISOR DE CAMPO - SMCG</b>				
San Martín Contratistas Generales			Shougang							
<b>EJECUTADO POR</b>			<b>FECHA</b>			<b>HORA INICIO</b>		<b>HORA FINAL</b>		
INSPECCIÓN DIARIA										
ITEM	Código Equipo	Modelo / Marca Motor	Tipo de Intervención	Horómetro	Programación de muestreo		Presencia de Fugas?		Nivel de Aceite 	Comentarios
					Programado? SI (✓) No (X)	Realizado? SI (✓) No (X)	SI (✓) No (X)	Descripción de fuga (ubicación según imagen)		
1	FC-103	3512C - CAT								
3	FC-105	3512C - CAT								
4	FC-117	3512C - CAT								
5	FC-126	3512C - CAT								
6										
8										

## Anexo 2: Reporte de análisis de muestras

Ficha 6: Reporte de análisis muestra de filtro camión FC-103



Laboratorio de Análisis de Fluidos  
Av. Argentina 6799, Callao

### REPORTE DE ANÁLISIS

NORMAL

<b>CUENTA</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>COMPARTIMIENTO</b>	<b>MUESTRA ACTUAL</b>
Cliente <b>SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES</b>	Operación <b>MINERA SHOUGANG</b>	Descripción <b>-</b>	Componente <b>MOTOR</b>
ID Muestra <b>3672</b>	Código <b>FC-103</b>	Marca <b>CATERPILLAR</b>	Marca <b>CATERPILLAR</b>
	Área <b>MANTENIMIENTO SHOUGANG</b>		

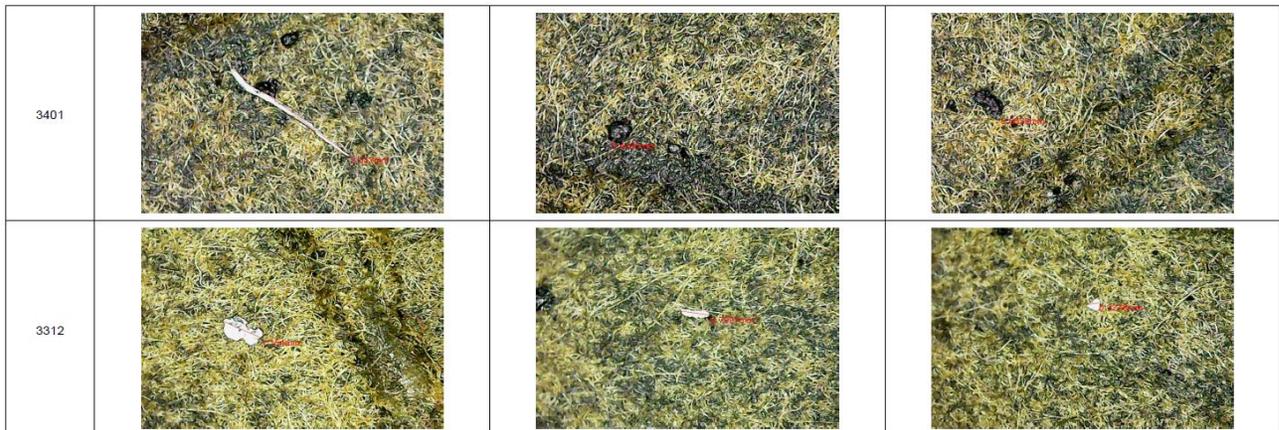
#### DATOS DE MUESTRA E HISTORIAL

ID Muestra	Estado	Lubricante	Fecha de muestreo	Edad del equipo	Edad del lubricante	Cambio de aceite	Cambio de filtro
3672	✓	Filtro Motor	02/04/2021	34740.00	306.00	No	-
3401	✓	Filtro Motor	28/12/2020	33298.60	579.00	No	-
3312	✓	Filtro Motor	21/11/2020	32719.00	279.20	No	-

#### INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

3672	Imagen 1: Presencia de partículas magnéticas brillantes (posible acero al carbón o aleación) Imagen 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste.
3401	Imagen 1: Presencia de partícula magnética brillante (Posiblemente acero al carbón o aleación). Imagen 2: Partícula no magnética de color negro (posiblemente hollín). Imagen 3: Partícula no magnética de color negro. (posiblemente hollín).
3312	Imagen 1, 2 y 3: Presencia de partículas no magnéticas plateadas (posible aluminio o níquel)

#### IMAGENES



Ficha 7: Reporte de análisis muestra de filtro camión FC-105



Laboratorio de Análisis de Fluidos  
Av. Argentina 5799, Callao

REPORTE DE ANÁLISIS

NORMAL

CUENTA **SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES** Operación **MINERA SHOUGANG** EQUIPO **FC-105** COMPARTIMIENTO Descripción - MUESTRA ACTUAL Componente **MOTOR**  
ID Muestra **3843** Área **MANTENIMIENTO SHOUGANG** Marca **CATERPILLAR** Marca **CATERPILLAR**

DATOS DE MUESTRA E HISTORIAL

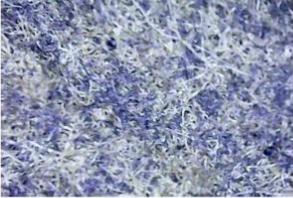
ID Muestra	Estado	Lubricante	Fecha de muestreo	Edad del equipo	Edad del lubricante	Cambio de aceite	Cambio de filtro
3843	✓	Filtro Motor	17/05/2021	28011.00	257.00	No	-
3780	✓	Filtro Motor	30/04/2021	27754.00	76.00	No	-
3771	✓	Filtro Motor	25/04/2021	26675.00	401.00	No	-
3734	✓	Filtro Motor	16/04/2021	27512.00	238.00	No	-
3678	✓	Filtro Motor	30/03/2021	27274.00	498.00	No	-
3581	✓	Filtro Motor	02/03/2021	26776.00	499.00	No	-
3105	✓	Filtro Motor	06/09/2020	24098.00	268.00	No	-
3053	✓	Filtro Motor	19/08/2020	23830.00	272.00	No	-

INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

3843	Imagen 1 y 2: Presencia de partículas magnéticas brillantes (Posible acero al carbón o aleación). Imagen 3: Partículas no ferromagnéticas, posiblemente hollín. Color y brillo: negro. Cantidad relativa: escasa. Forma: granular.
3780	Imagen 1: Presencia de partículas no magnéticas plateadas (posible aluminio, níquel o acero inoxidable) Imagen 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste.
3771	Imagen 1: Presencia de partículas magnéticas brillantes (Posible acero al carbón o aleación). Imagen 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste.
3734	Imagen 1: Presencia de partículas no magnéticas plateadas (posible aluminio, níquel o acero inoxidable) Imagen 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste.
3678	Imagen 1: Presencia de partículas no magnéticas plateadas (posible aluminio, níquel o acero inoxidable) Imagen 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste.
3581	Imagen 1, 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste
3105	Imagen 1, 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste
3053	Imagen 1: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste. Imagen 2: Partícula magnética brillante (posible acero al carbono o aleaciones) Imagen 3: Partícula no magnética plata (posible aluminio, níquel o acero inoxidable)

IMAGENES

3843			
3780			
3771			
3734			

3678			
3581			
3105			
3053			

Ficha 8: Reporte de análisis muestra de filtro camión FC-117

**NORMAL**

**CUENTA**  
 Cliente **SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES** Operación **MINERA SHOUGANG** Código **FC-117**  
 ID Muestra **3496** Área **MANTENIMIENTO SHOUGANG**

**COMPARTIMIENTO**  
 Descripción -  
 Marca **CATERPILLAR**

**MUESTRA ACTUAL**  
 Componente **MOTOR**  
 Marca **CUMMINS**

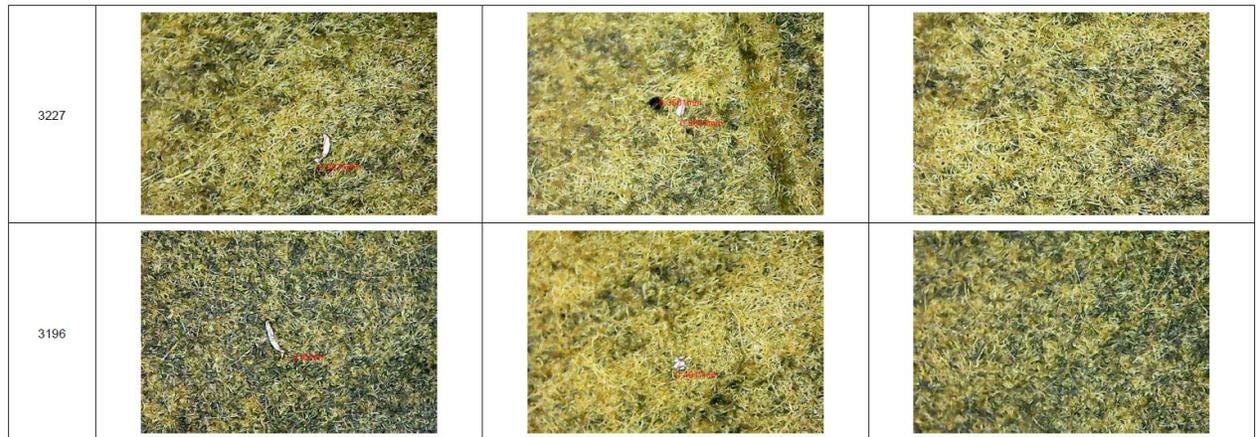
**DATOS DE MUESTRA E HISTORIAL**

ID Muestra	Estado	Lubricante	Fecha de muestreo	Edad del equipo	Edad del lubricante	Cambio de aceite	Cambio de filtro
3496	✓	Filtro Motor	05/02/2021	16662.00	561.00	No	-
3227	✓	Filtro Motor	24/10/2020	14913.00	258.10	No	-
3196	✓	Filtro Motor	09/10/2020	14655.00	296.00	No	-

**INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES**

3496	Imagen 1 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste
3227	Imagen 1 y 2: Presencia de partículas magnéticas brillosas (acero al carbón o aleaciones) Imagen 2: Presencia de partícula de carbonilla. Imagen 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste.
3196	Imagen 1: Presencia de partícula magnética muy brillante (posible níquel o acero inoxidable) Imagen 2: Presencia de partícula magnética brillante (posible acero al carbón o aleaciones) Imagen 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste

**IMAGENES**



Ficha 9: Reporte de análisis muestra de filtro camión FC-126



Laboratorio de Análisis de Fluidos  
Av. Argentina 5799, Callao

REPORTE DE ANÁLISIS

NORMAL

<b>CUENTA</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>COMPARTIMIENTO</b>	<b>MUESTRA ACTUAL</b>
Cliente <b>SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES</b> ID Muestra <b>3523</b>	Operación <b>MINERA SHOUGANG</b> Área <b>MANTENIMIENTO SHOUGANG</b>	Descripción - Marca <b>CATERPILLAR</b>	Componente <b>MOTOR</b> Marca <b>CATERPILLAR</b>

DATOS DE MUESTRA E HISTORIAL

ID Muestra	Estado	Lubricante	Fecha de muestreo	Edad del equipo	Edad del lubricante	Cambio de aceite	Cambio de filtro
3523	✔	Filtro Motor	12/02/2021	24690.00	585.00	No	-

INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

3523	Imagen 1: Presencia de partículas no magnéticas plateadas (posible aluminio, níquel o acero inoxidable) Imagen 2 y 3: No hay evidencia de partículas contaminantes y/o desgaste.
------	---

IMAGENES



Ficha 10: Reporte de análisis de aceite camión FC-103



Laboratorio de Análisis de Fluidos  
Av. Argentina 5799, Callao

REPORTE DE ANÁLISIS

**NORMAL**

CUENTA		EQUIPO		SISTEMA		MUESTRA ACTUAL	
Cliente	SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES	Código	FC-103	Descripción	CAMION DE ACARREO	Número Serie	B7F00928
Área	MANTENIMIENTO SHOUANG	Marca	CATERPILLAR	Modelo	785D	Modelo	3512C
Operación	MINERA SHOUANG	Número Serie	MSY00193	Componente	MOTOR	Fecha recepción	29/12/2020
				Capacidad	57	Fecha reporte	29/12/2020

INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

SALUD: Aditivo boro ligeramente bajo.  
CONTAMINACIÓN: Trazas de agua.  
DESGASTE: Dentro de parámetros normales.  
RECOMENDACIÓN: Monitoreo del paquete de aditivos.

DATOS DE MUESTRA E HISTORIAL

ID muestra	Estado	Fluido	Fecha Muestreo	Edad Equipo (Horas)	Edad Fluido (Horas)	Cambio Fluido	Cambio Filtro	Relleno	Salud	Contaminación	Desgaste
28620	✓	DELO 400 MGX 15W40	08/12/2020	32972.40	253.20	No	No	-	●	●	●
28939	✓	DELO 400 MGX 15W40	17/12/2020	33090.00	371.00	No	No	-	●	●	●
29145	✓	DELO 400 MGX 15W40	24/12/2020	19219.80	292.00	No	No	-	●	●	●
29173	✓	DELO 400 MGX 15W40	28/12/2020	33298.60	579.00	Si	Si	-	●	●	●



SALUD

ID muestra	Visc 100°C (cSt)	Oxidación Direc. (UFM)	Sulfatación Direc. (UFM)	Nitración Direc. (UFM)	BN (mgKOH/g)
28620	13.95	18.5	20.6	7.7	9.1
28939	13.93	18.6	21.9	8.7	8.7
29145	13.91	20.1	22.8	9.4	8.3
29173	14.04	20.7	23.3	9.6	8.2

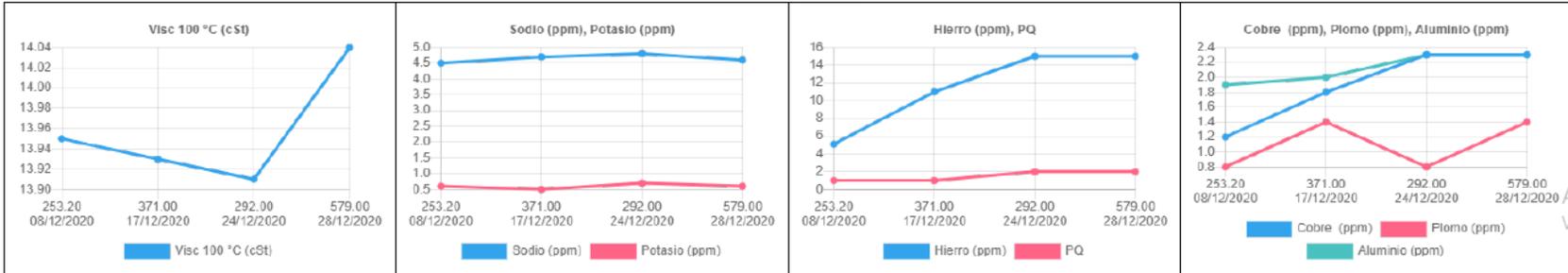
CONTAMINACIÓN

Diesel (Adim)	Hollín Direc. (UFM)	Hollín (% peso)	Agua (%)	Glicol (%)	Si (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Agua (Adim)
N	8.2	0.13	0.07	0.00	2.2	4.5	0.6	N
N	10.4	0.16	0.03	0.00	3.7	4.7	0.5	N
N	12.2	0.19	0.05	0	3.9	4.8	0.7	N
N	12.4	0.19	0.05	0	4.0	4.6	0.6	N

ANÁLISIS DE ELEMENTOS

ID muestra	Fe (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Sn (ppm)	Al (ppm)	Ni (ppm)	Ag (ppm)	B (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Ba (ppm)	P (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Ti (ppm)	V (ppm)	Mn (ppm)	Cd (ppm)	Li (ppm)	PQ (Adim)
28620	5.1	0.2	0.8	1.2	0.0	1.9	0.4	0.0	72	27	2343	0.0	983	1276	0.7	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	1
28939	11	0.2	1.4	1.8	0.0	2.0	0.0	0.0	81	28	2499	0.0	1179	1336	1.3	0.3	0.1	0.0	0.2	0.1	1
29145	15	0.3	0.8	2.3	0.0	2.3	0.4	0.0	71	28	2645	0.0	1157	1383	0.6	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	2
29173	15	0.3	1.4	2.3	0.0	2.3	0.5	0.0	60	28	2400	0.0	1167	1310	1.0	0.2	0.0	0.0	2.6	0.0	2

GRAFICAS DE TENDENCIA



Ficha 11: Reporte de análisis de aceite camión FC-105



Laboratorio de Análisis de Fluidos  
Av. Argentina 5799, Callao

REPORTE DE ANÁLISIS

PRECAUCIÓN

CUENTA		EQUIPO			SISTEMA			MUESTRA ACTUAL			
Cliente	SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES	Código	FC-105	Descripción	CAMION DE ACARREO	Componente	MOTOR	Número Serie	B7F00997	ID Muestra	26734
Área	MANTENIMIENTO SHOUGANG	Marca	CATERPILLAR	Modelo	785D	Marca	CATERPILLAR	Modelo	3512C	Fecha recepción	12/11/2020
Operación	MINERA SHOUGANG	Número Serie	MSY00199			Capacidad	55			Fecha reporte	12/11/2020

INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

SALUD: Dentro de parámetros normales.  
CONTAMINACIÓN: Presencia de sodio. Ligera presencia de agua disuelta, trazas.  
DESGASTE: Dentro de parámetros normales.  
RECOMENDACIÓN: Descartar un posible pase de refrigerante en el sistema.

DATOS DE MUESTRA E HISTORIAL

ID muestra	Estado	Fluido	Fecha Muestreo	Edad Equipo (Horas)	Edad Fluido (Horas)	Cambio Fluido	Cambio Filtro	Relleno	Salud	Contaminación	Desgaste
26162	(1)	DELO 400 MGX 15W40	02/11/2020	25065.00	441.00	No	No	-	●	●	●
26246	(1)	DELO 400 MGX 15W40	05/11/2020	25110.00	489.00	No	No	-	●	●	●
26601	(1)	DELO 400 MGX 15W40	09/11/2020	25173.00	552.00	No	No	-	●	●	●
26734	(1)	DELO 400 MGX 15W40	11/11/2020	25191.80	570.80	Si	Si	-	●	●	●



SALUD

ID muestra	Visc 100°C (cSt)	Oxidación Direc. (UFM)	Sulfatación Direc. (UFM)	Nitración Direc. (UFM)	BN (mgKOH/g)
26162	14.17	17.8	20.9	7.9	8.7
26246	14.15	18.2	21.0	8.1	8.6
26601	14.21	18.7	21.4	8.3	8.5
26734	14.22	18.2	21.1	8.0	8.6

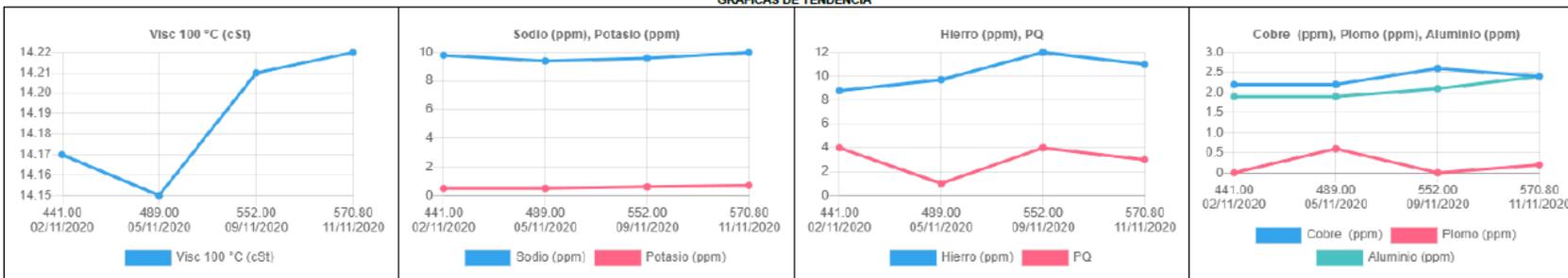
CONTAMINACIÓN

	Diesel (Adim)	Hollín Direc. (UFM)	Hollín (% peso)	Agua (%)	Glicol (%)	Si (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Agua (Adim)
N	12.2	0.19	0.02	0.0	2.3	9.8	0.5	N	
N	12.8	0.20	0.01	0.0	2.0	9.4	0.5	N	
N	13.6	0.21	0.02	0.0	2.8	9.6	0.6	N	
N	13.0	0.20	0.04	0.0	4.0	10	0.7	N	

ANÁLISIS DE ELEMENTOS

ID muestra	Fe (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Sn (ppm)	Al (ppm)	Ni (ppm)	Ag (ppm)	B (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Ba (ppm)	P (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Ti (ppm)	V (ppm)	Mn (ppm)	Cd (ppm)	Li (ppm)	PQ (Adim)
26162	8.8	0.1	0.0	2.2	0.0	1.9	0.3	0.0	74	14	2239	0.2	1063	1200	1.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	4
26246	9.7	0.2	0.6	2.2	0.0	1.9	0.3	0.0	72	14	2222	0.0	1099	1316	1.4	0.3	0.0	0.0	0.4	0.0	1
26601	12	0.1	0.0	2.6	0.0	2.1	0.1	0.0	74	14	2272	0.0	1141	1306	2.7	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	4
26734	11	0.2	0.2	2.4	0.0	2.4	0.2	0.0	84	14	2377	0.0	1100	1317	0.8	0.2	0.3	0.1	0.3	0.0	3

GRAFICAS DE TENDENCIA



Ficha 12: Reporte de análisis de aceite camión FC-117



Laboratorio de Análisis de Fluidos  
Av. Argentina 5799, Callao

REPORTE DE ANÁLISIS

NORMAL

CUENTA		EQUIPO			SISTEMA			MUESTRA ACTUAL	
Cliente	SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES	Código	FC-117	Descripción	CAMION DE ACARREO	Componente	MOTOR	Número Serie	B7F00578
Área	MANTENIMIENTO SHOUGANG	Marca	CATERPILLAR	Modelo	785D	Marca	CUMMINS	Modelo	3512C
Operación	MINERA SHOUGANG	Número Serie	MSY00460			Capacidad	58		
								Fecha recepción	30/11/2020
								Fecha reporte	01/12/2020

INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

SALUD: Dentro de parámetros normales.  
CONTAMINACIÓN: Ligera presencia de agua disuelta, trazas.  
DESGASTE: Estado normal.  
RECOMENDACIÓN: Monitoreo normal.

DATOS DE MUESTRA E HISTORIAL

ID muestra	Estado	Fluido	Fecha Muestreo	Edad Equipo (Horas)	Edad Fluido (Horas)	Cambio Fluido	Cambio Filtro	Relleno	Salud	Contaminación	Desgaste
27017	✓	DELO 400 MGX 15W40	16/11/2020	15306.80	393.70	No	No	-	●	●	●
27286	✓	DELO 400 MGX 15W40	19/11/2020	15366.20	453.10	No	No	-	●	●	●
27487	✓	DELO 400 MGX 15W40	24/11/2020	15463.00	549.00	No	No	-	●	●	●
27951	✓	DELO 400 MGX 15W40	27/11/2020	15512.00	598.00	Si	Si	-	●	●	●



SALUD

ID muestra	Visc 100°C (cSt)	Oxidación Direc. (UFM)	Sulfatación Direc. (UFM)	Nitración Direc. (UFM)	BN (mgKOH/g)
27017	13.70	15.2	19.0	6.5	9.5
27286	13.63	15.4	19.2	6.7	9.4
27487	13.47	15.7	19.4	6.9	9.2
27951	13.50	15.8	19.6	7.0	9.2

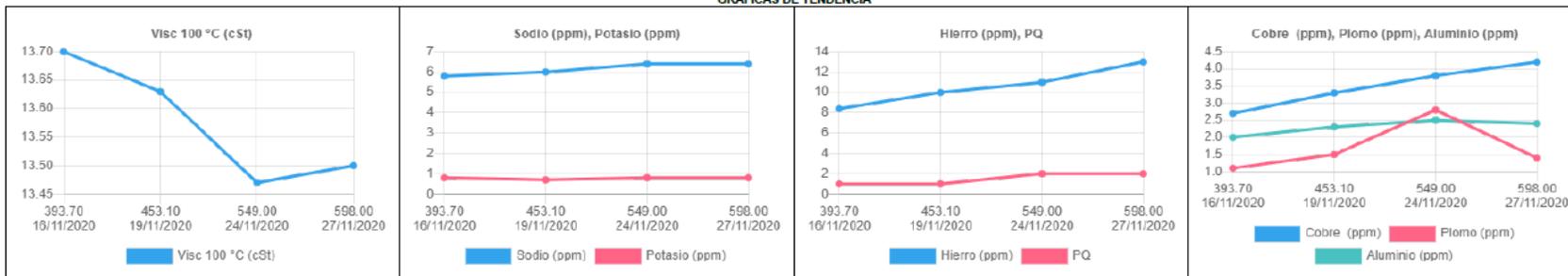
CONTAMINACIÓN

	Diesel (Adim)	Hollín Direc. (UFM)	Hollín (% peso)	Agua (%)	Glicol (%)	Si (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Agua (Adim)
N	9.9	0.15	0.01	0.00	0.00	2.1	5.8	0.8	N
N	11.1	0.17	0.00	0.00	0.00	2.6	6.0	0.7	N
N	12.8	0.20	0.01	0.00	0.00	2.6	6.4	0.8	N
N	13.4	0.21	0.02	0.00	0.00	2.9	6.4	0.8	N

ANÁLISIS DE ELEMENTOS

ID muestra	Fe (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Sn (ppm)	Al (ppm)	Ni (ppm)	Ag (ppm)	B (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Ba (ppm)	P (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Ti (ppm)	V (ppm)	Mn (ppm)	Cd (ppm)	Li (ppm)	PQ (Adim)
27017	8.4	0.2	1.1	2.7	0.0	2.0	0.4	0.0	84	14	2249	0.0	1047	1353	2.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1
27286	10	0.3	1.5	3.3	0.0	2.3	0.4	0.0	86	14	2216	0.0	1040	1255	0.1	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	1
27487	11	0.3	2.8	3.8	0.0	2.5	0.3	0.0	79	14	2338	0.0	951	1411	0.0	0.2	0.0	0.1	0.3	0.0	2
27951	13	0.2	1.4	4.2	0.0	2.4	0.4	0.0	75	13	2304	0.0	1089	1251	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2

GRAFICAS DE TENDENCIA



Ficha 13: Reporte de análisis de aceite camión FC-126



Laboratorio de Análisis de Fluidos  
Av. Argentina 5799, Callao

REPORTE DE ANÁLISIS

NORMAL

CUENTA		EQUIPO			SISTEMA			MUESTRA ACTUAL	
Cliente	SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES	Código	FC-126	Descripción	CAMION DE ACARREO	Componente	MOTOR	Número Serie	B7F00788
Área	MANTENIMIENTO SHOUGANG	Marca	CATERPILLAR	Modelo	785D	Marca	CATERPILLAR	Modelo	3512C
Operación	MINERA SHOUGANG	Número Serie	MSY00637			Capacidad	57	Fecha recepción	22/03/2021
								Fecha reporte	22/03/2021

INTERPRETACIÓN Y RECOMENDACIONES

SALUD: Nivel de magnesio se mantiene ligeramente elevado. Aditivo boro se viene consumiendo.  
CONTAMINACIÓN: Dentro de parámetros normales.  
DESGASTE: Dentro de parámetros normales.  
RECOMENDACION: Monitoreo de paquete de aditivos.

DATOS DE MUESTRA E HISTORIAL

ID muestra	Estado	Fluido	Fecha Muestreo	Edad Equipo (Horas)	Edad Fluido (Horas)	Cambio Fluido	Cambio Filtro	Relleno	Salud	Contaminación	Desgaste
32229	✓	DELO 400 MGX 15W40	28/02/2021	24945.00	255.00	No	No	-	●	●	●
32358	✓	DELO 400 MGX 15W40	03/03/2021	25006.00	316.00	No	No	-	●	●	●
32531	✓	DELO 400 MGX 15W40	05/03/2021	25047.00	357.00	No	No	-	●	●	●
33135	✓	DELO 400 MGX 15W40	15/03/2021	25198.00	508.00	Si	Si	-	●	●	●



SALUD

ID muestra	Visc 100°C (cSt)	Oxidación Direc. (UFM)	Sulfatación Direc. (UFM)	Nitración Direc. (UFM)	BN (mgKOH/g)
32229	14.07	15.1	19.4	6.6	9.4
32358	14.03	15.6	19.8	6.9	9.4
32531	14.12	15.7	19.8	7.0	9.3
33135	13.93	16.5	19.9	7.5	9.2

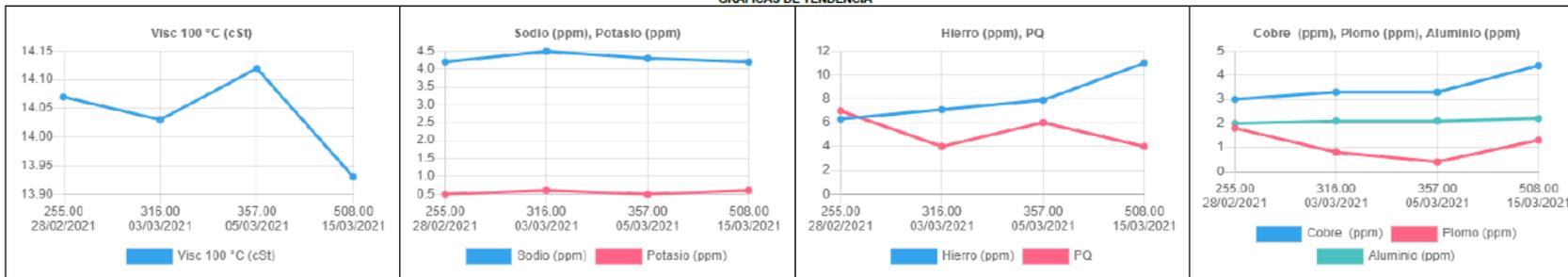
CONTAMINACIÓN

	Diesel (Adim)	Hollín Direc. (UFM)	Hollín (% peso)	Agua (%)	Glicol (%)	Si (ppm)	Na (ppm)	K (ppm)	Agua (Adim)
N	10.0	0.15	0.00	0.00	0.00	0.1	4.2	0.5	N
N	11.3	0.17	0.00	0.00	0.00	0.1	4.5	0.6	N
N	11.8	0.18	0.01	0.00	0.00	0.2	4.3	0.5	N
N	13.7	0.21	0.00	0.00	0.00	5.6	4.2	0.6	N

ANÁLISIS DE ELEMENTOS

ID muestra	Fe (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Cu (ppm)	Sn (ppm)	Al (ppm)	Ni (ppm)	Ag (ppm)	B (ppm)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	Ba (ppm)	P (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)	Ti (ppm)	V (ppm)	Mn (ppm)	Cd (ppm)	Li (ppm)	PQ (Adim)
32229	6.3	0.1	1.8	3.0	0.0	2.0	0.3	0.0	96	30	2257	0.1	1181	1300	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	7
32358	7.1	0.1	0.8	3.3	0.0	2.1	0.1	0.0	90	30	2361	0.0	1163	1304	1.3	0.3	0.2	0.0	0.1	0.0	4
32531	7.9	0.1	0.4	3.3	0.0	2.1	0.3	0.0	88	28	2334	0.0	1170	1401	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6
33135	11	0.1	1.3	4.4	0.0	2.2	0.1	0.0	73	27	2113	0.0	1301	1188	1.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	4

GRAFICAS DE TENDENCIA



**Anexo 3: Documentos personales del trabajo**

Foto 1: Etiqueta para rotular a los equipos en prueba



Foto 2: Pase de personal Soltrak

VELOCIDAD MAXIMA 60 K.P.H.



**SHOUANG HIERRO PERU S.A.A.**  
**DPTO. PROTECCION INTERNA**  
**PASE PROVISIONAL VEHICULAR**

N°. Solicitud: 2021-004690

**ACCESO MINA**

**EMPRESA:** SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A.  
**MOTIVO:** ING. VEHICULOS

**OBSERVACIONES:** PASE PERMANENTE DE PERSONAL, EQUIPO Y VEHICULAR / SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES SA / SOLTRAK S.A.

**DESDE:** 01 JULIO DEL 2021      **HASTA:** 31 JULIO DEL 2021

N°	TIPO	N° SERIE / PLACA	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	COLOR	AÑO
1	VEHICULOS	AFI-882	CAMIONETA PICK UP	TOYOTA	HILUX	BLANCO	2015
2	VEHICULOS	ASY-935	CAMIONETA PICK UP	TOYOTA	HILUX	BLANCO	2016
3	EQUIPOS	PF2B0ELM	LAPTOP + CARGADOR+MOUSE	LENOVO	T490	NEGRO	2019
4	EQUIPOS	2ZC2R32	LAPTOP + CARGADOR+MOUSE	DELL	LATTITUDE E545	NEGRO	2019
5	EQUIPOS	3TYKQ72	LAPTOP + CARGADOR+MOUSE	DELL	LATTITUDE E547	NEGRO	2019
6	EQUIPOS	PF1PM64Z	LAPTOP + CARGADOR+MOUSE	LENOVO	L480	NEGRO	2019
7	EQUIPOS	1L2NXF2	LAPTOP + CARGADOR+MOUSE	DELL	LATTITUDE E547	NEGRO	2019
8	EQUIPOS	276VYZ1	LAPTOP + CARGADOR+MOUSE	DELL	LATTITUDE E544	NEGRO	2019
9	EQUIPOS	PF2B0EKJ	LAPTOP + CARGADOR+MOUSE	LENOVO	20RXS0GJ00	NEGRO	2020
10	EQUIPOS	GZKJ062	LAPTOP + CARGADOR+MOUSE	DELL	LATTITUDE E545	NEGRO	2020
11	EQUIPOS	S/N: 50930384WS	Termómetro Infrarrojo + Accesorios	FLUKE	568	AMARILLO	2020
12	EQUIPOS	2031948	Camara Termografica + Accesorios	NEC AVIO	G120EXD	NEGRO	2012
13	EQUIPOS	S/N: 62105097	Camara Termografica + Accesorios	FLIR	FLIR-T62101	NEGRO	2013

N°	TIPO	N° DOCUMENTO	APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRES	CONDICION	LICENCIA DE CONDUCIR
1	DNI	71426561	APAZA	PASTOR	JORGE HERNAN	TRANSPORTISTA	H71426561
2	DNI	74461981	ARENAS	GARCIA	MARIA MANUELA	TRANSPORTISTA	-
3	DNI	70478734	BARRETO	PILA	CLAUDIO	TRANSPORTISTA	H70478734
4	DNI	43280160	HIPOLITO	SANDOVAL	SANTOS JUNIOR	TRANSPORTISTA	-
5	DNI	47178726	LUPUCHE	PINGO	LUIS ARMANDO	TRANSPORTISTA	-

**SHOUANG HIERRO PERU S.A.A.**



\_\_\_\_\_  
**JESUS MONGE PIMENTEL**  
 Jefe Dpto.Prot. Interna (e)



**SAN JUAN 25 DE JUNIO DEL 2021**

Foto 3: Solicitud de acceso

VERSION 3.0



SHOU GANG HIERRO PERU S.A.A

**SOLICITUD DE ACCESO**

**EMPRESA/REPRESENTANTE**

N° RUC Empresa	20102078781 *		
Razon Social	SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A. *		
Responsable	WILBER BASTIDAS VILCHEZ *		
Cargo en la Empresa	GERENTE DE PROYECTO *		
Telefonos	Fijo: 4501999	Celular:	
Correo Electronico	WBASTIDAS@sanmartinperu.pe *		

**MOTIVO**

Motivo:	03 - TRABAJOS *	Otro:	
Detalle:	PASE PERMANENTE DE PERSONAL Y EQUIPO / SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES SA / SOLTRAK S.A		

**AREAS**

AREAS	OFICINAS	PLANTAS	TALLERES
Areas			
03 - MINA *	X	X	X
Fechas	Desde	Hora	Hasta
			Dias :

**PERSONAL**

N° POLIZA/SCTR-SALUD	S0201048	HASTA	30/04/2021			
N° POLIZA/SCTR-PENSION	30060704	HASTA	30/04/2021			
Tipo Documento	Nro. De Documento	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	Cargo	Licencia Cond
01 - DNI	71426561	APAZA	PASTOR	JORGE HERNAN	ASESOR TÉCNICO	H71426561

#### Anexo 4: Disponibilidad de los equipos

Ficha 14: Disponibilidad de los equipos antes de iniciar la prueba de desempeño

EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
<b>FC-103</b>	78.2%	82.1%	81.7%	79.4%	83.5%	81.6%
<b>FC-105</b>	73.6%	78.9%	77.4%	80.2%	82.4%	82.4%
<b>FC-117</b>	75.7%	77.9%	76.5%	78.7%	80.5%	81.5%
<b>FC-126</b>	72.2%	77.4%	75.9%	78.1%	84.6%	83.7%

Nota: Información brindada del área de Dispatch de San Martín Contratistas Generales

Ficha 15: Disponibilidad de los equipos después de iniciar la prueba de desempeño.

EQUIPO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
<b>FC-103</b>	86.7%	89.3%	84.4%	82.1%	88.4%
<b>FC-105</b>	80.2%	84.1%	85.7%	84.9%	85.6%
<b>FC-117</b>	81.2%	84.4%	83.5%	82.8%	86.4%
<b>FC-126</b>	85.5%	83.6%	82.2%	87.4%	83.7%

Nota: Información brindada del área de Dispatch de San Martín Contratistas Generales

Ficha 16: Horas alcanzadas de los equipos en prueba de desempeño

	FLUSHING (30 MIN.)		1RA ETAPA (250 HRS.)					
CODIGO	FECHA DE INICIO	HOROMETRO	FECHA DE INICIO	HOROMETRO	FECHA FINAL DE ETAPA	HOROMETRO	HORAS 1RA ETAPA	1RA ETAPA 250 (%)
FC-103	04/11/2020	32440.00	04/11/2020	32440.00	21/11/2020	32719.20	279.20	112%
FC-105	19/08/2020	23829.70	19/08/2020	23829.70	06/09/2020	24097.50	267.80	107%
FC-117	09/10/2020	14655.00	09/10/2020	14655.00	24/10/2020	14913.10	258.10	103%
FC-126	17/12/2020	23810.00	17/12/2020	23810.00	04/01/2021	24105.00	295.00	118%
			2DA ETAPA (500 HRS.)					
			FECHA DE INICIO	HOROMETRO	FECHA FINAL DE ETAPA	HOROMETRO	HORAS 2DA ETAPA	2DA ETAPA 500 (%)
			21/11/2020	32719.0	28/12/2020	33298.00	579.00	116%
			06/09/2020	24097.50	07/10/2020	24621.00	523.50	105%
			24/10/2020	14913.10	27/11/2020	15512.00	598.90	120%
			04/01/2021	24105.00	12/02/2021	24690.00	585.00	117%
			3RA ETAPA (500 HRS.)					
			FECHA DE INICIO	HOROMETRO	FECHA FINAL DE ETAPA	HOROMETRO	HORAS 2DA ETAPA	3RA ETAPA 500 (%)
			28/12/2020	33298.00	01/02/2021	33791.00	493.0	99%
			07/10/2020	24621.00	11/11/2020	25191.80	570.80	114%
			27/11/2020	15512.0	01/01/2021	16101.00	588.00	118%
			12/02/2021	24690.00	15/03/2021	25198.00	508.00	102%

Ficha 17: Horas alcanzadas de los equipos en prueba de desempeño

<b>COSTO TOTAL ANUAL</b>		
Cantidad de equipos CAT 785D		4
Oil Drain Interval (ODI) - Actual	Hrs	250
Oil Drain Interval (ODI) - Objetivo	Hrs	500
Horas diarias de trabajo	Hrs	20
Días de trabajo por año	Dias	360
Capacidad del cárter	Gal	53
Precio de aceite Mobil Delvac 1 5W-40	USD/Cil	682
Precio de aceite en prueba (Delo 400 MGX 15W-40)	USD/Cil	547.8
Relleno entre cambio de aceite - Actual	Gal	2.5
Relleno entre cambio de aceite - Chevron	Gal	2.5
Cantidad de PM al año - Actual	Cambios	28.8
Consumo anual promedio por correctivos (Data Histórica)	Gal	55

<b>MOBIL DELVAC 1 5W-40</b>	
Costo de cambio de aceite	\$32,736.00
Costo por relleno de aceite	\$75,020.00
Costo por cambios por correctivos	\$36,146.00
Costo total	\$143,902.00

<b>CHEVRON DELO 400 MGX 15W-40</b>	
Costo de cambio de aceite	\$26,294.40
Costo por relleno de aceite	\$60,258.00
Costo por cambios por correctivos	\$30,129.00
Costo total	\$116,681.40

<b>AHORRO GENERADO CON ACEITE CHEVRON</b>	<b>\$27,220.60</b>
---	--------------------