

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Mejora de la confiabilidad en el sistema de  
combustible del motor de combustión interna  
diésel C175-20 de un camión minero 797F**

Jorge Joseps Apaza Larico

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2021

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



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

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a mis padres que con sus enseñanzas, valores y esfuerzo me condujeron por el camino del bien.

A mis hermanos que siempre me orientaron a ser mejor persona y que con esfuerzo se logra grandes cosas en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermanos por sus consejos.

Al ingeniero Miguel Hanco Espinoza, que me dio la oportunidad de crecer profesionalmente.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
INDICE .....	iv
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE IMÁGENES.....	ix
RESUMEN EJECUTIVO .....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>14</b>
1.1. Datos generales de la institución .....	14
1.2. Actividades principales de la institución .....	15
1.2.1. Ferreyros gran minería .....	15
1.2.2. Ferreyros cuentas nacionales .....	16
1.2.3. Ferreyros cuentas regionales .....	17
1.2.4. Energía .....	17
1.3. Reseña histórica de la institución.....	18
1.4. Organigrama de la institución .....	19
1.5. Misión, visión y valores de la institución.....	20
1.5.1. Misión .....	20
1.5.2. Visión.....	20
1.5.3. Valores de Ferreyros S.A.....	20
1.6. Bases legales o administrativos.....	21
1.6.1. Normas corporativas.....	21
1.6.2. Políticas de seguridad, salud y medio ambiente.....	23
1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales .....	23

1.7.1. Ferreyros gran minería operación Antapaccay .....	23
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución.....	27
1.8.1. Descripción del cargo .....	27
1.8.2. Responsabilidades del cargo .....	28

## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES..... 29**

2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional .....	29
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional .....	30
2.2.1. Disponibilidad física de los camiones mineros 797F.....	31
2.2.2. MTBF de los camiones mineros 797F .....	32
2.2.3. MTTR de los camiones mineros 797F .....	32
2.2.4. Fallas de sistema de combustible y efectos en producción .....	33
2.2.5. Fallas frecuentes del sistema de combustible .....	34
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	38
2.3.1. Objetivo general.....	38
2.3.2. Objetivo específico.....	38
2.4. Justificación de la actividad profesional .....	39
2.5. Resultados esperados .....	39

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO..... 40**

3.1. Bases Teóricas de las metodología o actividades realizadas .....	40
3.1.1. Ciclo Deming .....	42
3.1.3. Confiabilidad en mantenimiento.....	43
3.1.4. Camión minero Caterpillar 797F .....	43
3.1.5. Componentes del sistema de combustible .....	44
3.1.6. Esquema hidráulico del sistema de combustible .....	47

3.1.7. Metodología .....	48
3.1.8. Ejecución .....	49
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....</b>	<b>53</b>
4.1. Descripción de las actividades profesionales.....	53
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales.....	53
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales .....	59
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales .....	60
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	61
4.2.1. Metodologías .....	61
4.2.2. Técnicas .....	61
4.2.3. Instrumentos .....	62
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades .....	62
4.3. Ejecución de las actividades profesionales.....	64
4.3.1. Cronograma de las actividades profesionales .....	64
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales .. .....	66
<b>CAPITULO V</b>	
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>67</b>
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas .....	67
5.1.1. Resultados de prueba en camión minero 797F Código 31-38... 67	
5.1.2. Impacto de la mejora en el indicador de mantenimiento MTBF . 69	
5.1.3. Reducción de las horas de inoperatividad de la maquina a causa de fugas de combustible .....	70
5.2. Logros alcanzados .....	70
5.3. Dificultades encontradas.....	71
5.4. Planteamiento de mejoras .....	71

5.4.1. Metodologías propuestas.....	71
5.4.2. Descripción de la implementación .....	71
5.5. Análisis.....	72
5.6. Aporte del bachiller en la empresa o institución.....	72
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES .....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS .....	78



## LISTA DE TABLAS

Tabla 01: Parque de máquinas CAT operación Antapaccay .....	30
Tabla 02: Vibraciones en base de filtros terciaria ubicada en motor vs vibraciones en chasis parte delantera derecha .....	37
Tabla 03: Partes para aplicación de la mejora de reubicación de base de filtros terciario de combustible .....	64

## LISTA DE IMÁGENES

Figura 01: Ferreyros S.A. sede central tomada de “Diario gestión, Redacción gestión, 2019” .....	15
Figura 02: Alcance de la unidad de negocio Gran Minería tomada .....	16
Figura 03: Alcance de la unidad de negocio cuentas nacionales tomada de “Ferreyros – estructura organizacional – división cuentas nacionales” .....	17
Figura 04: Alcance de la unidad de negocio cuentas regionales tomada de “Ferreyros – estructura organizacional – división cuentas regionales” .....	17
Figura 05: Alcance de la unidad de negocio de Energía tomada de “Ferreyros – estructura organizacional – división energía” .....	18
Figura 06: Organigrama matricial de Ferreyros S.A. tomada de “Ferreyros.com.pe – estructura organizacional” .....	20
Figura 07: Valores de Ferreyros S.A tomada de “Ferreyros.com.pe – Valores .....	21
Figura 08: Organigrama de Ferreyros operación Antapaccay .....	26
Figura 09: Taller de mantenimiento camiones Antapaccay .....	28
Figura 10: Camión minero 797F tomada de “Realinzcat – producto – modelo 797F”, setiembre 2021” .....	30
Figura 11: Disponibilidad Física camiones 797F año 2021 .....	31
Figura 12: Disponibilidad Física camiones 797F año 2021 .....	31
Figura 13: MTBF flota camiones 797F .....	32
Figura 14: MTTR flota de camiones 797F .....	33
Figura 15: Top Ten en horas de paradas no programadas por sistemas frecuencia de ocurrencia de eventos del sistema de combustible	34
Figura 16: Diagrama causa raíz – problema fugas de combustible .....	35
Figura 17: Daños en parte roscada de base de filtros de combustible terciario .....	36

Figura 18: Fuga de combustible por base de filtro terciario .....	37
Figura 19: Accidente entre un camión 797F y un camión Komatsu 830E .....	38
Figura 20: Flujo de trabajos para la aplicación de la mejora en el sistema de combustible .....	41
Figura 21: Camión minero Caterpillar 797F tomada de “Rumbo minero, rumbo minero, febrero 2017) .....	44
Figura 22: Esquema hidráulico del sistema de combustible tomada de “Caterpillar Inc. (2014). Camión Volquete 797(p.78) .....	48
Figura 23: Nueva posición de la base de filtros terciaria de combustible .....	49
Figura 24: Nueva soporte de base de combustible terciario.....	50
Figura 25: Bloques soldables para soporte de base filtros terciario de combustible .....	51
Figura 26: Niples hidráulicos .....	51
Figura 27: Reubicación de base de filtro terciario de combustible.....	54
Figura 28: Partes a ser removidas para la reubicación de base de filtros (vista máquina).....	55
Figura 29: Partes a ser retiradas y partes para reutilizar (vista manual de partes) .....	55
Figura 30: Partes a ser retiradas de la base de combustible y partes para ser almacenadas e instaladas posteriormente .....	56
Figura 31: Ubicación de bloques para soporte de base de filtros y proceso de soldadura.....	57
Figura 32: Nuevo soporte para la base de filtros terciario .....	58
Figura 33: Base de filtro de combustible y manifull de filtros de combustible	58
Figura 34: Instalación de mangueras de suministro de combustible del filtro terciario.....	59
Figura 35: Supervisión de los trabajos de reubicación de la base de filtros ..	61
Figura 36: Diagrama gantt de las actividades realizadas .....	65

Figura 37: Detalle de paradas a causa de fugas de combustible por la base de filtros del equipo 31-38 .....	68
Figura: 38: Cantidad de paradas mes a mes a causa de fugas de combustible .....	68
Figura 39: Tendencia de presión de sistema de combustible del sistema de baja presión .....	69
Figura 41: Tendencia de cantidad de paradas por sistema de combustible en camión minero 797F .....	70

## RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años los camiones mineros de gran tonelaje tuvieron un gran auge y crecimiento en la industria minera, el principal objetivo de estos equipos es el acarreo de mineral de las operaciones mineras.

En operación minera Antapaccay se tiene una flota de 25 camiones mineros 797F de la marca Caterpillar, la marca Caterpillar es representada en Perú por la empresa Ferreyros S.A.

La flota de camiones 797F en operación Antapaccay viene teniendo baja performance. Esto genera pérdidas de producción, elevados costos de mantenimiento y posibles accidentes por falla de la máquina.

El objetivo general del siguiente trabajo es mejorar la confiabilidad del sistema de combustible del camión minero 797F que opera con motor C175-20.

Para poder realizar la mejora de confiabilidad del sistema de combustible de un camión minero 797F que opera con un motor C175-20 se tomó como base el análisis causa raíz y el ciclo Deming, este análisis ayudó a identificar el componente afectado y a enfocar la mejora; así como la secuencia a seguir en el proyecto.

Con la aplicación de la mejora en la base de filtros de combustible terciario, se logró reducir en un 90% la inoperatividad de la máquina ocasionada por fugas de combustible, se logró aumentar en un 5% el MTBF de los camiones mineros 797F.

## INTRODUCCIÓN

El presente informe se detalla las actividades realizadas en la operación minera Antapaccay, con el fin de mejorar la confiabilidad del sistema de combustible de los camiones mineros 797F con motor C175-20.

En el último año los camiones mineros 797F empezaron a tener problemas de apagado repentino de motor en plena operación, la causa general de estas paradas era la fuga de combustible por la base de filtros, esto conlleva a que se tenga un accidente de alto potencial, obstaculización de vías en el tajo mina y bajando la confiabilidad de la máquina. Por estos motivos es que se dio prioridad en poder solucionar el problema de la fuga de combustible por la base de filtros.

El presente informe se divide en cinco capítulos:

En el capítulo I. Aspectos generales de la empresa y/o institución, se da a conocer la empresa, su organigrama, sus actividades de valor, misión y visión.

En el capítulo II. Aspectos generales de la actividad profesional, se da a conocer los antecedentes, la identificación de la necesidad, los objetivos y la justificación del trabajo.

En el capítulo III. Marco teórico, se da a conocer las teorías aplicadas y las metodologías.

En el capítulo IV. Descripción de las actividades profesionales, se da a conocer las actividades desarrolladas por el bachiller, aspectos técnicos y ejecución de las actividades profesionales.

En el capítulo V. Resultados, se da a conocer los resultados finales, logros alcanzados, dificultades, planteamiento de mejoras, análisis de las actividades realizadas y aportes del bachiller a la empresa.

**CAPÍTULO I**  
**ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

**1.1. Datos generales de la institución**

FERREYROS S.A.

Ferreyros es la empresa líder en la comercialización de bienes de capital en el Perú y en la provisión de servicios en este ámbito.

Ferreyros S.A. es integrante de la corporación Ferreycorp.

Ferreyros S.A. es distribuidor autorizado en Perú de la marca Caterpillar.

RUC	20100028698
Tipo de empresa	Sociedad Anónima
Razón Social	Ferreyros Sociedad Anónima
Condición	Activo
Fecha de inicio de actividades	29-04-1987
Actividad económica	VTA. MAY. MAQUINARIA, EQUIPO Y MATER. 177, 51906, VTA. MAY. DE OTROS PRODUCTOS - CIIU 51502
Dirección de domicilio fiscal	Jr. Cristobal de Peralta Nort 820, Santiago de Surco, Lima, Perú



Figura 01: Ferreyros S.A. sede central tomada de “Diario gestión, Redacción gestión (2019)”

## **1.2. Actividades principales de la institución**

Ferreyros S.A. tiene las siguientes unidades de negocio.

### **1.2.1. Ferreyros gran minería**

Esta unidad de negocio es la encargada de la comercialización de repuestos y maquinaria en 10 operaciones mineras del Perú.

Ferreyros gran minería tiene como misión la siguiente:

“Ser reconocidos por todos nuestros clientes mineros como la mejor opción de confianza y excelencia para sus Operaciones, ofreciendo, desarrollando e implementando soluciones a la medida de sus necesidades y además ser identificados como el Mejor Dealer de Caterpillar en la Minería Mundial.” (Fernando Armas, Ferreyros.com.pe).

La unidad de gran minería tiene el siguiente alcance como se muestra en la figura 02.





Figura 02: Alcance de la unidad de negocio Gran Minería tomada “Ferreyros – estructura organizacional – división gran minería”

### 1.2.2. Ferreyros cuentas nacionales

Ferreyros cuentas nacionales tiene más de 100 clientes atendidos en el Perú.

Ferreyros cuentas nacionales tiene como visión la siguiente:

“Establecer relaciones de alta confianza y largo plazo con los clientes Cuentas Nacionales, convirtiéndonos en verdaderos socios estratégicos de sus negocios. Adaptando a su medida y necesidad todo nuestro portafolio de productos, servicios y soluciones tecnológicas generándoles valor en el desarrollo de todas sus actividades económicas” (Salas, 2021).

La unidad de gran minería tiene le siguiente alcance como se muestra en la figura 03.



Figura 03: Alcance de la unidad de negocio cuentas nacionales tomada de “Ferreyros – estructura organizacional – división cuentas nacionales”

### 1.2.3. Ferreyros cuentas regionales

Ferreyros cuentas regionales tiene más de 4500 clientes atendidos a nivel regiones del Perú.

Ferreyros cuentas nacionales tiene como visión la siguiente:

“Desarrollar y brindar soluciones integrales para nuestros clientes regionales, de gobierno y agrícola; generándoles mayor valor mediante procesos simples y el uso eficiente, ágil y seguro de nuestros recursos dentro de un buen clima laboral que permita el desarrollo de nuestros colaboradores, siendo a la vez el soporte en campo y talleres de las cuentas nacionales que se desarrollen en nuestra área de influencia” (Orrego, 2021).

La unidad de gran minería tiene le siguiente alcance como se muestra en la figura 04.



Figura 04: Alcance de la unidad de negocio cuentas regionales tomada de “Ferreyros – estructura organizacional – división cuentas regionales”

### 1.2.4. Energía

Ferreyros energía tiene más de 1700 clientes atendidos.

Ferreyros energía tiene como misión: “Promover el éxito de nuestros clientes de Energía con un equipo comercial enfocado en brindar soluciones integrales con alto valor percibido y soportado por un servicio eficiente y de alta calidad” (Ruiz, 2021).

La unidad de gran minería tiene le siguiente alcance como se muestra en la figura 05.



Figura 05: Alcance de la unidad de negocio de Energía tomada de “Ferreyros – estructura organizacional – división energía”

### 1.3. Reseña histórica de la institución

La compañía Ferreyros S.A. detalla su historia de la siguiente manera:

“Ferreyros fue fundada en 1922 por Enrique Ferreyros Ayullo y un grupo de socios con el nombre de Enrique Ferreyros y Cía.

En el año de 1944, la empresa tomo un giro trascendental al tomar la decisión de asumir la representación de Caterpillar Tractor Co. En el Perú.

En los 60, otras líneas de máquinas y equipos tales como Massey Ferguson estaban representadas por Enrique Ferreyros y Cía

En 1962 la empresa concreto su inscripción en la bolsa de valores de Lima.

En 1981, la empresa se transformó en sociedad anónima, como parte de un proceso de modernización a fin de reflejar la nueva estructura accionaria, Ello la llevó finalmente a convertirse, en

1998, en una sociedad anónima abierta bajo la denominación de Ferreyros S.A.A.

En el 2012, como consecuencia del crecimiento experimentado por Ferreyros y por las otras compañías subsidiarias del grupo, se procedió a realizar una reorganización corporativa. Antes del cambio, la empresa Ferreyros S.A.A. Se dedicaba a las funciones operativas de una compañía distribuidora de bienes de capital y, adicionalmente, a un rol corporativo, que definía los lineamientos de todas las empresas de la organización.

Gracias a la reorganización, Ferreyros S.A.A. se transformó en Ferreycorp S.A.A., que asumió el rol corporativo en su calidad de holding del grupo, propietaria de todas las subsidiarias de la corporación, tanto las locales como las extranjeras. Por su parte, la compañía Ferreyros S.A. fue asignada a dedicarse exclusivamente a la comercialización de maquinaria, equipos y servicio postventa de la línea Caterpillar y sus marcas aliadas” (Ferreyros, 2020).

#### **1.4. Organigrama de la institución**

El organigrama de la empresa es de tipo matricial, tiene como pilares las áreas de finanzas, soporte de producto, recursos humanos, marketing y negocios digitales. Estos pilares son los que dan soporte a las unidades de negocio: Gran minería, cuentas nacionales, cuentas regionales y energía.

En la Figura 06 se observa las principales áreas de Ferreyros y como está distribuido el organigrama.



Figura 06: Organigrama matricial de Ferreyros S.A. tomada de Ferreyros.com.pe – estructura organizacional (2020)

## 1.5. Misión, visión y valores de la institución

### 1.5.1. Misión

“Proveer las soluciones que cada cliente requiere, facilitando los bienes de capital y servicios que necesita para crear valor en los mercados en los que actúa” (Ferreyros, 2020).

### 1.5.2. Visión

“Fortalecer nuestro liderazgo siendo reconocidos por nuestros clientes como la mejor opción, de manera que podamos alcanzar las metas de crecimiento” (Ferreyros, 2020).

### 1.5.3. Valores de Ferreyros S.A.

Los valores de la empresa Ferreyros S.A. se detallan en la siguiente figura 07.



Figura 07: Valores de Ferreyros S.A tomada de Ferreyros.com.pe  
– Valores (2020).

## 1.6. Bases legales o administrativos

### 1.6.1. Normas corporativas

La normativa descrita por la compañía Ferreyros S.A. se describe de la siguiente manera:

“La Norma Corporativa sobre entrega y/o recepción de regalos, pagos, favores y otros (GEN-GCAC-NC-001) regula el comportamiento que debemos mantener frente a los clientes, proveedores y otros, respecto al ofrecimiento de regalos, favores, invitaciones, comisiones, honorarios, dinero o ingresos de cualquier tipo, que pudiésemos entregar o recibir ya sea dentro o fuera del cumplimiento de nuestras funciones, y que excedan las reglas de la cortesía y los estándares comerciales, a fin de evitar conductas impropias y actos de corrupción.

La Norma Corporativa sobre conflictos de interés (GEN-GCAC-NC-002) regula el comportamiento que debemos mantener en el desempeño de nuestras actividades, practicando en todo momento el alto contenido ético, así como la lealtad, independencia, transparencia e imparcialidad, a fin de evitar que se produzcan conflictos

reales o aparentes entre nuestros propios intereses y los de la Corporación.

La Norma Corporativa de negocios con organismos del Estado y relación con funcionarios públicos (GEN-GCAC-NC-003) regula el comportamiento que debemos mantener cuando en el desempeño de nuestras funciones y en las diversas actividades de representación de la Corporación, tengamos relación con funcionarios públicos en negocios con organismos, instituciones, empresas y demás entidades del sector público, así como en la realización de todo tipo de trámites y gestiones para la obtención de licencias, autorizaciones, certificados, permisos, entre otros.

La Norma Corporativa sobre el control de riesgos reputacionales y de corrupción en los negocios con terceros (GEN-GCAC-NC-005) establece las políticas, procedimientos y mecanismos internos que nos permitirán identificar los riesgos a los que podamos estar expuestos en nuestras relaciones y negocios con terceros, buscando prevenir, a través del cumplimiento de los procedimientos y políticas que se describen, vernos comprometidos en algún tema de corrupción o en la comisión de algún delito relacionado.

La Norma Corporativa de Debida Diligencia en Clientes, Proveedores y Colaboradores (GEN-GCAC-NC-008) establece los procedimientos y mecanismos internos que debemos seguir para conocer los antecedentes de las personas naturales o jurídicas con las vamos a interactuar comercialmente, tanto al momento de iniciar la relación como a lo largo de la misma, en especial para identificar posibles actos de corrupción” (Ferreyros, 2020).

### **1.6.2. Políticas de seguridad, salud y medio ambiente**

Para lograr los objetivos de crecimiento en seguridad, salud, medio ambiente Ferreyros tiene una política de seguridad, salud y medio ambiente, esta política se describe en el anexo 01.

Ferreyros basa su normativa ambiental en base a la ISO14001

Ferreyros está constituida bajo la ley del marco del sistema nacional de gestión ambiental – Ley N°28245.

## **1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales**

### **1.7.1. Ferreyros gran minería operación Antapaccay**

Ferreyros en la operación minera Antapaccay cuenta con las siguientes áreas.

#### **1.7.1.1. Mantenimiento y soporte de garantías de camiones mineros, equipos de flota auxiliar y palas y perforadoras**

Ferreyros cuenta con contratos de servicio de cambio de componentes mayores (Motores, transmisiones, diferencial, mandos finales, convertidores), contrato de soporte de garantías de los componentes y repuestos vendidos, contrato de servicio de ejecución de backlog programados y contrato de servicio especializado eléctrico y mecánico de palas y perforadoras. Para dar soporte a estos contratos se tiene la siguiente distribución de personal, el organigrama se puede apreciar en la figura 08.

#### **1.7.1.2. Funciones del personal**

##### **A. Superintendente**

Encargado del control general de toda la operación minera.

##### **B. Ingeniero de proyecto**

Encargado de la mejora de procesos de la operación minera.

##### **C. Jefe de mantenimiento**



Encargado de toda el área de mantenimiento y presupuesto anual de mantenimiento.

**D. Jefe de planeamiento**

Encargado del seguimiento de los KPI's de mantenimiento.

**E. Jefe de logística**

Encargado de los KPI's de la operación logística.

**F. Supervisor de seguridad**

Encargado del control documentario en relación con seguridad y seguimiento de los KPI's de seguridad.

**G. Supervisor de mantenimiento**

Encargado de la correcta ejecución de los trabajos mecánicos y eléctricos en talleres de mantenimiento.

**H. Supervisor logístico**

Encargado de la correcta ejecución de los procesos logísticos.

**I. Especialista de camiones**

Encargado de seguimiento de las mejoras técnicas aplicadas en los camiones mineros.

**J. Especialista de flota auxiliar**

Encargado del seguimiento de las mejoras técnicas aplicados a los distintos equipos de flota auxiliar.

**K. Planner de camiones**

Encargado de la proyección de cambio de componentes menores y mayores a largo plazo de los camiones mineros.

**L. Planner de flota auxiliar**

Encargado de la proyección de cambio de componentes menores y mayores a largo plazo de los equipos de flota auxiliar.

**M. Programador**

Encargado de la programación de los trabajos en talleres de mantenimiento a corto plazo.

**N. Técnico mecánico**

Encargado de la ejecución de los trabajos mecánicos programados.

**O. Técnico electricista**

Encargado de la ejecución de los trabajos eléctricos programados.

**P. Asistente logístico**

Encargado de la facturación de los repuestos vendidos en almacén.

**Q. Operario de carga y descarga**

Encargado de la recepción de nuevos ítem's y su correcta locación de estos.

**R. Operario de despachos**

Encargado de la correcta extracción de ítem's para la venta en almacén.

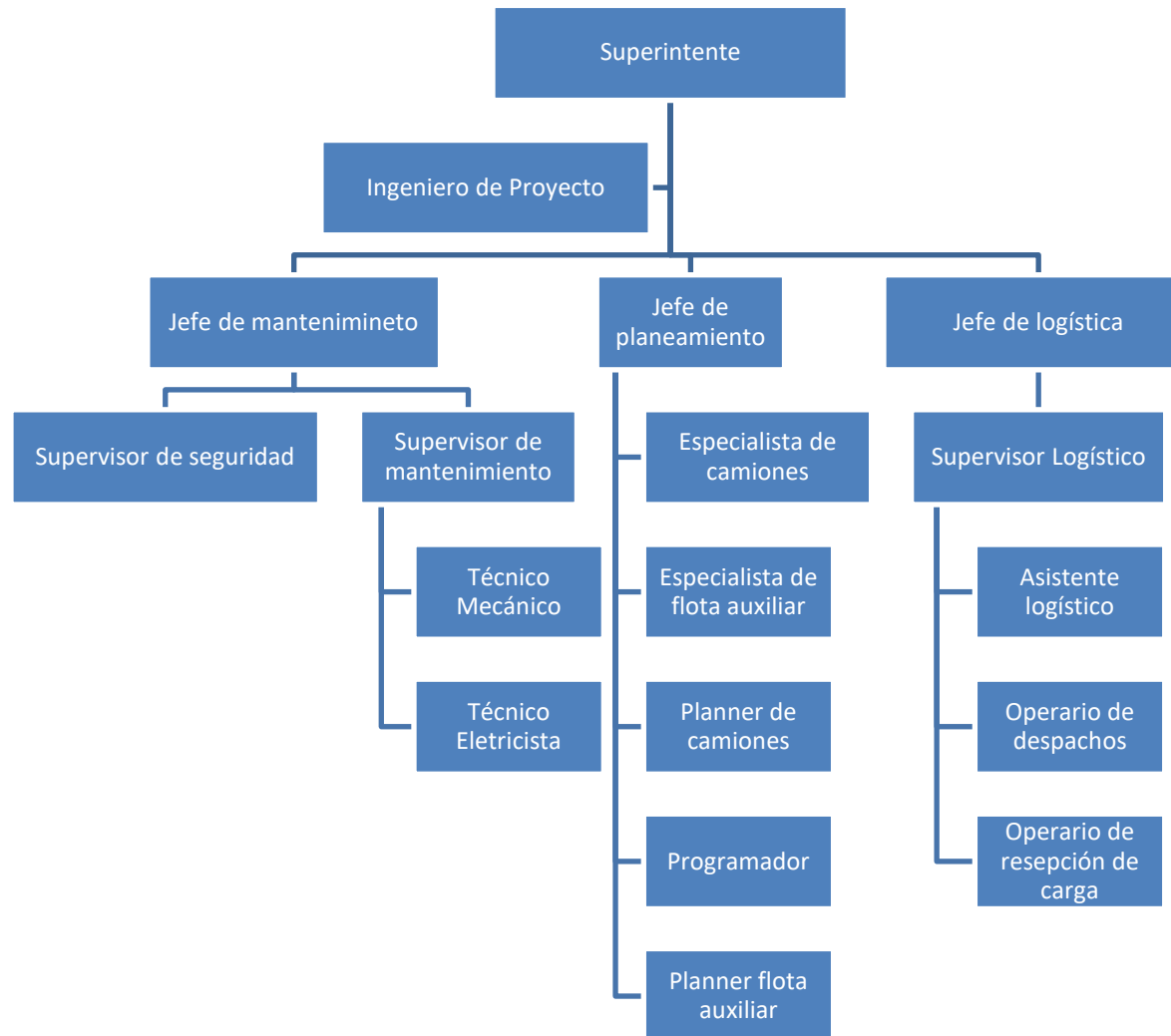


Figura 08: Organigrama de Ferreyros operación Antapaccay

## **1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución**

### **1.8.1. Descripción del cargo**

En Ferreyros S.A. operación Antapaccay se desempeñó como supervisor de mantenimiento, el supervisor de mantenimiento tiene las siguientes funciones:

- En Ferreyros S.A. se desempeñó en el cargo de supervisor de mantenimiento, el supervisor de mantenimiento tiene un equipo técnico asignado para la ejecución tanto de trabajos programados como de trabajos correctivos. El equipo asignado al supervisor de mantenimiento es el siguiente: 8 Técnicos mecánicos, 02 técnicos electricistas, 01 especialista de camiones mineros, 01 especialista de equipos de flota auxiliar.
- El supervisor de mantenimiento debe asegurar que estos trabajos se realicen de manera correcta y cumpliendo con los tiempos asignados para la tarea.
- El supervisor de mantenimiento debe dar el soporte técnico especializado en los trabajos que se realizan en los talleres de mantenimiento de camiones, flota auxiliar y operaciones mina.
- El supervisor de mantenimiento debe asegurar el cumplimiento de los estándares de seguridad en los trabajos de mantenimiento que se realizan en los talleres de camiones, flota auxiliar y operaciones mina.



Figura 09: Taller de mantenimiento camiones Antapaccay

### 1.8.2. Responsabilidades del cargo

#### a) Cumplimiento de las tareas programadas

Responsable de la ejecución del 100% de las tareas programadas en los equipos del área de camiones y flota auxiliar.

#### b) Estándares de seguridad

Responsable del correcto llenado de permisos de trabajo IPERC, PETAR y el cumplimiento de estos permisos.

#### c) Gestión de órdenes de trabajo

Responsable del cierre de órdenes de trabajo ejecutadas en talleres de mantenimiento.

#### d) Gestión de desarrollo técnico del personal

Responsable del cumplimiento de los cursos y habilidades programadas para el personal de mantenimiento según su nivel.

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

#### 2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional

Ferreyros operación Antapaccay, se dedica a dar soporte a las distintas maquinas vendidas en dicha operación minera.

En operación Antapaccay se tiene distintos modelos de equipos destinados para la gran minería, en la tabla 01 se puede observar el parque de máquinas Caterpillar que se encuentran operando.

En operación Antapaccay se cuenta con 34 camiones mineros; 25 de ellos son 797F y 9 son 793D.

En operación Antapaccay se cuenta con 8 tractores de cadenas D11T, 5 tractores de ruedas 844H y 4 equipos para cables 834H.

En operación Antapaccay se cuenta con 2 rodillos CS-78B.

En operación Antapaccay se cuenta con 3 excavadoras 390DL.

En operación Antapaccay se cuenta con 2 cargadores frontales 994F.

En operación Antapaccay se cuenta con 7 motoniveladoras; 3 de ellos 24M y 4 de estos 16M.

En operación Antapaccay se cuenta con 4 palas eléctricas 7495 y 01 pala hidráulica 6060.

En operación Antapaccay se cuenta con 4 perforadoras; 02 de estas de modelo MD6640; 01 de estas 39 HR y 01 MD6540C.

TIPO	Modelo de máquina	Cantidad
CAMIONES	797F	25
	793D	9
TRACTORES	D11T	8

	834H	4
	844H	5
RODILLOS	CS-78B	2
EXCAVADORA	390DL	3
CARGADORES	994F	2
MOTONIVELADORAS	24M	3
	16M	4
PALAS	6060	1
	7495	4
PERFORADORAS	MD6640	2
	39HR	1
	MD6540C	1
	<b>TOTAL</b>	<b>74</b>

Tabla 01: Parque de máquinas CAT operación Antapaccay

## 2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional

La principal flota a la que se le da soporte en la operación minera Antapaccay es la flota de camiones mineros 797F, la flota de camiones 797F durante los últimos años viene teniendo una baja performance de los equipos en la operación minera.



Figura 10: Camión minero 797F tomada de Realinzcat – producto – modelo 797F (2020).

### 2.2.1. Disponibilidad física de los camiones mineros 797F

El objetivo de disponibilidad física de la compañía en la flota 797F es de 86.4 % anual.

La disponibilidad obtenida en los camiones mineros 797F en relación con los objetivos de la compañía se observa en la figura 9, estos datos son de los últimos dos años de operación.

En la figura 11 se hace una comparativa gráfica entre el objetivo de la compañía (línea azul) y la disponibilidad obtenida mes a mes (línea naranja) del año 2021.

En la figura 12 se hace una comparativa gráfica entre el objetivo de la compañía (línea azul) y la disponibilidad obtenida mes a mes (línea naranja) del año 2020.

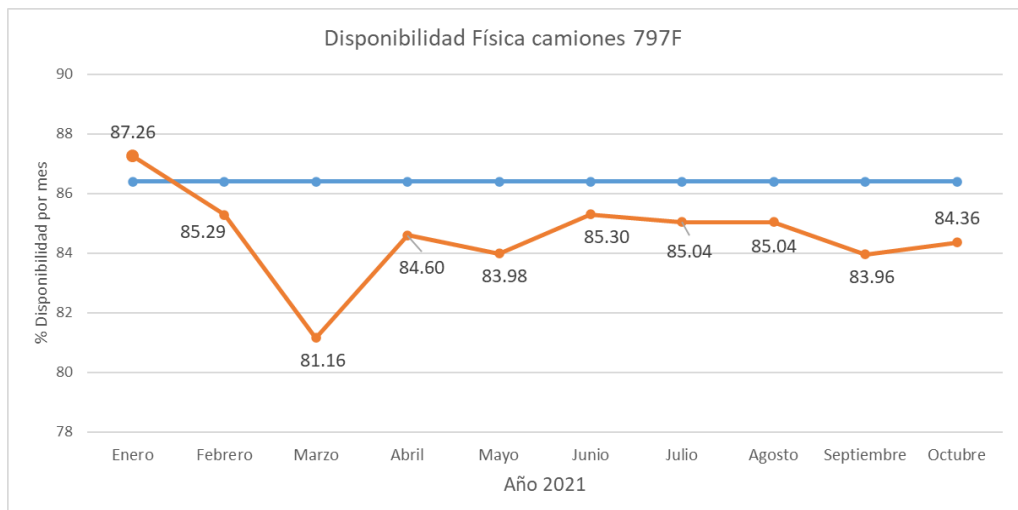


Figura 11: Disponibilidad Física camiones 797F año 2021

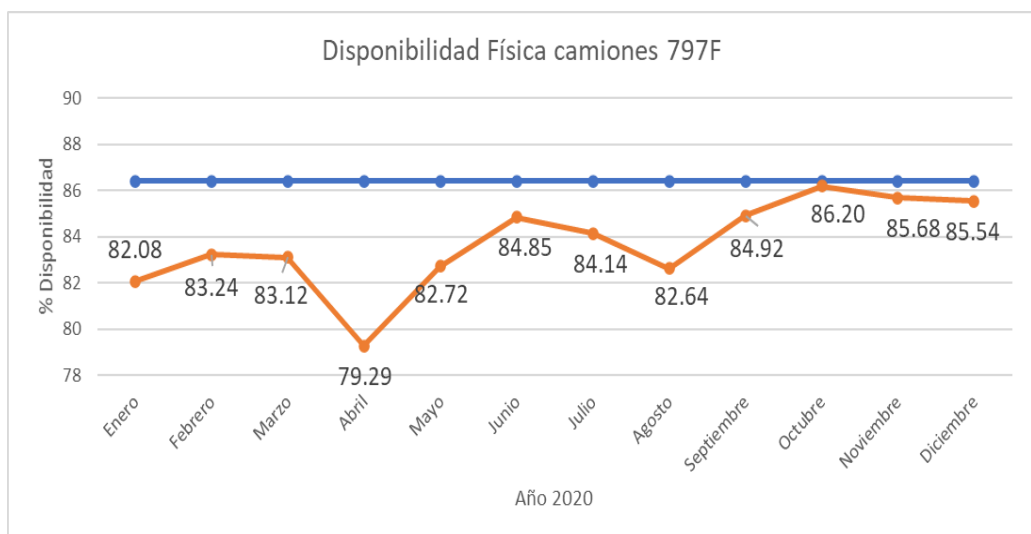


Figura 12: Disponibilidad Física camiones 797F año 2021



En consecuencia, en la figura 11 y 12 se puede observar que durante los últimos años no se logró alcanzar los objetivos planteados por la compañía.

### 2.2.2. MTBF de los camiones mineros 797F

El objetivo de MTBF de la compañía en la flota de camiones 797F es de 60 horas.

El tiempo medio entre fallas (MTBF) obtenido en los camiones mineros 797F en relación con los objetivos de la compañía se observa en la figura 13, estos datos son de los últimos dos años de operación.

En la figura 13 se hace una comparativa gráfica entre los objetivos de la empresa (línea azul) y el MTBF obtenido mes a mes (línea naranja) de los últimos dos años.

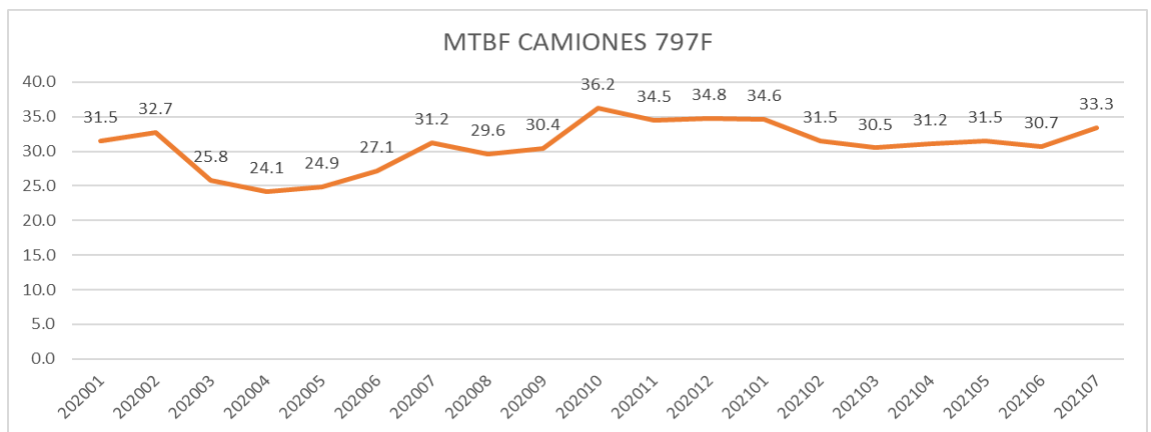


Figura 13: MTBF flota camiones 797F

En la figura 13 se puede observar que durante los últimos años no se logró alcanzar los objetivos planteados por la compañía.

### 2.2.3. MTTR de los camiones mineros 797F

El objetivo de MTTR de la compañía en la flota de camiones 797F es de 3 horas.

El tiempo medio de reparación (MTTR) obtenido en los camiones mineros 797F en relación con los objetivos de la compañía se observa en la figura 14, estos datos son de los últimos dos años de operación.

En la figura 14 se hace una comparativa gráfica entre los objetivos de la compañía (línea azul) y el MTTR obtenido mes a mes (línea naranja) de los últimos dos años.

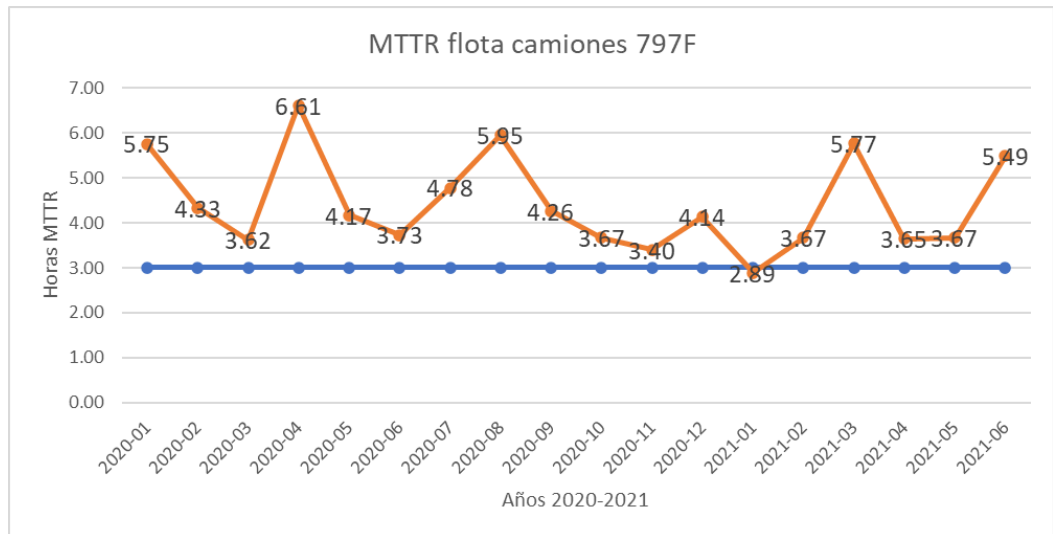


Figura 14: MTTR flota de camiones 797F

#### 2.2.4. Fallas de sistema de combustible y efectos en producción

Mes a mes se realiza la evaluación de las paradas de los camiones mineros 797F. De este análisis se obtiene un TOP TEN de fallas por sistemas del camión minero 797F, este TOP TEN nos indica los sistemas del camión minero 797F que están fallando con mayor frecuencia y su impacto en los indicadores de mantenimiento.



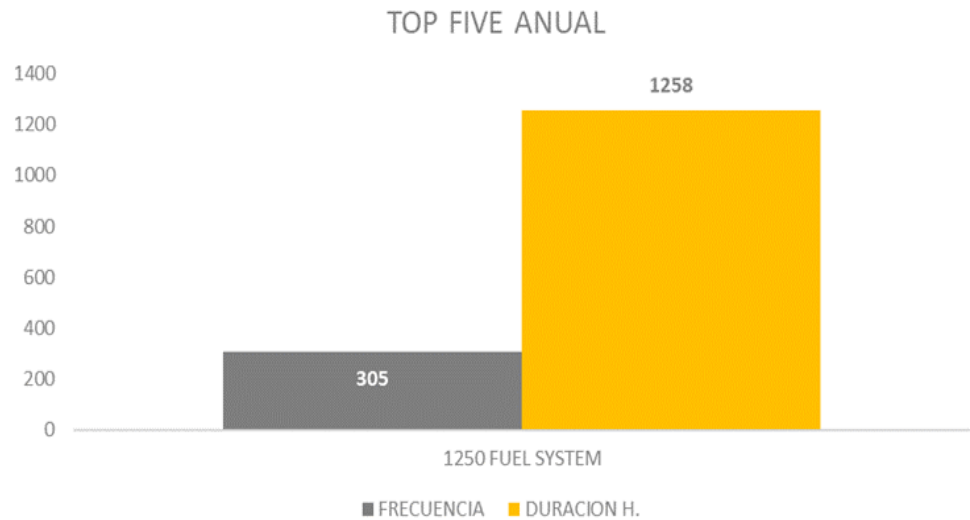


Figura 15: Top Ten en horas de paradas no programadas por sistemas frecuencia de ocurrencia de eventos del sistema de combustible.

En la figura 15 se observa el análisis gráfico de TOP TEN de fallas, se puede apreciar que el sistema de combustible tiene un impacto significativo en las paradas no programadas, con un total de 1261 horas.

Se tiene una frecuencia significativa de paradas con un total de 305 paradas.

### 2.2.5. Fallas frecuentes del sistema de combustible

El sistema de combustible de un camión minero 797F es crítico, de tener una fuga puede ocasionar la parada repentina del equipo en operación, esto afecta tanto a la producción como a la seguridad del operador.

En la figura 16 se observa el diagrama de causa raíz realizado para encontrar la raíz de la fuga de combustible, se tiene tres factores resaltantes en el análisis.

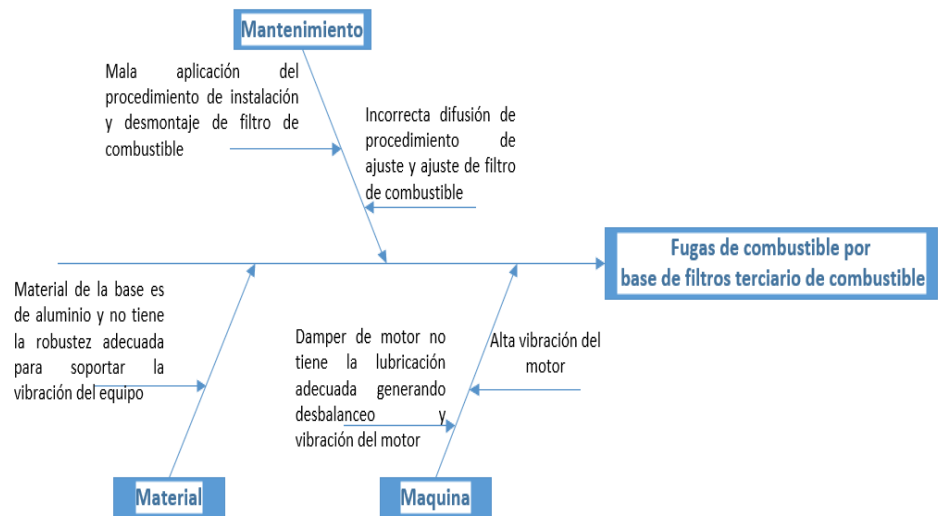


Figura 16: Diagrama causa raíz – problema fugas de combustible

### A. Mantenimiento

Se observa que durante las labores de mantenimiento no se aplica el procedimiento correcto de remoción e instalación de filtros de combustible secundario y terciario.

El procedimiento según el fabricante indica que se soportar el filtro de la parte inferior para evitar que la parte roscada de la base de filtro de combustible se dañe.

El procedimiento según fabricante indica que de sebe ajustar el filtro con la fuerza de la mano hasta topar con la base luego de ese de debe dar una vuelta entera con una faja para ajuste de filtros.

### B. Maquina

En el análisis se observa que la vibración que produce el motor en la base de filtros de combustible está ocasionando que se suelte el niple roscado de la base de filtros de combustible ocasionando la fuga de combustible.

La causa de esta vibración es ocasionada por el damper de motor, este no tiene la lubricación adecuada y genera la vibración del motor, este problema viene siendo investigado por personal de ingeniería de Caterpillar.

En la figura 17 remarcado con un círculo rojo se observa el daño que se produce en la parte roscada de la base de filtros de combustible.

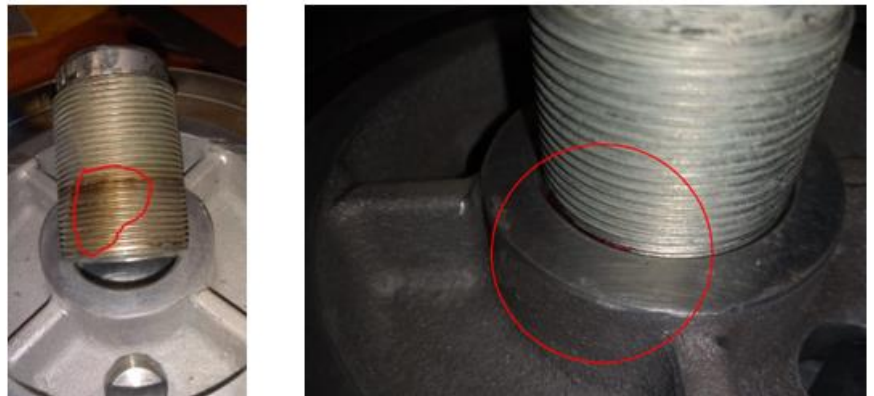


Figura 17: Daños en parte roscada de base de filtros de combustible terciario

Para el análisis de vibraciones se tomó como referencia 10 equipos 797F que operan en la unidad minera Antapaccay, en la tabla 02 se observa los valores obtenidos en cada uno de los equipos, las vibraciones obtenidas en la base de filtros y las vibraciones obtenidas en la parte delantera del chasis, se observa que la vibración en chasis en promedio la mitad de las vibraciones que se tiene en la base de filtros terciaria ubicada en el motor.

Equipo código	Vibración en base de filtros (mm/s)	Vibración en chasis (mm/s)
31-20	28.80	14.64
31-23	27.75	13.90
31-25	28.10	12.40

31-26	29.10	11.50
31-29	27.83	11.20
31-31	27.50	13.58
31-33	26.85	11.25
31-38	31.20	12.80
31-40	28.45	12.30
31-42	29.50	13.10

Tabla 02: Vibraciones en base de filtros terciaria ubicada en motor vs vibraciones en chasis parte delantera derecha

### C. Material

Se observa que el material (Aluminio) no es lo suficiente robusto para poder soportar la carga vibratoria del sistema, este detalle viene siendo estudiado por el personal de ingeniería de Caterpillar.

#### 2.2.5.1. Fugas de combustible por base de combustible

La fuga de combustible más frecuente y que ocasiona que el equipo se apague repentinamente es la fuga de combustible por la base de filtro terciario.

En la figura 18 se puede observar un ejemplo de fuga de combustible por base de filtro terciario.



Figura 18: Fuga de combustible por base de filtro terciario

En la figura 19 se puede observar que un camión minero 797F impacto contra otro equipo al quedar inoperativo repentinamente en rampa a causa de la fuga de combustible por la base de filtro terciario.



Figura 19: Accidente entre un camión 797F y un camión Komatsu 830E

### **2.3. Objetivos de la actividad profesional**

Según los datos obtenidos a raíz del análisis de los indicadores de mantenimiento se plantea los siguientes objetivos.

#### **2.3.1. Objetivo general**

Mejorar de la confiabilidad en el sistema de combustible del motor de combustión interna diesel C175-20 de un camión minero 797f.

#### **2.3.2. Objetivo específico**

- Reducir las paradas no programadas por fugas de combustible.
- Reducir la frecuencia de las paradas por fuga de combustible del camión minero 797F.
- Reducir los eventos en los cuales el equipo se apaga repentinamente en operación a causa de fugas de combustible.

#### **2.4. Justificación de la actividad profesional**

En base a los datos obtenidos de los indicadores de mantenimiento tratados en el punto 2.2, se observa que se una baja performance del camión minero 797F.

El presente trabajo profesional tiene como finalidad primordial la mejora de la confiabilidad del sistema de combustible.

Es importante mejorar la confiabilidad del sistema de combustible porque es un sistema vital para el funcionamiento de la máquina, de fallar este sistema se puede tener paradas repentinas en operación y ocasionar distintos tipos de pérdidas tales como; perdidas en producción y accidentes.

#### **2.5. Resultados esperados**

A raíz de los objetivos planteados, se tiene los siguientes resultados esperados.

- Lograr el cambio programado de las bases de filtro secundario y terciario a la media vida del motor; 5000 horas de operación.
- Lograr la reducción de las horas de inoperatividad del camión minero 797F en un 90 % a causa de fugas de combustible por la base de filtros.
- Reducir la frecuencia de paradas por fuga de combustible en un 90 % y aumentar el MTBF en 5%.



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Bases Teóricas de las metodología o actividades realizadas**

El despliegue de las distintas herramientas teóricas se hizo en base al siguiente diagrama de flujo.

En la figura 20 se detalla el flujo que se siguió para poder realizar las actividades de una manera ordenada y planificada, se describe las fases del proyecto como es la planificación, hacer, verificar y actuar.

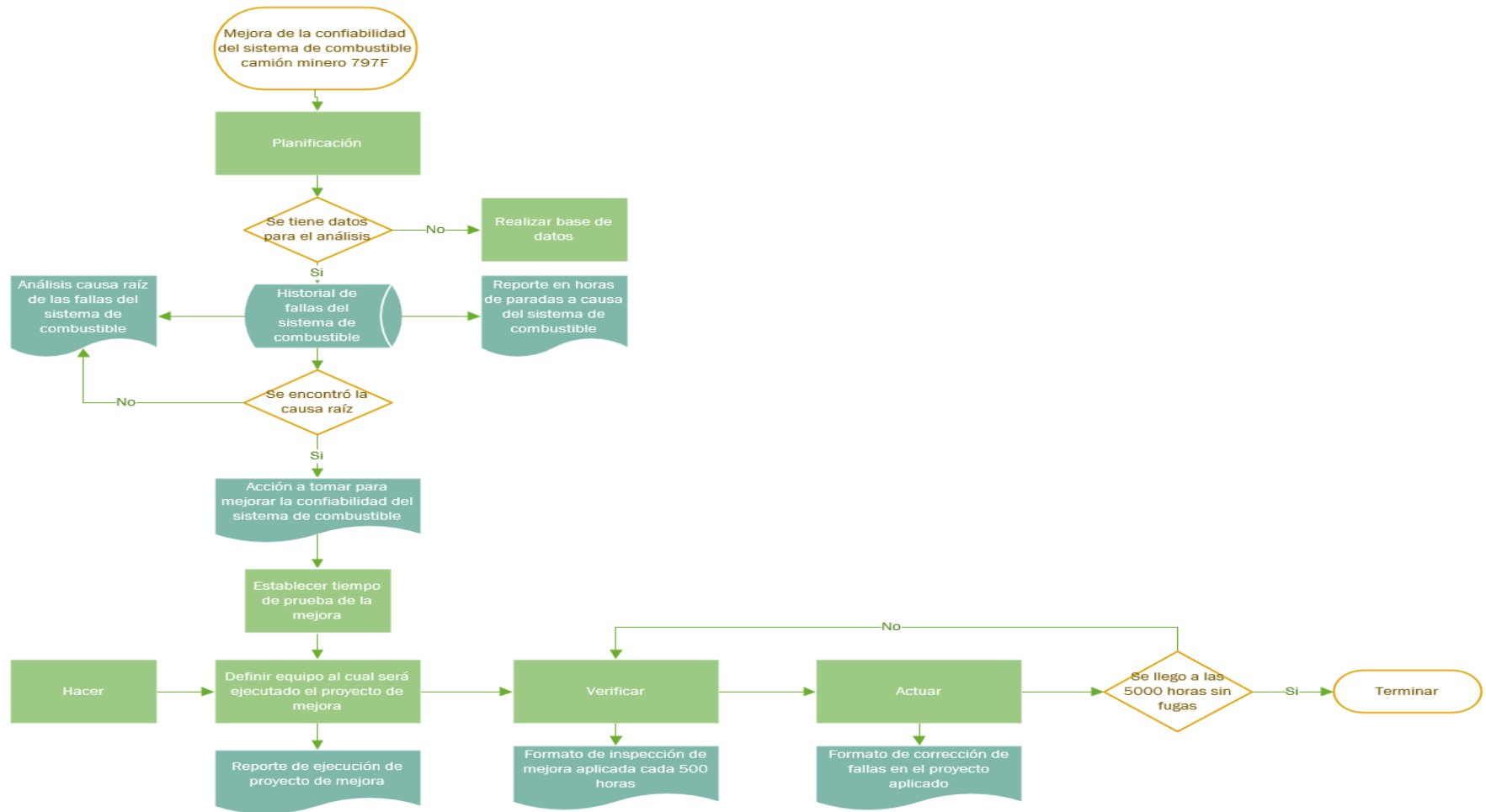


Figura 20: Flujo de trabajos para la aplicación de la mejora en el sistema de combustible

### **3.1.1. Ciclo Deming**

La metodología en base de Deming tiene como principio 4 etapas, estas cuatro etapas son: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, estas etapas nos permiten evaluar el proyecto y su continuidad.

#### **A. Planear**

En esta etapa vamos a definir el problema, los objetivos y las responsabilidades.

En esta etapa se define las metodologías que se aplicaran para la aplicación del proyecto, así como el estudio previo antes de realizar la aplicación masiva en todas las maquinas 797 F del país.

#### **B. Hacer**

En esta etapa se pasa a la ejecución de los trabajos planteados para la alcanzar los objetivos planteados.

#### **C. Verificar**

En esta etapa se procede a evaluar los resultados obtenidos de la mejora planteada.

#### **D. Actuar**

En esta etapa se corrige las fallas que se pudieron haber presentado en el proyecto y se realiza la documentación.

### **3.1.2. Indicadores de mantenimiento**

Para evaluar el rendimiento de la maquina se tiene los siguientes indicadores de mantenimiento.

#### **A. Disponibilidad física**

Se realiza el cálculo matemático entre las horas que las maquinas están operativas y las horas que se invierte en reparaciones por mantenimiento programado y mantenimiento no programado (correctivos).

Disponibilidad =  $\text{Tiempo operativo} / \text{Tiempo disponible bruto}$

#### **B. MTBF (Tiempo medio entre fallas)**

Se realiza el cálculo matemático del tiempo promedio que se da entre cada falla de una máquina.

MTBF =  $\text{Tiempo operativo} / \text{Número de fallas}$

### **C. MTTR (Tiempo medio de reparaciones)**

Se realiza el cálculo matemático del promedio del tiempo que se aplica en cada reparación de los equipos.

$MTTR = \text{Tiempo de paradas no programadas por mantenimiento} / \text{Número de fallos}$ .

#### **3.1.3. Confiabilidad en mantenimiento**

La confiabilidad en el mantenimiento es la probabilidad que el equipo pueda cumplir con su funcionamiento en condiciones específicas durante un periodo de tiempo determinado.

En el análisis de la confiabilidad de mantenimiento se puede obtener información valiosa de los sistemas de la máquina que están fallando con mayor frecuencia (Gonzales, 2012).

#### **3.1.4. Camión minero Caterpillar 797F**

Los camiones mineros 797F son muy utilizados en la industria minera, estos equipos de acarreo trabajan en condiciones extremas, estas condiciones pueden generar desgaste, corrosión, desajustes entre otros, en los distintos sistemas del camión.

El camión minero 797F tiene una capacidad de carga útil de 400 toneladas métricas.

El camión minero 797F tiene un peso total operativo de 623690 Kilogramos.

El camión minero cuenta con los siguientes sistemas para su funcionamiento:

- Sistema de motor
- Sistema de tren de fuerza
- Sistema de dirección
- Sistema de frenos
- Sistema hidráulico de levante



Figura 21: Camión minero Caterpillar 797F tomada de “Rumbo minero, rumbo minero, febrero 2017)

### **3.1.5. Componentes del sistema de combustible**

El sistema de combustible de los camiones mineros cuenta con los siguientes componentes:

#### **a) Inyectores**

El camión minero 797F con motor C175-20 cuenta con 20 inyectores divididos; 10 de estos inyectores están destinados al banco derecho y 10 al banco izquierdo.

El inyector es el encargado de pulverizar el combustible e inyectarlo en la cámara de combustión.

#### **b) Sensor de presión de riel de combustible**

El sensor de presión de riel de combustible es un sensor pasivo con alimentación de 5 voltios, este sensor se encarga de monitorear la presión que se tiene en el sistema de alta presión del sistema de combustible. Los rangos de presión a los que trabaja van desde los 0 PSI hasta los 30 mil PSI.

#### **c) Válvula de control de combustible**

La válvula de control de combustible se encarga de regular el flujo de combustible que suministra la bomba de alta presión.

#### **d) Bomba eléctrica de purgado de combustible**

La bomba eléctrica de purgado de combustible se encarga de retirar las partículas de aire del sistema de combustible

Esta bomba se encarga de presurizar el sistema de baja presión antes del arranque, hasta una presión de 80 psi.

**e) Sensor de presión después del filtrado de combustible**

Este sensor de presión es un sensor pasivo con alimentación de 5 voltios.

El sensor de presión después del filtrado se encarga de monitorear la presión de combustible a la salida de los filtros, esta presión se compara con la presión del sensor de presión antes del filtrado y ayuda a detectar si los filtros de combustible están saturados.

**f) Sensor de temperatura de combustible de baja presión**

El sensor de temperatura es un sensor pasivo de 5v

El sensor de temperatura se encarga de monitorear la temperatura del combustible del sistema de baja presión.

**g) Switch de activación manual de la bomba de purgado de combustible**

Switch manual de activación de bomba de purgado de combustible, es un switch de posición on – off.

**h) Sensor de presión de combustible al ingreso de la bomba de transferencia**

El sensor de presión a la entrada de la bomba de transferencia se encarga de monitorear la presión que sale del módulo de limpieza de combustible.

Este sensor es un sensor analógico pasivo de alimentación 5 voltios.

**i) Sensor de temperatura de combustible del sistema de alta presión**

Se encarga de monitorear la temperatura del combustible del sistema de alta presión.

Sensor con alimentación de 5 voltios.

**j) Sensor de presión antes del filtrado**

Se encarga de monitorear la presión de combustible antes del ingreso a los filtros, este sensor hace una comparativa con el sensor de presión después del filtrado para detectar si los filtros están saturados.

**k) Bomba de transferencia de combustible**

La bomba de transferencia de combustible se encarga de succionar el combustible del tanque de combustible y suministrar ese combustible por los filtros secundarios y terciarios para luego ingresar a la bomba de alta presión de combustible.

**l) Bomba de alta presión de combustible**

La bomba de alta de presión de combustible se encarga de suministrar el flujo de combustible a los inyectores a una presión entre 20 mil y 30 mil PSI.

**m) Válvula reguladora de presión de sistema de baja presión de combustible**

Se encarga de controlar la presión máxima del sistema de combustible, esta es una válvula de alivio que alcanza una presión máxima de 140 psi.

**n) Válvula limitadora de flujo de ingreso a los inyectores**

La válvula limitadora de flujo de ingreso a los inyectores se encarga de regular la cantidad de combustible que ingresa a los inyectores para ser pulverizado.

Esta válvula también cumple la función de cerrar el paso de combustible al inyector cuando el inyector sufrió alguna falla, evitando así que el exceso de combustible ingrese a la cámara de combustión y pueda generar una traba hidráulica.

**o) Filtro de combustible primario**

El filtro de combustible primario se encarga de realizar el filtrado de combustible que sale del tanque de combustible hacia la bomba de transferencia.

**p) Filtro de combustible secundario**

El filtro de combustible secundario se encarga de filtrar el combustible que ingresa a la bomba de alta presión de combustible.

**q) Filtro de combustible terciario**

El filtro de combustible terciario se encarga de filtrar el combustible de que ingresa a la bomba de alta de combustible.

**r) Base de filtro de combustible primario**

La base de filtros de combustible primario se encarga de alojar a los filtros de combustible primarios.

**s) Base de filtro de combustible secundario y terciario**

La base de filtros de combustible secundario y terciario se encarga de alojar a los filtros de combustible secundarios y terciario.

**t) Módulo de limpieza de combustible**

El módulo de limpieza de combustible se encarga de recircular el combustible por los filtros primarios antes de ser enviado a la bomba de transferencia.

**3.1.6. Esquema hidráulico del sistema de combustible**

El funcionamiento del sistema de combustible se puede apreciar en la figura 22.

En la figura 22 se observa el funcionamiento del sistema de combustible, el sistema de combustible consta de dos partes:

Un sistema de baja presión que trabaja a una presión entre un rango de los 70 Psi a los 110 Psi.

Un sistema de alta presión de combustible que trabaja entre los 11000 Psi hasta los 30000 Psi.

Todas estas señales son controladas por un ECM.



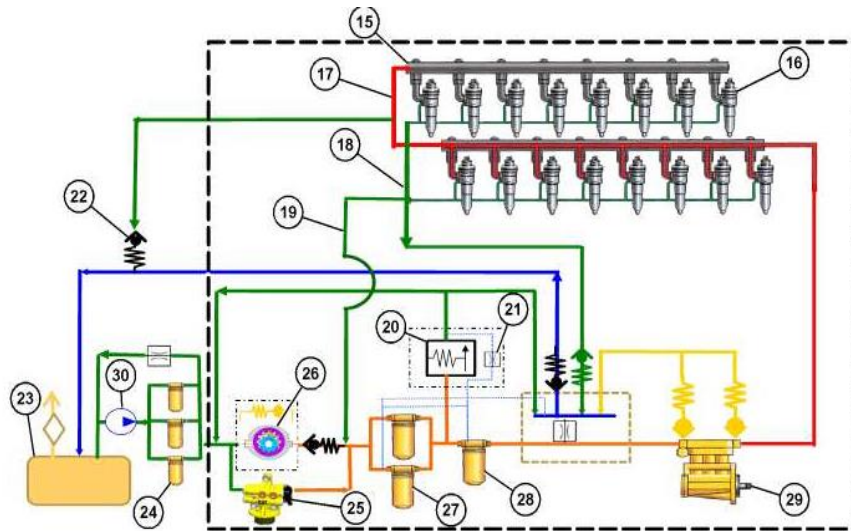


Figura 22: Esquema hidráulico del sistema de combustible tomada de “Caterpillar Inc. (2014). Camión Volquete 797(p.78) Peoria, Illinois USA: NYSE CAT.”

### 3.1.7. Metodología

#### 3.1.7.1. Top Ten de fallas

Metodología por la cual se elige las 10 fallas de mayor recurrencia y mayor impacto en la performance del equipo.

A estas 10 fallas se le aplica planes de acción para evitar que sigan ocurriendo.

#### 3.1.7.2. Causa Raíz

Es el proceso que se sigue para poder determinar la causa que genera los problemas más comunes de funcionamiento de un sistema o componente, luego de encontrar las causas probables se plantea la ejecución de las soluciones.

Para este análisis se tiene los siguientes factores que nos pueden llevar a encontrar la causa raíz.

- Maquina
- Mano de obra
- Método
- Material
- Medio ambiente

### 3.1.7.3. Análisis de Vibración

Es el proceso de medición de los niveles de frecuencia de una maquina o componente de esta.

El análisis de vibración nos ayuda a predecir o prevenir fallas prematuras en un sistema o máquina.

### 3.1.7.4. Reubicación de base de filtros terciario de combustible

La base de filtro de combustible terciaria se encuentra ubicada en la parte delantera derecha del motor, en la figura 18 pg.33 se observa la posición original de la base de filtros de combustible.

La reubicación de la base terciaria de combustible contempla que esta base sea ubicada en el lado derecho delantero del chasis, en la figura 23 se observa marcada con un recuadro en rojo la parte derecha del chasis donde será la nueva ubicación de la base de filtro de combustible.

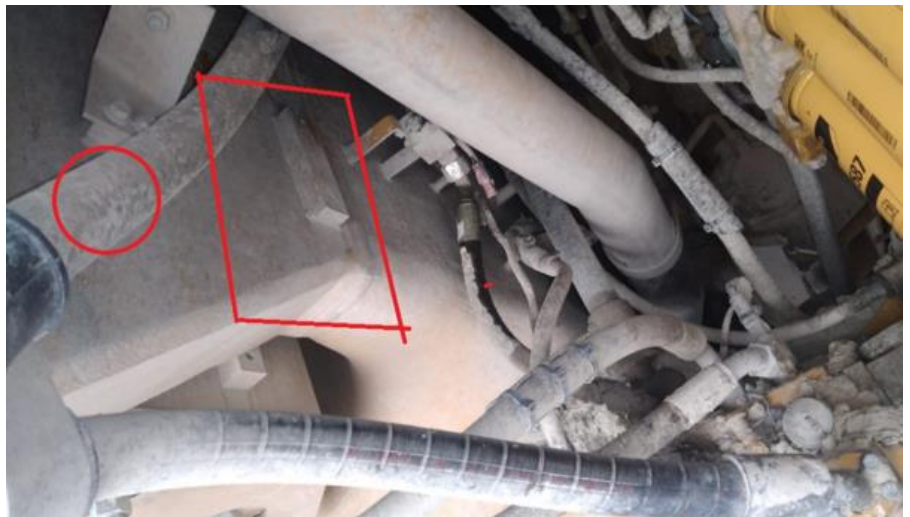


Figura 23: Nueva posición de la base de filtros terciaria de combustible

### 3.1.8. Ejecución

#### 3.1.8.1. Soporte de base de filtro terciario

Soporte en el cual se ubicará la base de filtro terciaria luego de la reubicación, en la figura 24 se observa

señalada con una flecha roja el nuevo soporte para la base de filtros de combustible.

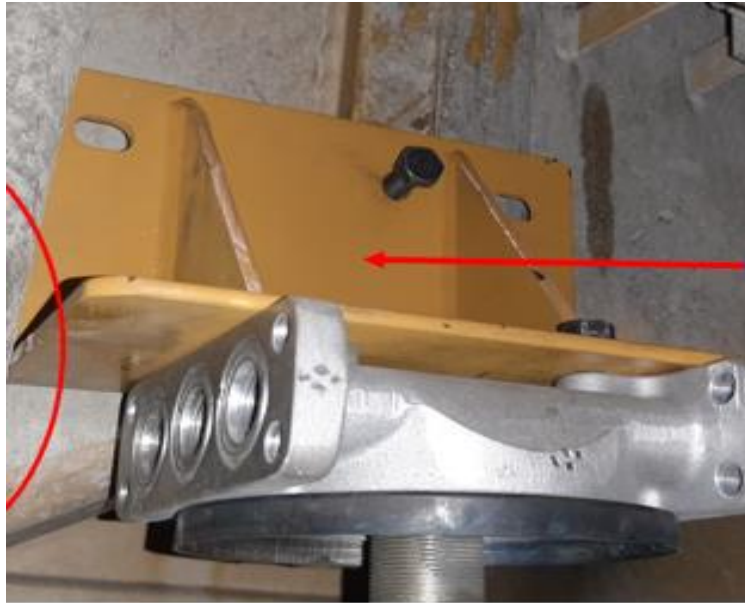


Figura 24: Nueva soporte de base de combustible terciario

#### 3.1.8.2. Bloques soldables

Conjunto de bloques metálicos en los cuales se soportará mediante pernos m12 el soporte para la base de filtros terciario.

En la figura 25 se detalla la posición de los bloques en el chasis.



Figura 25: Bloques soldables para soporte de base filtros terciario de combustible

### 3.1.8.3. Conexiones hidráulicas

Conectores hidráulicos de distintos ángulos que hacen posible las conexiones entre mangueras y bases de combustible, en la figura 26 se observa enunciados con el numero 4 un tapón hidráulico, con el numero 5 un niple recto, con el número 6 un niple en 90°.

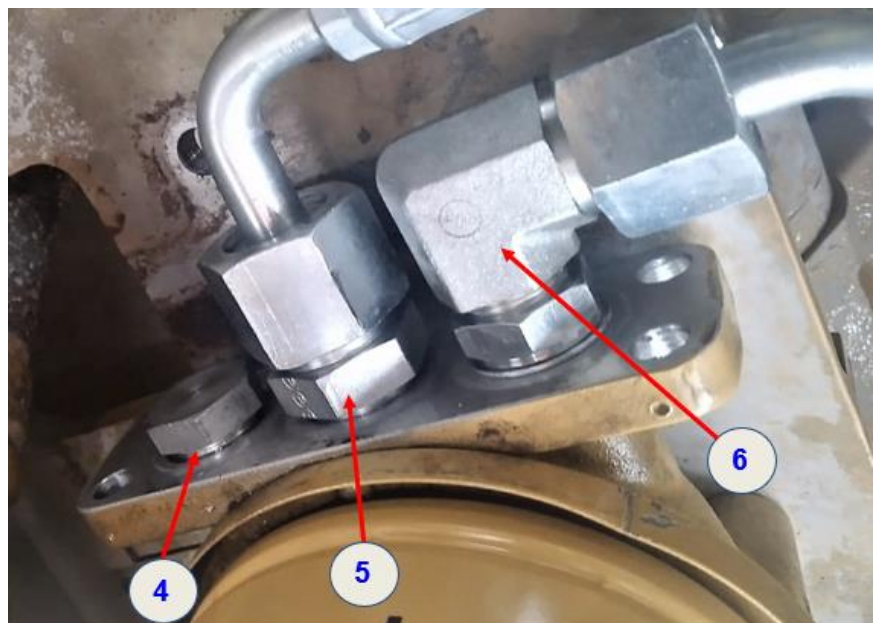


Figura 26: Niples hidráulicos

#### **3.1.8.4. Mangueras hidráulicas**

Líneas hidráulicas con la capacidad de transportar un líquido a distintas presiones y temperaturas, tienen la capacidad de ser flexibles y maniobrables.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **4.1. Descripción de las actividades profesionales**

Para el planteamiento de la mejora de la confiabilidad del sistema de combustible se tomó en referencia la prueba en un camión minero 797F, este equipo tiene como código interno 31-38, en este equipo se hizo la prueba en base a la metodología PDCA del ciclo Deming (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).

La actividad profesional se realizó en base a la necesidad de evitar las frecuentes paradas de los camiones mineros 797F en operación a causa de las fugas de combustible, como se menciona en el capítulo dos, la fuga en el sistema de combustible llegó a ocasionar un accidente de fuertes dimensiones por lo que es vital realizar una mejora al sistema.

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

El enfoque de las actividades profesionales se ve observa en la figura 27.

La figura 24 nos muestra cómo es que se realizó la reubicación de la base de filtros terciaria de combustible al lado derecho delantero del chasis del camión minero 797F.



Figura 27: Reubicación de base de filtro terciario de combustible

#### A. Desmontaje de base de filtro terciario

Para el desmontaje de la base de filtros de combustible terciaria, se debe de retirar las mangueras de ingreso a la bomba de alta presión de combustible y desecharlas en un recipiente adecuado evitando la contaminación del suelo.

Para esta tarea el fabricante recomienda verificar en primer lugar la que no se tenga presencia de presión en el sistema de combustible, para poder revisar la presión en el sistema podemos hacer uso de la pantalla de indicadores del camión 797F y buscar en la sección de parámetros de servicio, presión de combustible; esta presión debería figurar en 0 PSI.

En la figura 28 y 29 se detalla de color rojo las mangueras que deben ser retiradas del sistema de combustible, las piezas de color verde (válvula de alivio del sistema de baja de combustible) deben ser guardadas y posteriormente instaladas en la base reubicada.



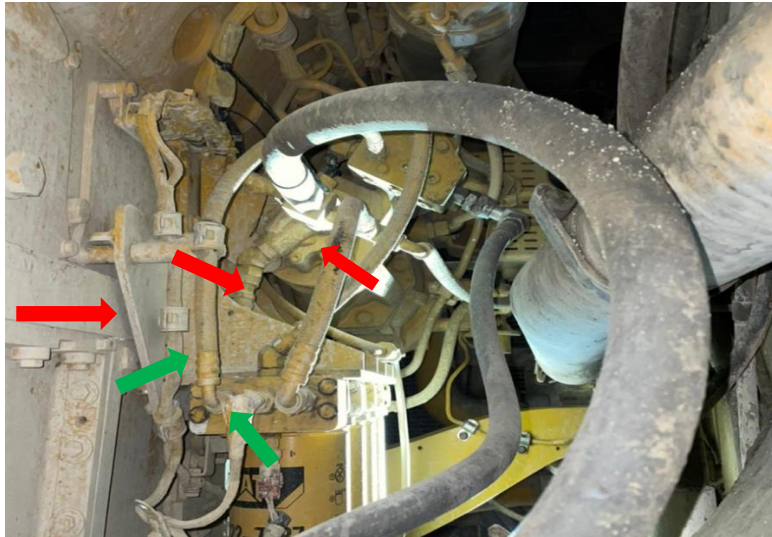


Figura 28: Partes a ser removidas para la reubicación de base de filtros (vista máquina)

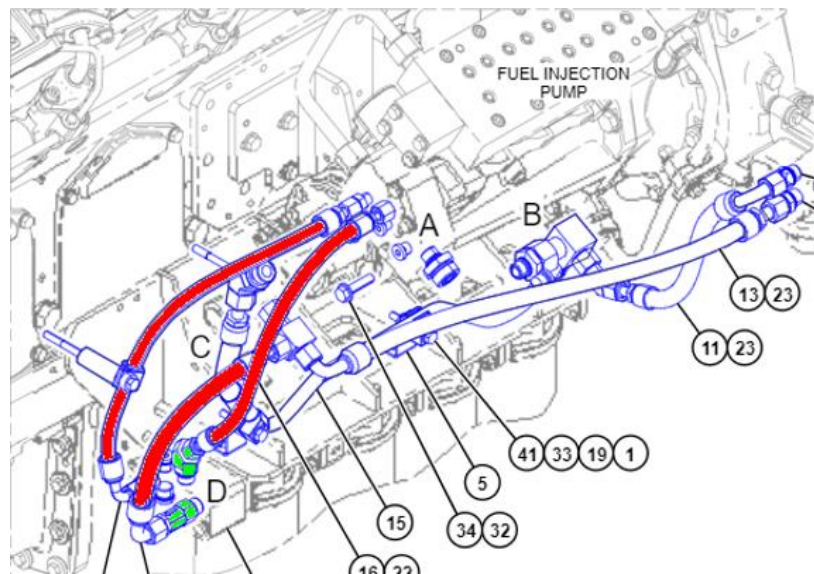


Figura 29: Partes a ser retiradas y partes para reutilizar (vista manual de partes)

En la figura 30 se observa las bases de filtro secundarias y terciaria en su posición original, para la reubicación de debe retirar el filtro marcado de color rojo, la base de filtro de combustible; color rojo, el bloque maniful entre bases de filtro terciario y base de filtro secundario; color rojo y desecharlos

El bloque manifull (M) color verde debe ser retirado y almacenado en un recipiente adecuado libre de polvo, luego debe ser instalado en la base reubicada (Caterpillar, 2012).





Figura 30: Partes a ser retiradas de la base de combustible y partes para ser almacenadas e instaladas posteriormente

### **B. Instalación de conectores hidráulicos en base de filtros secundarios**

En este concepto se considera la instalación de niples de distintos ángulos, así como el uso de tapones en el sistema de combustible.

- Tapón con número de parte Caterpillar 8C-4424, el tapón sigue la norma ISO 6149, con un diámetro de rosca M22 y un paso de rosca de 1.50 mm.

En el anexo 2 se da las especificaciones técnicas del tapón 8C-4424.

- Conector con número de parte Caterpillar 366-4664, este conector sigue la norma SAE J1453 y la norma ISO 9974, con un diámetro de rosca M22 y un paso de rosca 1.50 mm.

En el anexo 3 se da las especificaciones técnicas del conector 366-4664.

- Conector en 90° con número de parte Caterpillar 215-3665, este conector sigue la norma ISO 6149 y la norma SAE J1453, con un diámetro de rosca M22, con un ángulo de 90° y un paso de rosca 1.50mm.

En el anexo 4 se da las especificaciones técnicas del conector 215-3665.

### **C. Soldadura de bloques para soporte de base de filtros terciario**

En este concepto se considera la ubicación de los bloques soldables en la parte derecha delantera del chasis del camión minero 797F, así como el proceso de soldadura que se aplicara a los bloques.

En la figura 31 se observa remarcados de color rojo los dos bloques soldables, para poder fijar los bloques al chasis se debe usar el proceso de soldadura SMAW (soldadura por arco con electrodo metálico revestido).

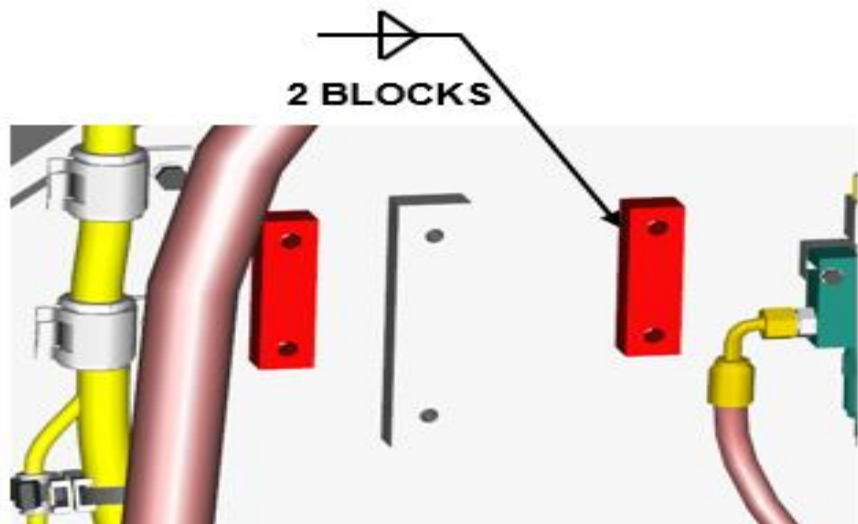


Figura 31: Ubicación de bloques para soporte de base de filtros y proceso de soldadura

### **D. Instalación de soporte para base de filtro terciario**

Este concepto considera el posicionamiento del soporte de la base de filtros terciario, así como la instalación de pernos y torqueo de estos. Para el montaje del soporte de la base de filtros de filtro terciario de combustible debe utilizar 4 pernos M12 ajustados a un torqueo de 70 lb.ft.

En la figura 32 señalada con una flecha roja y el número 2 se observa el nuevo soporte para la base de filtros de combustible.

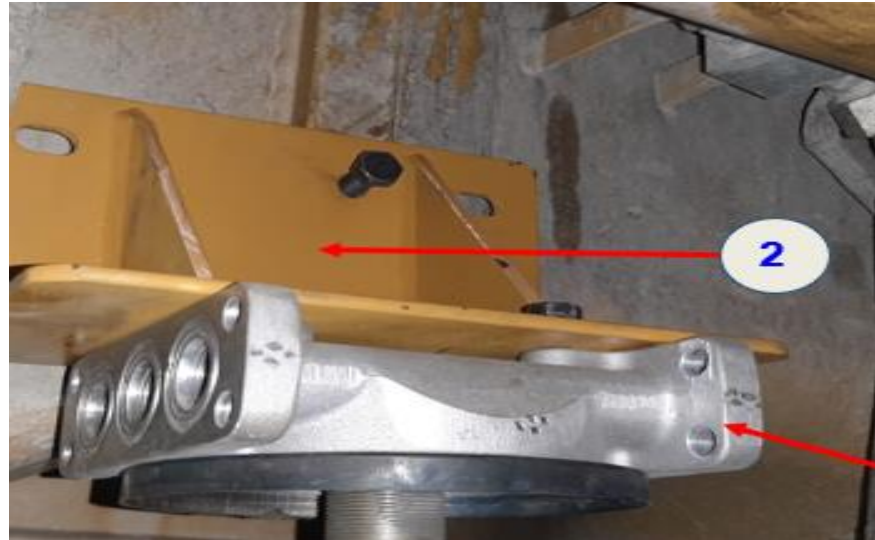


Figura 32: Nuevo soporte para la base de filtros terciario

### E. Instalación de base de filtro terciario

La instalación de la base de filtro de combustible terciario se debe usar 3 pernos M10 ajustados a un torque de 40 lb.ft

La instalación del filtro de combustible terciario en la base se debe realizar sujetando la parte inferior del filtro sin dejar que este quede colgado, luego se debe ajustar el filtro con la mano una vez ajustado con la mano, se debe dar una vuelta entera con la herramienta de faja.

En la figura 33 señalada con una flecha roja y el número 3 se observa la base de filtros de combustible terciaria, señalada con una flecha roja y la letra M se observa el bloque manífull de filtros de combustible.



Figura 33: Base de filtro de combustible y manífull de filtros de combustible

## **F. Instalación de mangueras hidráulicas entre base de filtro terciario y base de filtro secundario**

En este concepto se considera el tipo de manguera y acoples a ser usados, así como las especificaciones técnicas de las mangueras.

En la figura 34 se observa señala con una flecha roja y el número 10 la manguera de retorno de combustible, con el número 12 la manguera de suministro del filtro terciario a la bomba de alta de combustible y con el número 11 la manguera de purgado de aire de filtros de combustible.

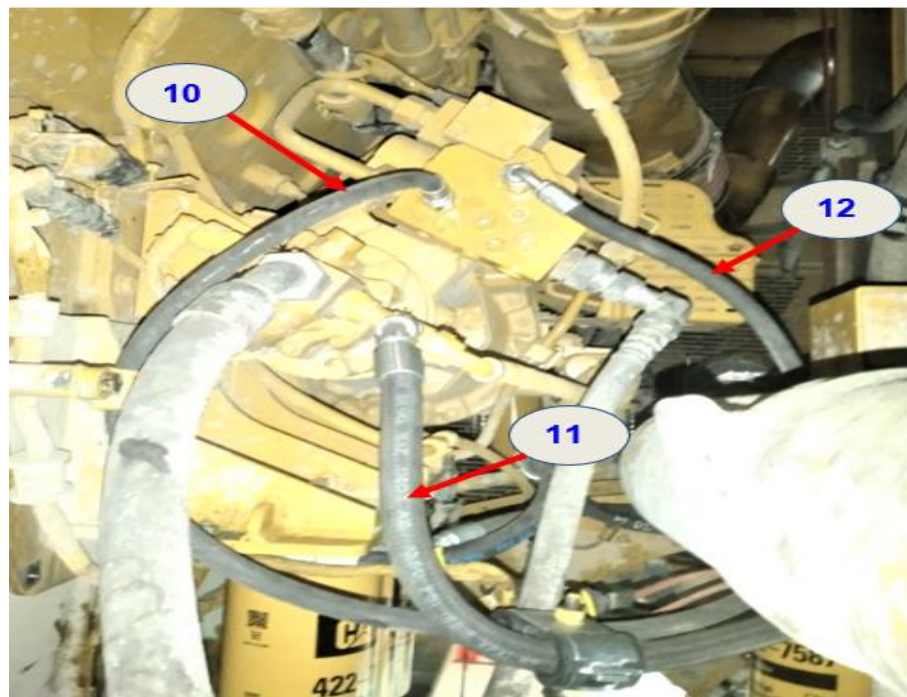


Figura 34: Instalación de mangueras de suministro de combustible del filtro terciario

### **4.1.2. Alcance de las actividades profesionales**

Considerando las actividades planeadas antes de realizar la aplicación de la mejora, se considera que se tuvo un alcance del 100%.

El alcance del proyecto consistió en la reubicación de la base de filtros terciario de combustible a la parte derecha delantera del chasis del camión minero 797F y que se tenga una operatividad

de esta base sin presencia de fugas hasta las 5000 horas de operación.

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

##### **A. Informe de análisis causa raíz**

Para la aplicación de una mejora en el sistema de combustible fue necesario un análisis previo y poder así determinar la causa raíz de las fallas en el sistema de combustible.

En la página 31 se detalla el análisis causa raíz en el cual se puede observar cómo es que afecta los factores como máquina, material y mano de obra.

##### **B. Informe del impacto en los indicadores a causa del sistema de combustible**

Para que el proyecto sea significativo en los indicadores de mantenimiento y en la mejora de estos se realizó un análisis previo de la cantidad de horas de inoperatividad a causa del sistema de combustible y cuál es el impacto en los indicadores de mantenimiento.

En la página 28,29 y 30 se muestra el informe presentado, en el cual se detalla el impacto de la falla en los indicadores de mantenimiento.

##### **C. Formato de inspección de base de filtros**

El control de la mejora ejecutada se llevó a cabo mediante un formato de inspección en el cual se busca la posibilidad de falla prematura de las mangueras, niples, base de filtro de combustible y rozamiento con otras líneas hidráulicas, en el anexo 7 se muestra el formato que se usó para el seguimiento del proyecto de reubicación de base de filtros terciario de combustible.

##### **D. Formato de instalación y aplicación**

Como entregable del proyecto se tiene el formato de instalación en los distintos camiones mineros 797F.



En anexo 8 se puede observar los objetivos, la causa, la acción, la identificación de posibles peligros, la manipulación, la documentación técnica, el procedimiento y seguimiento.

## **4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional**

### **4.2.1. Metodologías**

La metodología para hacer el seguimiento del proyecto se basó en el ciclo Deming.

La metodología empleada para el desarrollo de la actividad profesional fue el método de análisis causa raíz.

Para el desarrollo técnico de las actividades profesionales se utilizó la técnica de las cinco “M” del análisis causa raíz.

### **4.2.2. Técnicas**

Para la correcta aplicación del proyecto se debe aplicar distintas técnicas en la aplicación de la mejora.

- **Supervisión**

Verificación de la correcta instalación de la mejora y correcto seguimiento del procedimiento de instalación.



Figura 35: Supervisión de los trabajos de reubicación de la base de filtros

- **Capacitación**

Capacitación en las mejores prácticas de mantenimiento y difusión de los manuales de mantenimiento que recomienda el fabricante en relación con el sistema de combustible.

- **Trabajo con prevención**

Se realiza una planificación anticipada del trabajo a ser realizado, esto incluye la evaluación de los peligros y riesgos a los cuales se está expuesto, a esto se le conoce en operación minera Antapaccay como el IPERC continuo.

- **Desarmado y armado**

Se enfoca en aplicar las habilidades técnicas manuales en el proceso de desmontaje y montaje los componentes.

#### **4.2.3. Instrumentos**

Para realizar el análisis de vibración se utilizó el siguiente equipo

- VIBXpert II - PRUFTECHNIK

Para realizar el seguimiento de la tendencia de presión del sistema de combustible se utilizó el siguiente equipo

- Laptop DELL P46G
- ComAdapter Caterpillar
- Software VIMS
- Software ET Caterpillar

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

En el desarrollo de la ejecución de los trabajos no se necesitó algún equipo especial. Se utilizó una maleta de herramientas con llaves mixtas milimétricas de distintas medidas.

Los materiales utilizados para reubicación de base de filtro terciario de combustible se describen en la tabla 02, se detalla los materiales utilizados para la reubicación de la base de filtros

de combustible; así como la cantidad, descripción y los números de parte Caterpillar de cada uno de ellos.

Item	Número de parte Caterpillar	Cantidad	Descripción
1	Fabricación local	2	Bloque soldable
2	Fabricación local	1	Soporte
3	236-5483	1	Base de filtro de combustible
4	8C-4424	2	Tapón
5	366-4664	1	Conector recto
6	459-9873	1	Sello
7	215-3665	2	Codo de 90°
8	Fabricación local	1	Reducción 2mm
9	541-7144	1.2 m	Manguera
10	541-7144	1.2 m	Manguera
11	541-7142	1.5 m	Manguera
12	541-7143	1.2 m	Manguera
13	541-7142	1.0 m	Manguera
14	9X-3883	1	Conector para manguera 180°
15	9X-3889	1	Conector para manguera 45°
16	7J-9108	2	Sello
17	9X-3896	1	Conector para manguera 90°
18	9X-3890	3	Conector para manguera 45°
19	6V-9746	4	Sello
20	9X-3882	3	Conector para manguera 180°
21	9X-3894	1	Conector para manguera 90°
22	6V-8398	6	Sello



23	228-7105	9	Sello
24	5P-7462	4	Precintos
25	5P-7463	4	Precintos
26	6V-0683	4	Gomas
27	6V-4248	4	Pernos M10 x1.5
28	6V-5839	4	Arandelas
29	352-4202	4	Precintos
30	228-7092	8	Sello
31	297-5487	2	Conector
32	297-5488	2	Conector

Tabla 03: Partes para aplicación de la mejora de reubicación de base de filtros terciario de combustible

### 4.3. Ejecución de las actividades profesionales

#### 4.3.1. Cronograma de las actividades profesionales

Para poder llevar un orden adecuado de las actividades planificadas se realizó un Gantt, en la figura 36 se observa el Gantt de las actividades realizadas, en este Gantt se describe la fecha de inicio de actividades y la duración de cada actividad.

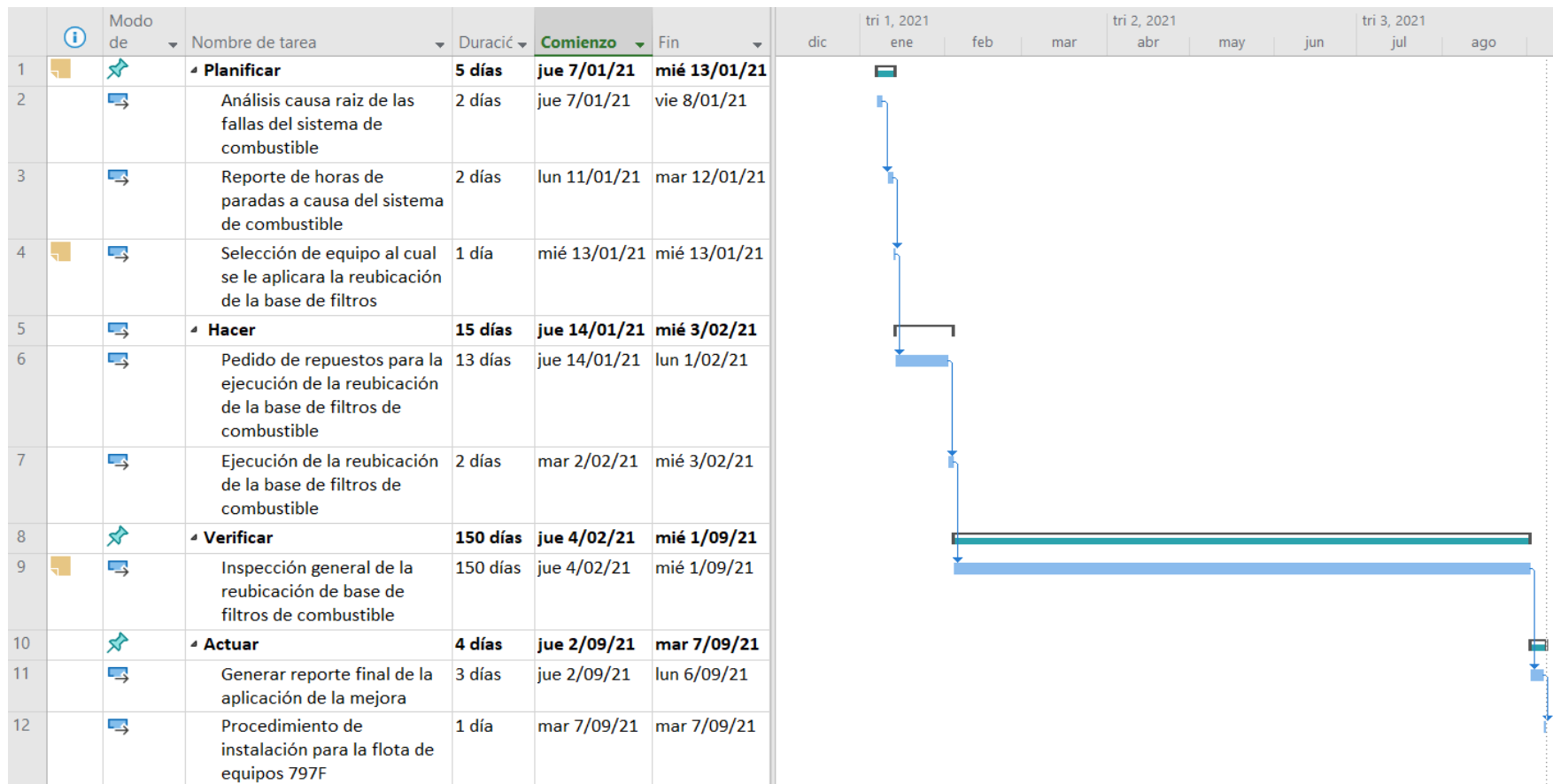


Figura 36: Diagrama gantt de las actividades realizadas

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

#### Planificación

- Elaboración de análisis de fallas e identificación de sistema afectado.
- Definición de plazos de ejecución del proyecto.
- Definir equipo al cual sera aplicada la mejora.

#### Hacer

- Aplicación de la mejora en el camión minero con código interno 3138.
- Registro de la actividad en el sistema interno AMT.

#### Verificar

- Realizar fortato de inspección.
- Realziar inspección de equipo cada 500 horas.

#### Hacer

- Aplicación de mejora a los demas equipos segun los buenos resultados de la prueba.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Resultados finales de las actividades realizadas**

Como resultado del proyecto es la mejora en la confiabilidad el sistema de combustible de un camión minero 797F, se logró disminuir significativamente la inoperatividad de equipos 797F generadas por fugas de combustible por la base de filtros terciaria.

##### **5.1.1. Resultados de prueba en camión minero 797F Código 31-38**

Luego de aplicar la reubicación de filtros de combustible terciario en el equipo 797F con código interno 31-38 que opera en la operación minera Antapaccay se observa que las paradas a causa de fuga de combustible se redujeron en un 95%, durante el proceso de prueba se tuvo solo una parada por fugas de combustible que fue a causa de un mal ajuste en niples de la base.

Los parámetros de operación de la maquina como, presión de combustible, temperatura de combustible, restricción de filtros de combustible; no fueron afectados, el equipo trabajo con sus parámetros normales de diseño.

En la figura 37 se detalla las paradas del equipo 3138 a causa de fuga de combustible, se puede observar que desde el mes de la aplicación de la mejora (marzo) solo se tiene una para la cual sumo solo 2.5 horas.

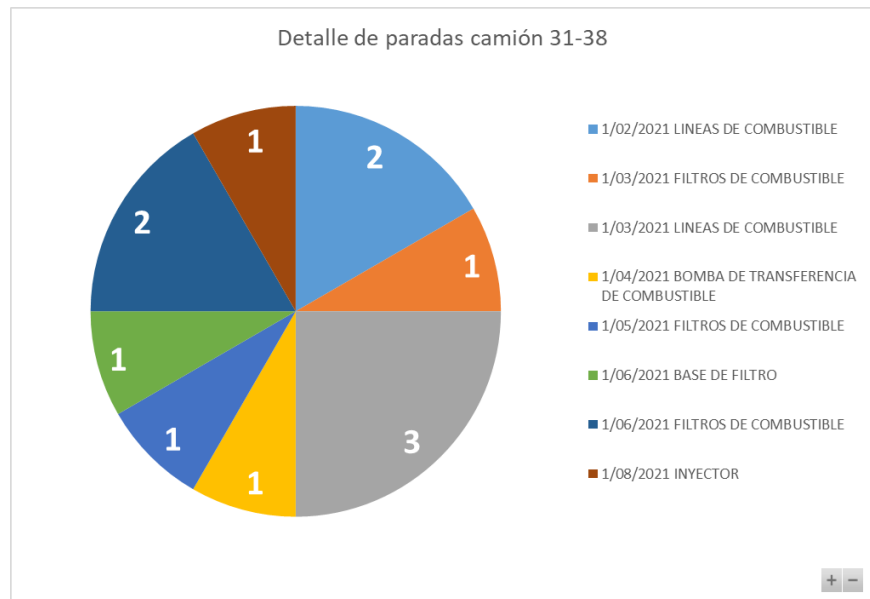


Figura 37: Detalle de paradas a causa de fugas de combustible por la base de filtros del equipo 31-38

En la figura 38 se puede apreciar la cantidad de eventos por fallas en el sistema de combustible mes a mes del equipo 3138, se puede observar que luego de aplicada la mejora en el mes de marzo las paradas por fugas de combustible disminuyeron en un 95 %.

Equipo	3138																				
Mes	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21
Cantidad de paradas	2	3	2	1	3	4	3	1	2	3	4	3	4	3	1	0	0	0	1	0	0

Figura: 38: Cantidad de paradas mes a mes a causa de fugas de combustible

En la figura 39 se observa la tendencia de presiones con las cuales está operando el equipo después de aplicada la mejora, no se observa que la presión del sistema tenga un cambio en relación con sus parámetros normales de operación.



Figura 39: Tendencia de presión de sistema de combustible del sistema de baja presión

### 5.1.2. Impacto de la mejora en el indicador de mantenimiento MTBF

El proyecto fue aplicado a toda la flota de camiones 797F en el mes de agosto del 2021, en el anexo 7 se detalla imágenes de la aplicación de la mejora a la flota de camiones 797F.

Desde la fecha de aplicación del proyecto tuvo una mejora de 4 horas en promedio a favor del MTBF, esto representa alrededor de un 10 % de mejora.

En la figura 40 se hace una comparativa del MTBF hasta el mes de agosto y el MTBF obtenido en los últimos meses de operación.

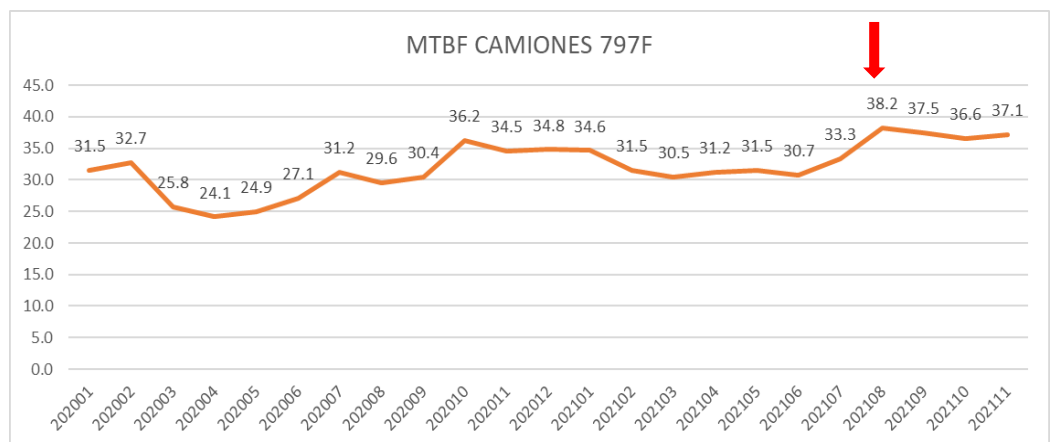


Figura 40: MTBF de los camiones 797F después de la aplicación de la mejora de la base de filtros terciaria de combustible

### 5.1.3. Reducción de las horas de inoperatividad de la maquina a causa de fugas de combustible

Luego de la aplicación de la mejora de reubicación de la base de filtros de combustible terciario, se observa una tendencia decreciente en las paradas de maquina ocasionadas a causa del sistema de combustible.

En la figura 41 se observa que desde que se aplicó la mejora a la flota completa de camiones (mes de agosto) la tendencia de paras tiende a bajar.

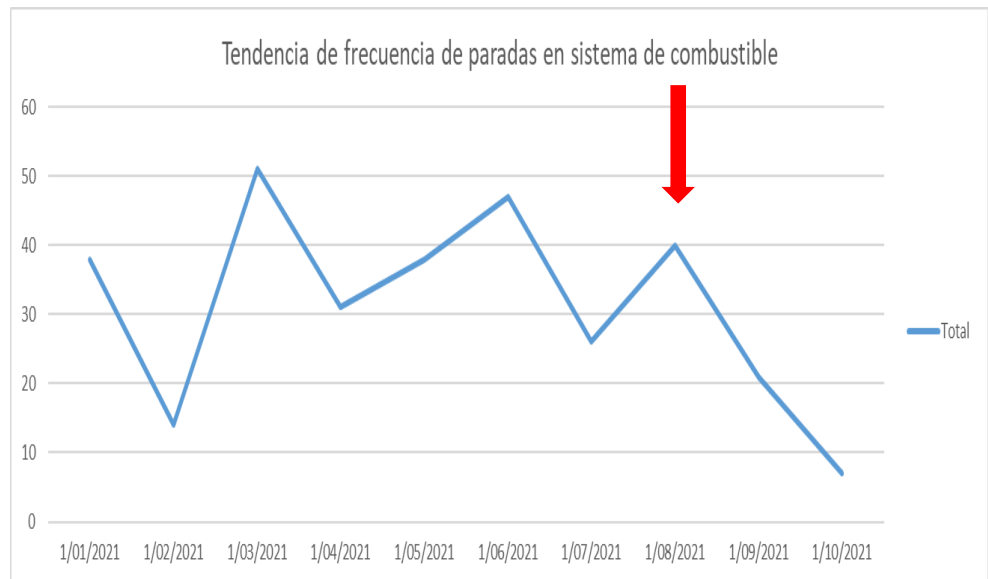


Figura 41: Tendencia de cantidad de paradas por sistema de combustible en camión minero 797F

### 5.2. Logros alcanzados

- Como logro alcanzado es el haber realizado el proyecto en el tiempo indicado y sin ningún reporte de incidente o accidente durante la ejecución del proyecto, el proyecto se plateo con un periodo de prueba de 7 meses, en este periodo de prueba se puedo observar la correcta performance del sistema de combustible con la base de filtros terciaria reubicada.
- Se lograr instalar la mejora propuesta a toda la flota de camiones 797F que opera en la unidad minera Antapaccay en base al estudio realizado en el equipo con código interno 31-38.

### **5.3. Dificultades encontradas**

Dentro de las dificultades encontradas se tiene el siguiente detalle

- Para poder realizar el ingreso del equipo a mantenimiento según las fechas programadas se tuvo dificultades en cumplir las fechas por descoordinaciones en el personal de compañía minera Antapaccay.
- Falta de capacitación en el correcto procedimiento de montaje y desmontaje de filtros de combustible por parte del personal de Antapaccay.

### **5.4. Planteamiento de mejoras**

- Mejorar la planificación de los trabajos en base a la mano de obra disponible en la unidad minera y así lograr que los equipos ingresen según el día que fue planeado.
- Mejorar la difusión de procedimiento y uso de manuales que sugiere el fabricante para la correcta instalación de los filtros.

#### **5.4.1. Metodologías propuestas**

- Mejora de procesos de mantenimiento en base a metodología Six Sigma (Donald, 2016).

#### **5.4.2. Descripción de la implementación**

##### **a. Fase definir**

Realiza un estudio del proceso de mantenimiento y definir el alcance de los proyectos en base a SIPOC.

##### **b. Fase medir**

Realiza análisis causa raíz y mapeo del proceso de mantenimiento en base a “Value Stream Mapping”.

##### **c. Fase analizar**

Realizar análisis de los tiempos perdidos en las fases del proceso de mantenimiento.

##### **d. Fase mejorar**

Realiza mejora del sistema de mantenimiento en base a la metodología “quick cangueover”.



#### **e. Fase controlar**

Establecer diagramas de control del proceso de mantenimiento.

### **5.5. Análisis**

La gran demanda de acarreo de mineral en las operaciones mineras de país exige que las maquinas dedicadas a este trabajo como es el camión minero 797F tengan una buena performance de operación.

Como Ferreyros S.A. representante de la marca Caterpillar en el Perú tenemos el gran reto de poder llevar al camión minero a una performance adecuada a las exigencias mineras.

El estudio y evaluación de los indicadores de mantenimiento de los equipos mineros 797F es un parte fundamental para desarrollar una buena confiabilidad de las maquinas.

La correcta planificación de las actividades nos lleva a poder realizar el proyecto de una manera ordenada.

Parte importante para desarrollo de proyectos es que se realice la correcta recolección de datos de las maquinas que operan en la unidad minera; así como también el correcto análisis de estos.

Durante la ejecución del proyecto se presentarán demoras o inconvenientes, parte de un buen proyecto es la correcta planificación y el alcance del proyecto; así como la correcta coordinación entre ejecutor y cliente.

El correcto seguimiento e inspección de la mejora aplicada nos lleva a que podamos tomar decisiones de cambio a tiempo y no esperar a que se tenga una falla mayor.

### **5.6. Aporte del bachiller en la empresa o institución**

En cuanto a los aportes a la institución se puede mencionar los siguientes:

- Elaboración de un plan de trabajo en base a la metodología Deming.
- La capacitación de personal para la aplicación de la reubicación de la base de filtros de combustible.

- Capacitación al personal en las buenas prácticas de mantenimiento.
- Aplicación de gestión del mantenimiento en base a indicadores
- Aplicación de análisis causa raíz.
- Elaboración de formatos de inspección y seguimiento de mejoras.
- Elaboración de un proceso a seguir en las mejoras aplicadas.

## CONCLUSIONES

- Uno de los sistemas vitales de los camiones mineros 797F es el sistema de combustible, con la aplicación de la mejora de reubicación de base de filtros terciarios de combustible se logró dar mayor confiabilidad al sistema de combustible evitando así paradas inesperadas en plena operación.
- La mejora de reubicación de base de filtros terciaria de combustible se logró mejorar en un 10 % el MTBF de la flota de camiones mineros 797F de la operación minera Antapaccay.
- La mejora aplicada, logro reducir la frecuencia de paradas de 350 paras hasta un total de 10 paradas.
- Al realizar una correcta evaluación de los indicadores y paradas del equipo, se puede desarrollar proyectos de gran impacto en la confiabilidad de las maquinas.

## **RECOMENDACIONES**

- Para asegurar el correcto funcionamiento de las bases de filtro reubicadas, recomiendo seguir con la inspección de las bases de filtros de combustible terciarias reubicadas en la parte delantera del chasis cada 500 horas.
- Para asegurar un correcto ciclo de cambios de las bases de filtros y accesorios, se recomienda el cambio de las mangueras y las bases de filtros de combustible cada 5000 horas.
- Para mejorar el ciclo de cambio de 5000 horas, se recomienda realizar un estudio en la mitad de la flota de camiones; así poder verificar hasta cuantas horas se puede optimizar el cambio de las bases de filtro de combustible.
- Para verificar el correcto funcionamiento de la máquina, se recomienda continuar con el monitoreo de los parámetros físicos de operación (Presión, Temperatura) del sistema de combustible.

## BIBLIOGRAFÍA

- DIARIO GESTIÓN. *Ventas de Ferreycorp se elevan 8% y superan los S/ 5,200 millones en el 2018*. [En línea] 31 de enero de 2019. [Citado el: 18 de agosto de 2021.] <https://gestion.pe/economia/empresas/ventas-ferreycorp-elevan-8-superan-s-5-200-millones-2018-257371-noticia/>.
- SALAS, E. *Visión de ferreyros cuentas nacionales*. Ferreyros. [En línea] agosto de 2021. [Citado el: 15 de diciembre de 2021.] [Ferreyros.com.pe](http://Ferreyros.com.pe).
- ORREGO, R. *Visión de cuentas regionales Ferreyros*. Ferreyros. [En línea] agosto de 2021. [Citado el: 15 de diciembre de 2021.] [Ferreyros.com.pe](http://Ferreyros.com.pe).
- RUIZ, P. *Misión de la empresa Ferreyros*. Ferreyros. [En línea] agosto de 2021. [Citado el: 15 de diciembre de 2021.] [Ferreyros.com.pe](http://Ferreyros.com.pe).
- FERREYROS. *Acerca de Ferreyros – Historia*. Ferreyros. [En línea] 2020. <https://sites.ferreyros.com.pe/nosotros/acerca-de-ferreyros/historia>.
- FERREYROS. *Estructura organizacional*. Ferreyros. [En línea] agosto de 2020. [Citado el: 19 de agosto de 2021.] <https://fred.ferreyros.com.pe/nosotros/estructura-organizacional/#>.
- FERREYROS. *Misión, Visión y valores de la empresa Ferreyros*. Ferreyros. [En línea] 2020. [Citado el: 19 de agosto de 2021.] <https://sites.ferreyros.com.pe/nosotros/acerca-de-ferreyros/mision-vision-y-valores>.
- FERREYROS. *Normas Corporativas de la empresa Ferreyros*. [En línea] 2020. [Citado el: 19 de agosto de 2021.] <https://www.ferreycorp.com.pe/assets/uploads/archivos/compartidos/77287a2042b042e7aef732e8164227e0.pdf>.
- Rumbo minero. *Camiones Cat 797F superan mil millones de toneladas movidas en Perú*. [En línea] 2020. [Citado el: 20 de septiembre de 2021.] <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/actualidad-empresarial/camiones-cat-797f-superan-mil-millones-de-toneladas-movidas-en-peru/>.
- GONZALES, F. *Auditoria Del Mantenimiento E Indicadores De Gestión*. España: FC Editorial, 2012.

CATERPILLAR Inc. *Camión Volquete 797*. Peoria, Illinois USA: NYSE CAT, 2014.

CATERPILLAR. *Manual Sistemas Camion Minero 797f* Caterpillar. 2012.

DONALD, K. *The Certified Six Sigma Black Belt Handbook*, Third Edition. 2016. 978-0-87389-941-3.

## ANEXOS

### ANEXO 1: POLÍTICA DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE FERREYROS S.A.



#### POLITICA INTEGRADA DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Ferreyros S.A. es una empresa peruana dedicada a la comercialización de bienes de capital y servicios. Integrante de la corporación Ferreycorp, es distribuidora de la marca Caterpillar, así como de otras marcas prestigiosas en el país.

Liderada por nuestra alta dirección y conscientes de la responsabilidad de proveer un ambiente de trabajo seguro y saludable, nos regimos por sólidos valores de equidad, integridad y respeto a la persona, mismos que se reflejan en la protección de nuestros trabajadores y del medio ambiente acorde a la normatividad vigente aplicable en materia de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, manteniendo altos estándares de desempeño.

Para lograr este objetivo Ferreyros S.A. se compromete a:

- Proteger la seguridad y salud de los trabajadores mediante la prevención de lesiones, dolencias, enfermedades e incidentes relacionados con el trabajo, proporcionando condiciones de trabajo seguras y saludables.
- Proteger el medio ambiente y prevenir la alteración de la calidad Ambiental mediante la utilización de prácticas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar la generación, emisión o descarga de agentes o residuos con el fin de reducir impactos ambientales adversos.
- Respetar y cumplir los requisitos legales y otros que la organización suscriba en materia de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- Establecer objetivos y metas para el cumplimiento de los compromisos establecidos en la presente política y que conlleven a la mejora continua del sistema de gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- Contar con un Sistema Integrado de Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente que permita identificar los peligros, evaluar y controlar los riesgos laborales relativos a los establecimientos y operaciones, así como controlar los aspectos ambientales significativos que puedan afectar a nuestros trabajadores y al medio ambiente.
- Promover la consulta y participación de los trabajadores y sus representantes en los elementos del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

Enero 2021

Gonzalo Díaz Pró  
Gerente General

## ANEXO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TAPÓN 8C-4424

19/10/21 20:44

similar-parts

Fittings-Hose-Tubes and Components > Caps and Plugs > Plugs Threaded

### 8C-4424

1 

#### Attributes

Keyword Filter

- Actuators-Electrohydraulic and Electromechanical
- Aftertreatment Components
- Alarm and Warning Components
- Angle-Channel
- Bars-Plates-Strips
- Bearings-Bushings
- Belts-Pulleys
- Breathers
- Bulbs-Lenses-Lights-Reflectors
- Cabs and Components
- Cleaners-Filters-Strainers
- Covers
- Deflectors and Mud Flaps

Magnetic (Yes/No)	No
O-Ring Assembly - EPDM	Select...
O-Ring Assembly - FKM	Select...
O-Ring Assembly - Nitrile	Select...
Orifice (Yes/No)	No
Overall Length Length (mm)	26
Plug Connect Type	Metric STOR Plugs - ISO 6149
Plug Drive Type	External Hex
Plug Material	STEEL
Plug Thread Pitch Length (mm)	1.50
Plug Thread Sealant	No
Plug Thread Size	M22
Plug Unique Feature	No
Tag	Plugs Threaded

FIND SIMILAR PARTS



## ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONECTOR 366-4664

19/10/21 20:54

similar-parts

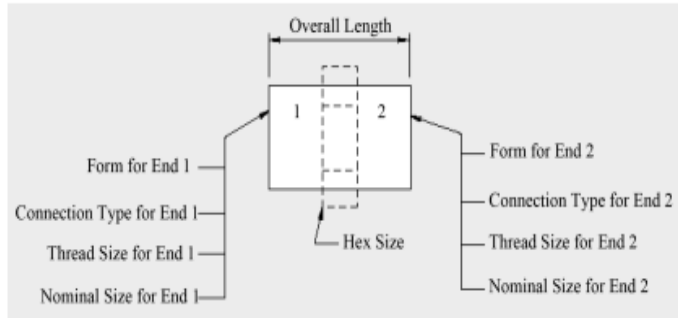
Fittings-Hose-Tubes and Components > Adapters-Couplings-Fittings > Adapters > Straight

366-4664

1

Attributes

- Keyword Filter
- Actuators-Electrohydraulic and Electromechanical
  - Aftertreatment Components
  - Alarm and Warning Components
  - Angle-Channel
  - Bars-Plates-Strips
  - Bearings-Bushings
  - Belts-Pulleys
  - Breathers
  - Bulbs-Lenses-Lights-Reflectors
  - Cabs and Components
  - Cleaners-Filters-Strainers
  - Covers
  - Deflectors and Mud Flaps



Connection Type for End 1	ORFS-SAE J1453
Connection Type for End 2	Metric Flat Face-ISO 9974
Existence of New Feature	No
Filter (Yes/No)	Select...
Form for End 1	Male (Stud)
Form for End 2	Male (Stud)
Hex Size Length (mm)	<input type="text" value="32"/>
Material of an Adapter	Steel
Nominal Size for End 1	Select...
Nominal Size for End 2	Select...
O-Ring Assembly - EPDM	Select...
O-Ring Assembly - FKM	459-0579
O-Ring Assembly - Nitrile	Select...
Overall Length Length (mm)	<input type="text" value="45"/>
Size of Orifice Length (mm)	<input type="text" value="0"/>
Tag	Straight

# ANEXO 4: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONECTOR

19/10/21 20:56

similar-parts

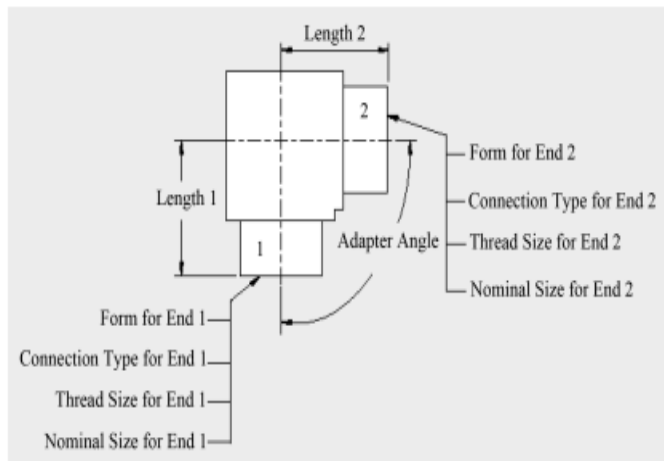
Fittings-Hose-Tubes and Components > Adapters-Couplings-Fittings > Adapters > Elbow

215-3665

Attributes

1

- Keyword Filter
- Actuators-Electrohydraulic and Electromechanical
  - Aftertreatment Components
  - Alarm and Warning Components
  - Angle-Channel
  - Bars-Plates-Strips
  - Bearings-Bushings
  - Belts-Pulleys
  - Breathers
  - Bulbs-Lenses-Lights-Reflectors
  - Cabs and Components
  - Cleaners-Filters-Strainers
  - Covers
  - Deflectors and Mud Flaps



Adapter Angle <small>Angle (degr)</small>	90
Connection Type for End 1	Metric STOR-ISO 6149
Connection Type for End 2	ORFS-SAE J1453
Existence of New Feature	No
Filter (Yes/No)	No
Form for End 1	Male (Stud)
Form for End 2	Male (Stud)
Length 1 <small>Length (mm)</small>	<input type="text" value="49.5"/>
Length 2 <small>Length (mm)</small>	<input type="text" value="37.5"/>
Material of an Adapter	Steel
Near Net Shape (Yes/No)	Select...
Nominal Size for End 1	Select...
Nominal Size for End 2	Select...
O-Ring Assembly - EPDM	Select...

## ANEXO 5: FORMATO DE INSPECCIÓN DE BASE DE FILTROS DE COMBUSTIBLE



### FORMATO DE INSPECCION BASE TERCIARIA DE COMBUSTIBLE

EQUIPO	FECHA :		SUPERVISOR :	
	HOROMETRO:		INSPECTOR :	



Todo el personal involucrado debera revisar el area de trabajo, evaluar los riesgos , llenar el formato IPERC y firmarlo.  
Daño personal o la muerte puede resultar si la maquina se mueve repentinamente,asegurarse que todo el personal que NO participa del proceso permanezca alejado de la zona de trabajo.

### INSPECCION ELECTRICA PM-IMPARG

ITEM	DETALLE	OK	NO OK	COMENTARIOS
1	Inspeccionar soporte de base de filtros, pernos, sueltos, bases soldables sueltas, rajaduras de soporte etc.			
2	Inspeccionar fugas en los filtros de combustible, líneas, niples.			
3	Inspeccionar ruteo de líneas, rozamiento, mangueras sueltas, rozamiento de líneas, etc.			
4	Inspeccionar estado de conectores y ruteo de harness de sensores de presión de combustible.			
5	Inspeccionar estado de líneas y tuberías cercanas a la reubicación de filtro terciario.			
6	Inspeccionar harness cercanos a la base de filtro terciario, soportes, rozamiento, etc.			

ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3
<p>Inspeccion de pernos de soporte</p> <p>Inspeccion de pernos de sujecion de filtro terciario</p>	<p>Inspeccion de fugas por niples</p> <p>Inspeccion de fugas por filtros</p>	<p>Inspeccion de ruteo de mangueras de combustible</p>
ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6
<p>Revisar estado de conectores y sensores de combustible</p>	<p>Inspeccionar estado de tuberias y lineas cercanas a la mejora que puedan ocasionar daños a la mejora</p>	<p>Inspeccionar estado de harness cercanos a la mejora</p>

## ANEXO 6: FORMATO DE REUBICACIÓN DE BASE DE FILTROS DE COMBUSTIBLE TERCIARIO

OPERACION ANTAPACCAY  
COMPROMETIDOS CON SU ÉXITO...

Ferreyros CAT

### 797F REUBICACION DE BASE DE FILTRO

#### Producto Afectado:

LAJ00195-196; LAJ00539; LAJ00544-553; LAJ00593-595; LAJ00597-598;  
LAJ00620; LAJ00622; LAJ00623; LAJ00649-652

#### 1. Descripción del problema:

Constantes reportes de fuga de combustible de los filtros terciarios y secundarios en la flota de camiones de Antapaccay

#### 2. Causa:

Procedimiento incorrecto de instalación y remoción de los filtros de combustible  
Vibración de motor pueda estar afectando a la unión entre filtros de combustible y esparrago de base de filtros.

#### 3. Acción:

Realizar la reubicación del filtro terciario hacia el chasis hasta que el fabricante (Caterpillar) de una solución definitiva.

#### 4. Objetivo:

Mitigar las paradas no programadas por fugas del sistema de combustible entre las bases y sus filtros.

#### 5. Identificación de Peligros:

##### Peligros de incendios o explosiones:

Todos los combustibles, la mayoría de los lubricantes y algunas mezclas de refrigerante son inflamables.  
Para disminuir el riesgo de incendio o de explosión en la reubicación de la base de filtro terciaria se recomienda:

- En operaciones realice siempre una inspección alrededor del equipo antes de operar, lo que le ayudará a identificar un peligro de incendio.
- En los mantenimientos, se cuenta con un formato para identificar puntos críticos en la reubicación de la base de filtro terciaria en cual se deberá realizar en todos los PM.

Se debe tener en cuenta también las indicaciones del manual de operación y mantenimiento donde indica:

No opere una máquina con una fuga de fluido. Repare la fuga y limpie los fluidos antes de reanudar la operación de la máquina. Las fugas o derrames de fluidos sobre superficies calientes o componentes eléctricos pueden ocasionar un incendio. Un incendio puede ocasionar lesiones graves o mortales.

Quite los materiales inflamables como hojas, ramas, papeles, basura, etc. Estos elementos pueden acumularse en el compartimiento del motor o alrededor de áreas y partes calientes de la máquina.

Mantenga cerradas las puertas de acceso a los principales compartimientos de la máquina y todas las puertas de acceso en condiciones de operación para permitir el uso de los equipos para supresión de incendios, en caso de que ocurra un incendio.

Limpie todas las acumulaciones de materiales inflamables de la máquina, como combustible, aceite y suciedad.

No opere la máquina cerca de una llama.

Mantenga los protectores térmicos en su lugar. Los protectores térmicos del escape (si tiene) protegen los componentes calientes del escape contra el rociado de aceite o de combustible en caso de que se presente una ruptura en una tubería, en una manguera o en un sello. Los protectores térmicos del escape deben instalarse correctamente.

No suelde ni corte con soplete en tanques o tuberías que contienen fluidos o material inflamables. Vacíe y purgue las tuberías y los tanques. Luego limpie las tuberías y los tanques con un disolvente no inflamable antes de soldar o de cortar con soplete. Asegúrese de que los componentes están conectados correctamente a tierra para evitar la generación indeseada de arcos.

El polvo que se produce durante la reparación de capós o parachoques no metálicos puede ser inflamable o explosivo. Repare esos componentes en un área bien ventilada, alejada de las llamas o de las chispas. Use los Equipos de Protección Personal adecuados.

Inspeccione todas las tuberías y mangueras para ver si hay desgaste o deterioro. Reemplace las tuberías y mangueras dañadas. Las tuberías y las mangueras deben tener un soporte adecuado y abrazaderas seguras. Apriete todas las conexiones al par recomendado. Los daños a la cubierta protectora o al material aislante pueden proporcionar combustible para los incendios.

## **6. Manipulación:**

El espacio que se cuenta para hacer el mantenimiento es el mismo con relación a su ubicación original, la posición actual está al alcance del servicio técnico, se debe seguir realizando las recomendaciones del fabricante según manual de mantenimiento SEBU8417 para la remoción del filtro terciario y ayudarse en la realización de este trabajo del formato de inspección de las bases de filtro.

Para evitar el riesgo de lesiones, gire el interruptor general a la posición DESCONECTADA antes de cambiar los filtros de combustible o los elementos del separador de agua. Limpie inmediatamente todo derrame de combustible.



## Reubicación de Filtro Terciario de Combustible

### Descripción del Problema:

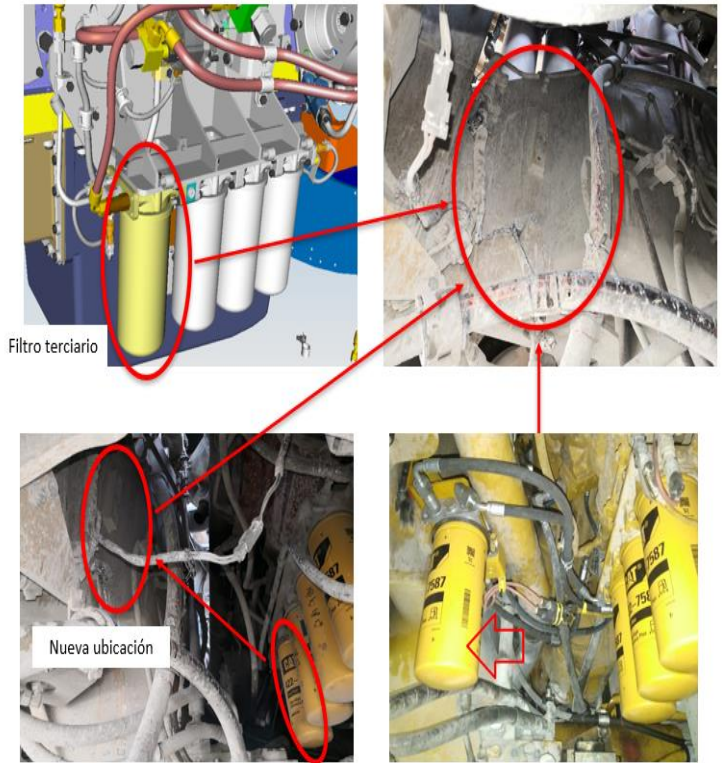
- Constantes reportes de fuga de combustible por los filtros secundarios y terciario del camión 797F.

### Causa :

- Procedimiento incorrecto de instalación y desinstalación de los filtros de combustible.
- Vibración de motor afecta a la unión entre filtros de combustible y esparrago de base de filtros.

### Objetivo:

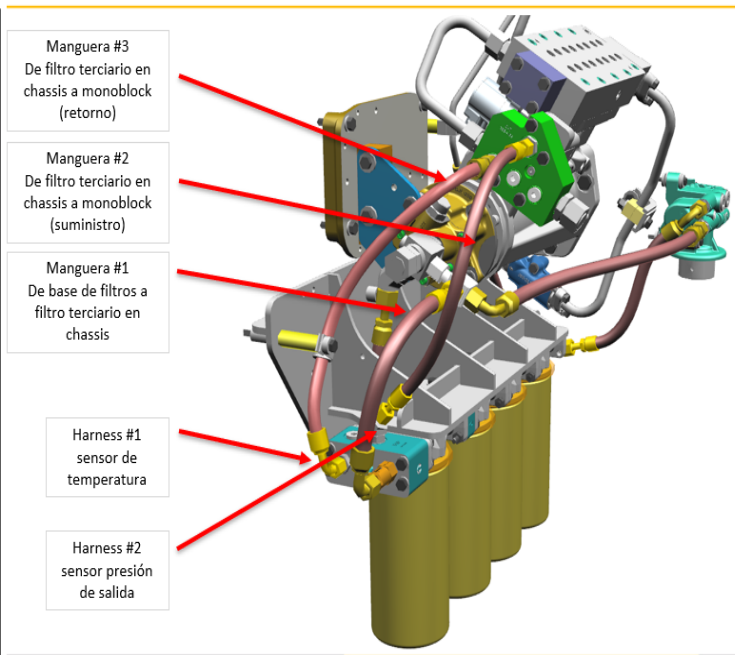
- Eliminar las paradas no programadas por eventos de falla en las bases de filtros de combustible secundarios y terciarios.



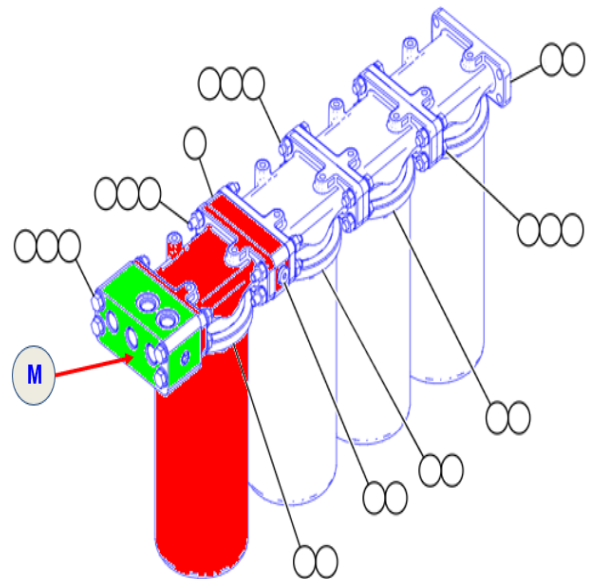
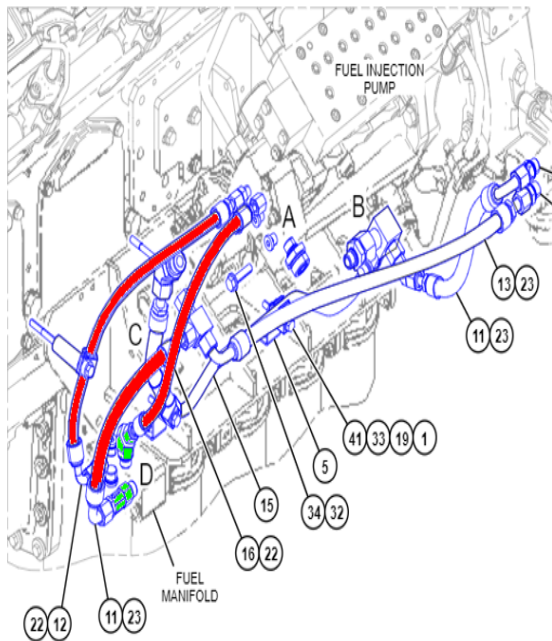
## REUBICACIÓN DE FILTRO TERCIARIO DE COMBUSTIBLE

### Repuestos Requeridos

Item	Part N°	QTY	Part Name
1	Fab. Local	2	Boss
2	Fab. Local	1	Support
3	236-5483	1	BASE FUEL FILTER
4	8C-4424	2	PLUG
5	171-8676	2	CONNECTOR
5	366-4664	2	CONNECTOR Opcional: SI NO HAY 171-8676
5'	459-9873	1	SEAL O-RING - FKM
6	215-3665	2	ELBOW
7	Fab. Local	1	Reducción 2mm
8	541-7144	1.2 m	HOSE BULK
9	541-7144	1.2 m	HOSE BULK
10	541-7142	1.5 m	HOSE BULK
11	541-7143	1.2 m	HOSE BULK
12	541-7142	1.0 m	HOSE BULK
11'	9X-3883	1	COUPLING 180°
11''	9X-3889	1	COUPLING 45°
11'''	7J-9108	2	SEAL O-RING
13	9X-3896	1	COUPLING 90°
14	9X-3890	3	COUPLING 45°
15	6V-9746	4	SEAL O-RING
16	9X-3882	3	COUPLING 180°
17	9X-3894	1	COUPLING 90°
18	6V-8398	6	SEAL O-RING
19	228-7105	9	SEAL O-RING
20	5P-7462	4	CLIP SLOT
21	5P-7463	4	CLIP TAP
22	6V-0683	4	GROMMET
23	6V-4248	4	BOLT M10X1.5
24	6V-5839	4	WASHER
25	352-4202	14	STRAP CABLE
26	228-7092	8	SEAL O-RING
27	297-5487	2	CONNECTOR
28	297-5488	2	CONNECTOR



## REMOVER - DESECHAR - REUBICAR

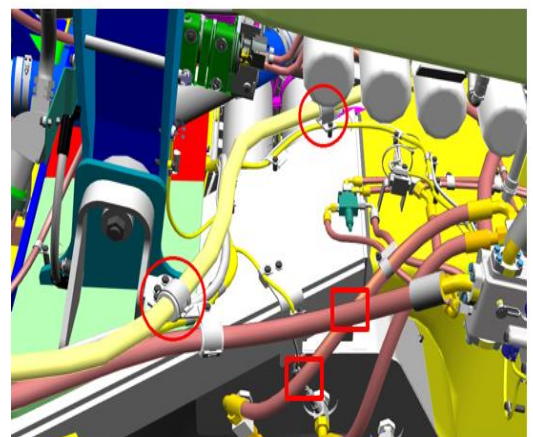
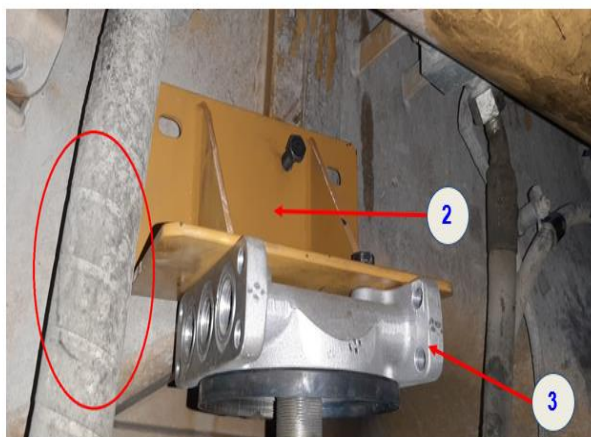


### NOTA:

1. Base terciaria y Filtro SE DEBE DE CAMBIAR POR NUEVOS y REUBICAR.
2. Los fitting/conectores se mantienen en su posición.

**ROJO:** Remover y desechar  
**VERDE:** Reubicar

## Mangueras - Cambiar orientación



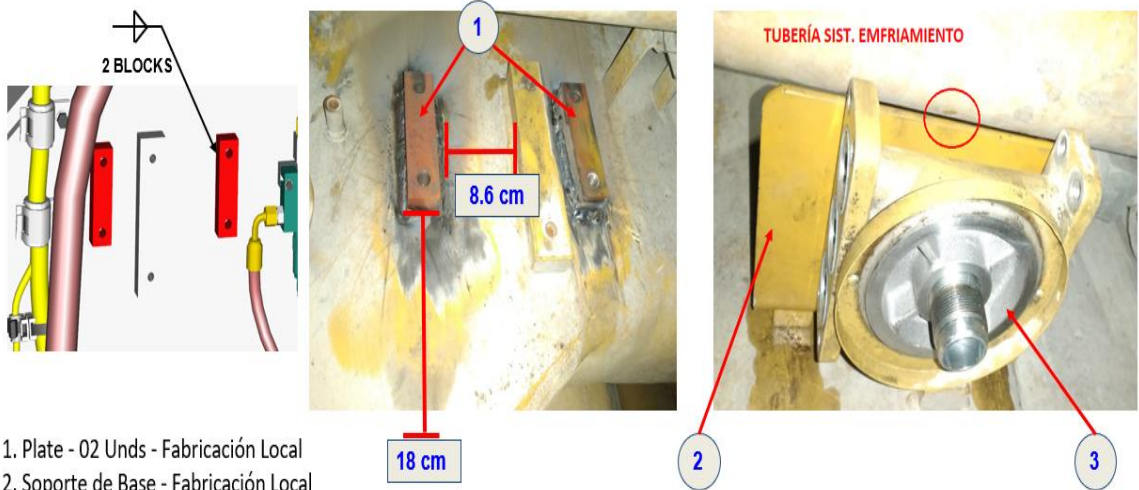
- Manguera del sistema del FAN deberá ser acomodada para evitar el contacto con el soporte de la Base de filtro. (En círculo).
- Mangueras de dirección (hacia los acumuladores) deben ser acomodadas para evitar el contacto con el Filtro. (en cuadrado)



## Instalación de Soporte de base de Filtros



Ubicar los plates de soporte de la nueva base en el frame y fijarlo con soldadura, de acuerdo a las medidas del nuevo soporte de la base de los filtros.

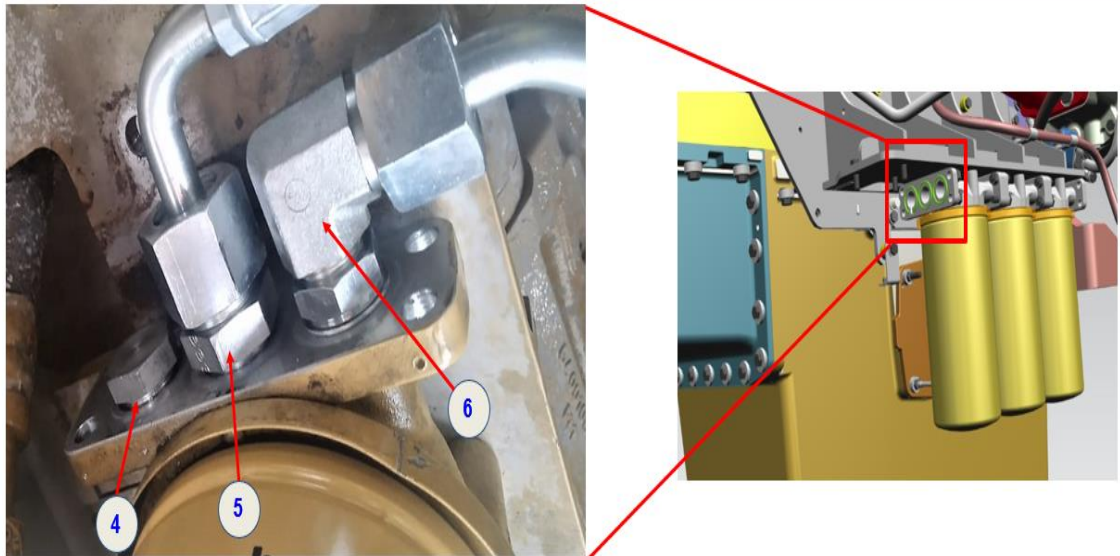


1. Plate - 02 Unds - Fabricación Local
2. Soporte de Base - Fabricación Local
3. Base de Filtro - Nueva - 236-5483

### NOTA:

- Camiones con (01) sola bomba de agua, tienen instalado una Tubería que pasa muy cerca a la zona de instalación del soporte de la base.
- Asegurar que el conjunto "Bosses" + "Soporte" + "Base de filtro" (imagen derecha) no haga contacto con la Tubería de refrigerante.

## Instalación de Niples y accesorios

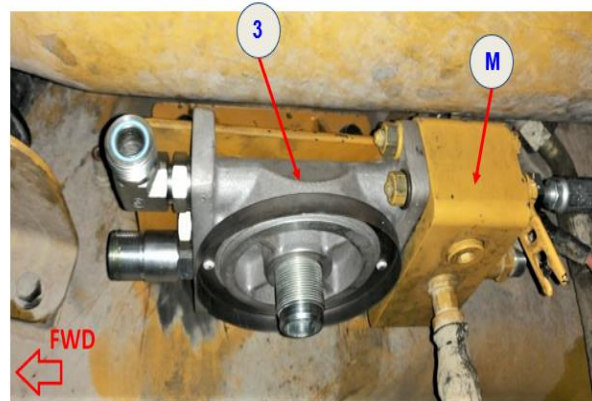


Una vez removido la Base terciaria se deberá de instalar los niples en la base secundaria, para posteriormente instalar las mangueras.

4. Tapon 8C-4424 & O-Ring 228-7105
5. Niple 171-8676 - 180° cant 1. / & O-Ring 228-7105 ---- NOTA: Se puede usar el Niple: 366-4664 + O-Ring: 459-0579
6. Codo 90° 215-3665 & O-Ring 228-7105



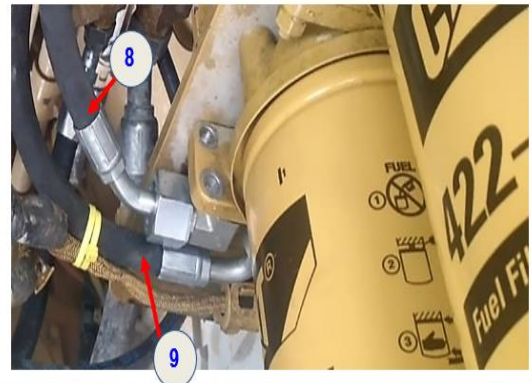
## Instalación de Niples y accesorios - BASE REUBICADA



NOTA: El "Manifold" (M) instalar a la base nueva. (M) proviene de la ubicación anterior de la base terciaria. **SE DEBERÁ DE REUBICAR EN ESTA POSICIÓN CON TODOS SUS NIPLES.**

- 3. Base de Filtro - Nueva - 236-5483
- 4. Tapon 8C-4424 & O-Ring 228-7105
- 6. Niple 90° - 215-3665 & O-Ring 228-7105
- 7. Reducción 2mm - 180° - Fabricación Local

## Instalación de Mangueras - SUMINISTRO A BASE REUBICADA

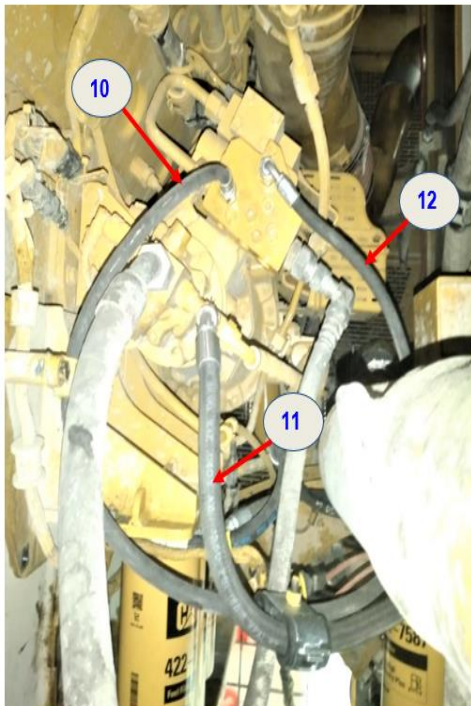


**8. Manguera NP 541-7144 - Longitud: 120 cm (72 CM) 180°**  
 Coupling 90° (9X-3896) - Coupling 45° (9X-3890)  
 O-Ring - 02 Unds (6V-9746)

**9. Manguera NP 541-7144 - Longitud: 120 cm & 221° (70CM)**  
 Coupling 45° 9X-3890 - 1 3/16" - 02 Unds.  
 O-Ring - 02 Unds (6V-9746)

**NOTA:** Ensamblar manguera con cople de 90°/45°, el otro extremo se deberá de dar el ángulo y lungitud en máquina. **NOTA:** COUPLING recto 180°: 9X-3884

## Instalación de Mangueras - SALIDA DE BASE REUBICADA



10. Manguera NP 541-7142 - L: 150 cm  
**(130 CM)**

Coupling 180° (9X-3882) - 2 Unidades  
O-Ring - 02 Unds (6V-8398)

11. Manguera NP 541-7143 - L: 120 cm  
**(120 CM)**

Coupling 180° (9X-3883) - 01 Unidad  
Coupling 45° (9X-3889) - 01 Unidad  
O-Ring - 02 Unds (7J-9108)

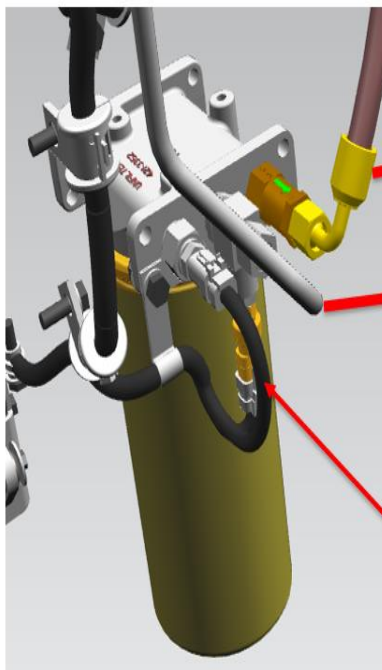
12. Manguera NP 541-7142 - L: 100 cm  
**(72 CM)** Coupling 180° (9X-3882) - 01  
Unidad

Coupling 90° (9X-3894) - 01 Unidad  
O-Ring - 02 Unds (6V-8398)

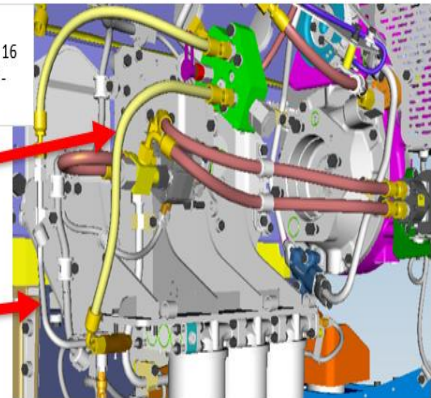
## Reubicación de Filtro Terciario de Combustible



### Procedimiento:



- (1) Hose P/N 456-8410
- (1) Coupling P/N 124-2145 (90°) 13/16" - 16
- (1) Coupling P/N 124-2116 (180°) 13/16" - 16
- (2) Seal P/N 228-7105



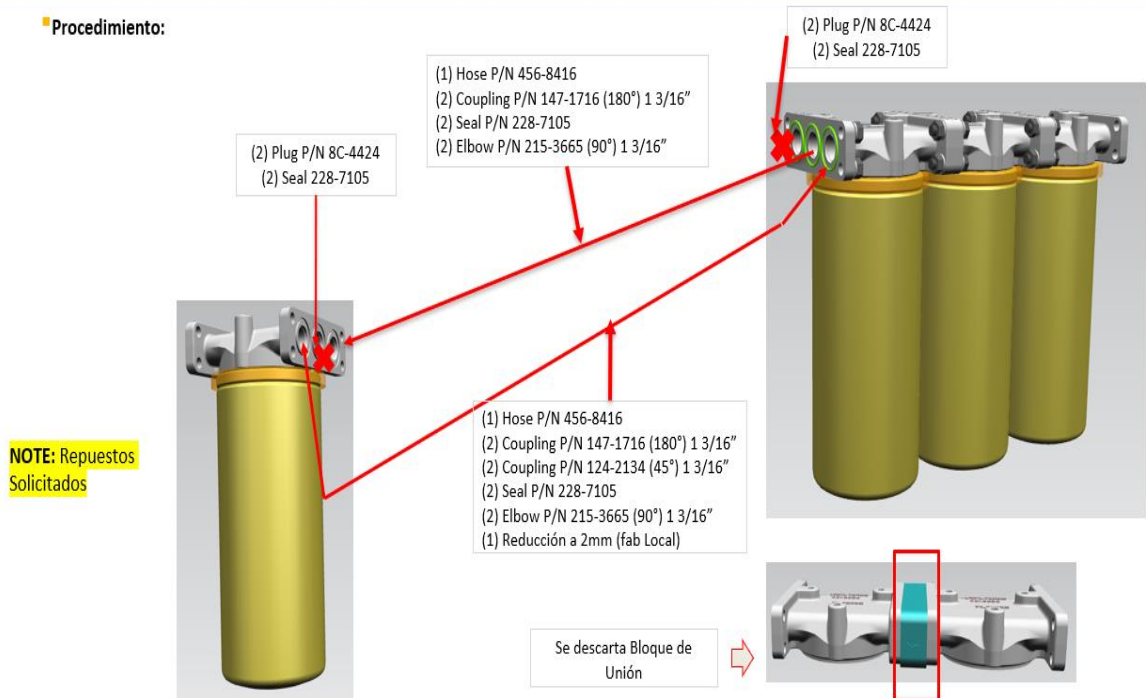
- (1) Hose P/N 456-8410
- (2) Coupling P/N 124-2116 (180°) 13/16" - 16
- (2) Seal P/N 228-7105
- (1) Elbow P/N 317-1597 - "T" 13/16" - 16

Harness extension P/N 352-4202

**NOTE:** Reutilizar todos los acoples y conectores originales



**Procedimiento:**

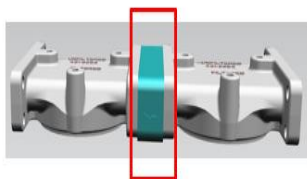


## OBSERVACIONES

1. Reubicar mangueras que puedan chocar con el Filtro Reubicado:



2. El bloque de Unión se desinstala y desecha.



4. Descargar DATA LOGGER para verificar las presiones de combustible en el sistema de baja presión. La diferencia de presiones antes y después de la modificación no deben de ser mayor al 5%.

- Presion Combustible Bajas y riel
- Temperatura de Combustible
- Posición FCV - Real y Comandada
- RPM Motor
- Marcha transmisión

5. La longitud de las mangueras y ángulo de acoples deberán de ser medidos durante la instalación.

6. SE DEBE DE FABRICAR HARNESS PARA LA REUBICACIÓN DEL SENSOR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA DE COMBUSTIBLE.

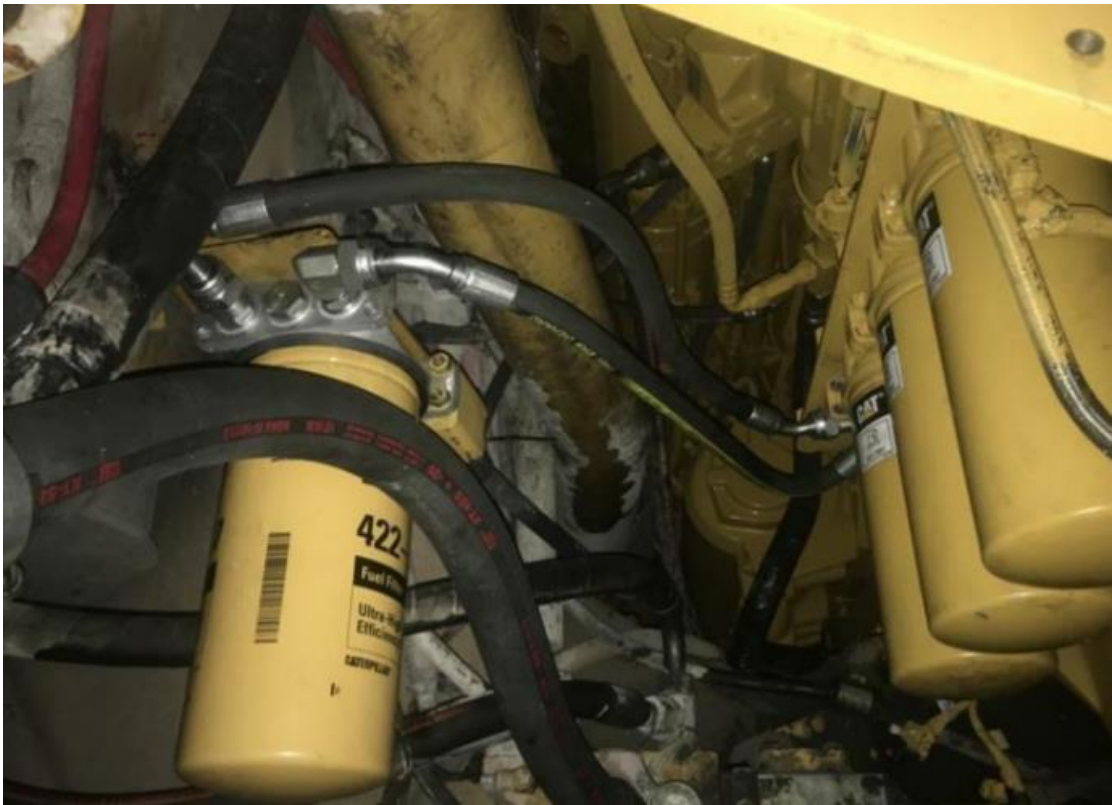


**ANEXO 7: IMÁGENES EJEMPLO DE LA REUBICACIÓN DE BASE DE FILTROS EN LA FLOTA 797F**

**Equipo código interno 31-02**



Equipo código interno 31-20



Equipo código interno 31-21





Equipo código interno 31-24



Equipo código interno 31-25



Equipo código interno 31-26



Equipo código interno 31-28

