



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS
HIDRÁULICOS DE UNIDADES SLICKLINE EN LA EMPRESA EQUIPO
PETROLERO S.A EQUIPETROL DURANTE EL AÑO**

2024.

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz**

AUTOR: NÉSTOR ALEXANDER CHILUIZA RODRÍGUEZ

TUTOR: JUAN JOSÉ MOLINA CAMPOVERDE

Quito - Ecuador

2024

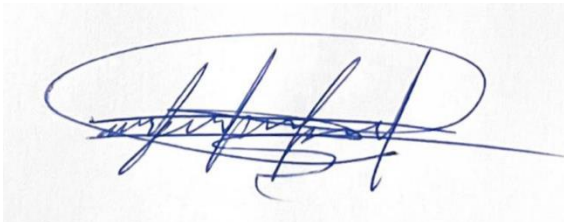
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Néstor Alexander Chiluiza Rodríguez con documento de identificación N° 1805713342 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 5 de agosto del año 2024.

Atentamente,



Néstor Alexander Chiluiza Rodríguez
1805713342

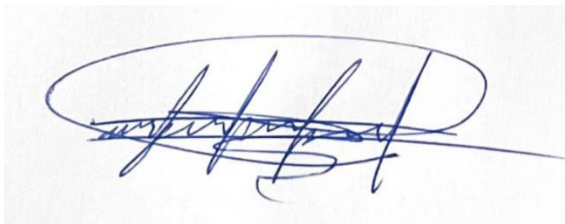
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo Néstor Alexander Chiluiza Rodríguez con documento de identificación No. 1805713342 expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Desarrollo de estrategias para la optimización de los Sistemas Hidráulicos de Unidades Slickline en la empresa Equipo Petrolero S.A Equipetrol durante el año 2024”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribe este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 5 de agosto del año 2024.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a large, loopy oval shape. The signature is stylized and appears to read 'Néstor Alexander Chiluiza Rodríguez'.

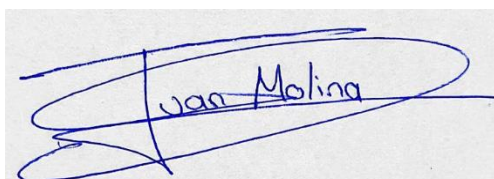
Néstor Alexander Chiluiza Rodríguez
1805713342

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan José Molina Campoverde con documento de identificación N° 0105819841, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS DE UNIDADES SLICKLINE EN LA EMPRESA EQUIPO PETROLERO S.A EQUIPETROL DURANTE EL AÑO 2024, realizado por Néstor Alexander Chiluiza Rodríguez con documento de identificación N° 1805713342 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 5 de agosto del año 2024.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads "Juan Molina". The signature is enclosed within a large, stylized blue oval or scribble.

Ing. Juan José Molina Campoverde, MSc
0105819841

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto técnico de titulación a mis padres y a mi hermano por ser el pilar esencial en mi crecimiento personal y profesional ya que con su apoyo incondicional se me ha hecho posible cumplir esta proeza.

A mi familia por guiarme acorde a sus consejos con los cuales he podido desempeñarme de mejor manera en cada ámbito en el que me he visto envuelto.

Aprovecho para elaborar este escrito hacia mí, ya que, pese a las adversidades y complicaciones surgidas en mi vida, no he dado marcha atrás, he logrado sobreponerme y es algo de lo cual estaré orgulloso toda mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por acompañarme en parte de esta travesía, a mi familia, mis padres, mi hermano y a todas aquellas personas que en algún momento de mi vida me brindaron su apoyo y calidez.

Gracias Padre Nestor Chiliza Toapanta por inculcarme esta hermosa profesión, por enseñarme a apreciar el valor del trabajo duro, la perseverancia y la responsabilidad. A mi madre Elsa Marina Rodríguez por su apoyo incondicional por ser mi guía, no importa dónde me lleve la vida, siempre llevaré los valores que me has enseñado.

Agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, campus sur, quienes me brindaron apoyo con sus conocimientos a lo largo de toda mi etapa universitaria.

Gracias al ingeniero Diego Andrés Duque por plantar los cimientos con los cuales fue posible la idea de este escrito, al ing. Juan Molina Campoverde por orientarme de manera correcta durante todo el proceso, el coincidir en la realización del presente trabajo facilitó mi aprendizaje y desempeño durante la elaboración de este documento.

Mis más sinceros agradecimientos a Gonzalo Galarza Orellana, su liderazgo y apoyo han sido fundamentales para mi crecimiento. Aprecio profundamente las oportunidades de aprendizaje y desarrollo que me ha proporcionado en mi formación como profesional. Realizar el proyecto en la empresa ha sido una experiencia muy gratificante, y estoy realmente agradecido por su apoyo durante todo el proceso.

Al personal de Equipo Petrolero S.A Equipetrol por contribuir en mi aprendizaje, una mención especial para el ing. Henry Cuaces Ipiales & el ing. Carlos Chico Moreira por ser mis mentores en cuanto a mi formación como profesional, gracias por sus consejos y por depositar su confianza en mí, su compromiso con la excelencia y su dedicación a la empresa son verdaderamente inspiradores.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA	2
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Marco Teórico	3
CAPÍTULO 1	4
GENERALIDADES	4
1.1 Generalidades de la empresa Equipo Petrolero S.A Equipetrol	4
1.2 Importancia de las unidades en operaciones de Slickline	4
1.3 Fichas técnicas de las unidades.....	4
1.4 Datos técnicos de las unidades	4
1.5 Datos técnicos de la grúa.....	9
CAPÍTULO 2	10
MANTENIMIENTO	10
2.1 Mantenimiento preventivo.....	10
2.2 Características del mantenimiento preventivo.....	10
2.3 Ventajas del mantenimiento preventivo	11
2.4 Importancia del mantenimiento preventivo	11
2.5 Tipos de mantenimiento	12
2.6 Sistema hidráulico	12
2.7 Funcionamiento de un sistema hidráulico	13
2.8 Principales componentes del sistema hidráulico	13
2.8.1 La bomba hidráulica	13
2.8.2 Toma de fuerza (PTO).....	14
2.8.3 Actuadores	14
2.8.4 Depósitos hidráulicos	14
2.8.5 Válvulas en los sistemas hidráulicos	14
CAPÍTULO 3	15
OPTIMIZACIÓN	15
3.1 Fiabilidad de repuestos	15
3.2 Factores que influyen en la fiabilidad de los repuestos:.....	15
3.2.1 Calidad del material.....	15
3.2.2 Compatibilidad	15
3.2.3 Proveedores confiables	16
3.3 Ensayos.....	16
3.3.1 Insumos para la realización de ensayos.....	16
3.3.2 Ensayo de Analizador de partículas.....	18

3.3.3 Ensayo de medición de Viscosidad	21
3.3.4 Ensayo de compresión	22
3.3.5 Ensayo de porosidad	25
3.4 Análisis de costos	28
3.4.1 Costo	28
3.4.2 Presupuesto	28
3.4.3 Costo personal involucrado	29
3.4.4 Comparación de la importancia del área de mantenimiento en la empresa.....	29
3.4.5 Costo anual plan de insumos	30
3.4.6 Costo de mantenimiento anual	31
CAPÍTULO 4	32
GUÍA DE MANTENIMIENTO	32
4.1 Configuración del sistema hidráulico de la unidad Slickline	32
4.2 Directrices Generales.....	33
4.3 Inspecciones.	33
4.3.1 Inspección visual.	33
4.3.2 Inspección técnica.....	34
4.4 Instrucciones de mantenimiento	34
4.5 Mantenimiento preventivo: indicios de fallos y método de actuación	35
4.5.1 Cambio de filtro hidráulico Palfinger EA4923	35
4.5.2 Engrase general de la grúa Palfinger PK23500	37
4.5.3 Proceso de diálisis al sistema hidráulico de la unidad.....	39
4.6 Mantenimiento correctivo: indicios de fallos y método de actuación	42
4.6.1 Procedimiento mantenimiento correctivo de PTO	42
4.6.2 Reemplazo de bomba hidráulica.....	44
4.6.3 Reemplazo de mangueras hidráulicas de la grúa.....	47
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	54
ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Análisis de compresión a retenedores de aceite hidráulico.....	24
Figura 3.2: Procesamiento digital en Matlab filtro Donaldson	26
Figura 3.3: Procesamiento digital en Matlab filtro JS	27
Figura 3.4: Ilustración del análisis comparativo de mantenimiento al sistema hidráulico..	30

Figura 3.5: Costo total de mantenimiento anual al sistema hidráulico.....	31
Figura 4.1: Esquema del sistema hidráulico de la unidad Slickline.	32
Figura 4.2: Ubicación del filtro hidráulico de retorno de la grúa (EA4923).	36
Figura 4.3: Filtro palfinger.	36
Figura 4.4: Colocación del filtro hidráulico Palfinger.....	37
Figura 4.5: Despliegue de la grúa.....	38
Figura 4.6: Proceso de engrase de la grúa	39
Figura 4.7: Ubicación de tapón inferior.....	40
Figura 4.8: Conexión de manguera de succión.....	40
Figura 4.9: Conexión de manguera de retorno	41
Figura 4.10: Máquina de diálisis	41
Figura 4.11: Remoción el acople neumático	42
Figura 4.12: Remoción tuercas que sujetan el PTO	43
Figura 4.13: Toma de fuerza (PTO)	44
Figura 4.14: Llave de paso de aceite hidráulico	45
Figura 4.15: Remoción de tuercas que sujetan la bomba hidráulica	45
Figura 4.16: Desprendimiento del conducto de caudal.	46
Figura 4.17: Desprendimiento del conducto de presión.....	46
Figura 4.18: Colocación de tapones en la bomba hidráulica.	47
Figura 4.19: Grúa Palfinger PK23500.....	48
Figura 4.20: Remoción de pernos de sujeción del protector de mandos	48
Figura 4.21: Remoción de acople de manguera inferior	49
Figura 4.22: Remoción de acople de manguera (Parte superior de la grúa).....	49
Figura 4.23: Remoción de pernos de sujeción de las mangueras	50
Anexo 1: Operaciones en campo, unidad Slickline.....	56
Anexo 2: Realización de prueba de compresión a retén hidráulico	56
Anexo 3: Tensión de línea de carretos (Cabina del operador)	57
Anexo 4: Extracción de aceite Azolla ZS 68 del depósito	58
Anexo 4: Máquina para la realización de diálisis.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Ficha técnica unidad T-56	5
Tabla 1.2: Ficha técnica unidad T-57	6
Tabla 1.3: Ficha técnica unidad T-58	7
Tabla 1.4: Ficha técnica unidad T-60	8
Tabla 1.5: Características de la grúa.....	9
Tabla 3.1: Insumos para la realización de ensayos.....	16
Tabla 3.2: Código de Limpieza ISO	19
Tabla 3.3: Resultados del contador de partículas Azolla ZS68 nuevo	20
Tabla 3.4: Resultados del contador de partículas Azolla ZS68 1500 horas de trabajo	20
Tabla 3.5: Ficha técnica del aceite hidráulico Azolla ZS68	21
Tabla 3.6: Resultados viscosímetro, Aceite Azolla ZS68	21
Tabla 3.7: Resultados viscosímetro, Aceite Azolla ZS68 1500 horas de trabajo.....	22
Tabla 3.8: Opciones de repuestos a utilizar (Retén de aceite hidráulico).....	23
Tabla 3.9: Selección de criterios evaluados con ponderación (Retén de aceite hidráulico)	25
Tabla 3.10: Alternativas de repuestos a utilizar (Filtro interno del tanque)	25
Tabla 3.11: Selección de criterios evaluados con ponderación (Filtro interno del tanque).	28
Tabla 3.12: Análisis del costo del personal involucrado	29
Tabla 3.13: Análisis comparativo de mantenimiento al sistema hidráulico	29
Tabla 3.14: Evaluación anual del costo de los insumos desde un punto de vista económico	31
Tabla 3.15: Evaluación del costo de mantenimiento anual al sistema hidráulico	31

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal establecer estrategias de mantenimiento para optimizar y prolongar la vida útil de los sistemas hidráulicos de las unidades Slickline. Además, se destaca la importancia de estas estrategias en la eficiencia de las unidades durante la realización de trabajos en pozo. El área de mantenimiento es primordial en la empresa debido a que desempeña un papel crucial en la fiabilidad de servicios de slickline.

Muchas veces los trabajos se detienen por mal estado de la maquinaria o equipos, lo que provoca un retraso en las operaciones de trabajo. La pérdida de tiempo no es lo más adecuado para ningún equipo, debido a esto en el siguiente escrito, se presenta el desarrollo de estrategias para la optimización de los sistemas hidráulicos en unidades slickline.

La realización de un costeo asociado al servicio y la adquisición de repuestos facilita el análisis de costos y beneficios, permitiendo tomar decisiones informadas sobre la ejecución del mantenimiento o mejoras en el área, a su vez permite asignar los recursos de manera eficiente, al prever los gastos futuros, permitiendo una mejor planificación de pagos y compras, con lo cual se evita sorpresas financieras.

Una guía de mantenimiento estructurada de manera correcta previene fallas prematuras al garantizar que los equipos reciban el cuidado necesario en el momento adecuado, al programar y realizar mantenimientos regulares evita interrupciones inesperadas en las operaciones de la entidad, asegurando una mayor continuidad en el trabajo.

La guía de mantenimiento actúa como referencia que los técnicos pueden consultar cuando surjan dudas o problemas específicos en cuanto al Sistema hidráulico. Evidenciar la importancia de utilizar repuestos hidráulicos de calidad a través de una comparativa de repuestos mediante ensayos en laboratorio permiten establecer parámetros de funcionamiento óptimos, facilitando la detección y el diagnóstico de problemas en fases tempranas. Al realizar ensayos a filtros, retenedores y al aceite hidráulico se garantiza que el sistema hidráulico opere a su máxima eficiencia, manteniendo la presión y el caudal adecuados.

La realización de ensayos no solo asegura el funcionamiento seguro y eficiente del sistema, sino que genera beneficios económicos y de gestión, optimizando la operación, direccionándose a mantener altos estándares de calidad.

Palabras Claves: Mantenimiento, Sistemas hidráulicos, optimización, mantenimiento preventivo, unidad, repuestos.

ABSTRACT

The main objective of this work is to establish maintenance strategies to optimize and prolong the useful life of the hydraulic systems of the Slickline units. Furthermore, the importance of these strategies in the efficiency of the units while carrying out work in the well is highlighted.

The maintenance area is essential in the company because it plays a fundamental role in the reliability of slackline services.

Work is often stopped due to poor conditions, which causes a delay in operations. The loss of time is not the most convenient for any team, due to this in the following writing, the development of strategies for optimizing hydraulic systems in slackline units is presented.

Carrying out costs associated with the service and the acquisition of spare parts facilitates the analysis of costs and benefits, allowing informed decisions to be made about the execution of maintenance or improvements in the area, in turn allowing resources to be allocated efficiently, by foreseeing the future expenses, allowing better planning of payments and purchases, thereby avoiding financial surprises.

A properly structured maintenance guide prevents premature failures by ensuring that equipment receives the necessary care at the right time, by scheduling and performing regular maintenance avoids unexpected interruptions in the entity's operations, providing greater continuity in work.

The maintenance guide acts as a reference that technicians can consult when specific questions or problems arise regarding the Hydraulic System.

Demonstrating the importance of using quality hydraulic spare parts through a comparison of spare parts through laboratory tests allows the establishment of optimal operating parameters, facilitating the detection and diagnosis of problems in early phases. Testing filters, retainers, and hydraulic oil ensure that the hydraulic system operates at maximum efficiency, maintaining adequate pressure and flow.

Carrying out tests not only ensures the safe and efficient operation of the system but also generates economic and management benefits, optimizing the operation, and aiming to maintain high-quality standards.

Keywords: Maintenance, hydraulic systems, optimization, preventive maintenance, unit, spare parts.

INTRODUCCIÓN

La entidad requiere prolongar la vida útil de las unidades Slickline que forman parte del parque automotor de la empresa, a su vez optimizar el funcionamiento con la finalidad de maximizar la operatividad y productividad durante las jornadas de trabajo.

El desarrollo del presente proyecto consta de cuatro capítulos:

El capítulo uno, se aborda las generalidades, dando a conocer la situación actual de las operaciones de la entidad, características de las unidades, datos técnicos de las unidades y sus respectivas grúas, a su vez se busca denotar el cómo influye la flota vehicular en el desarrollo de actividades de la entidad.

En el capítulo dos, se indaga sobre el mantenimiento, sus tipos, ventajas, características, importancia y todo lo que engloba este concepto. A su vez se indaga sobre los principios de la hidráulica, denotando sus componentes principales y explicando su funcionamiento.

En el capítulo tres se presenta la optimización, su importancia y el cómo influye en extender la vida útil de los sistemas, se hace hincapié en las variables que influyen en la fiabilidad de repuestos.

Se realiza análisis comparativos de repuestos haciendo uso de máquinas que permiten ensayos de laboratorio con lo cual se evidencia la fiabilidad de estos, a su vez se detalla costos asociados a la adquisición de los repuestos, donde se evidencia el valor económico estimado con lo cual se mantiene el equipo en cuanto a sistemas hidráulicos en el periodo de 1 año, en el presente capítulo se hace énfasis en la importancia del área de mantenimiento al desempeñar labores referentes al sistema hidráulico realizando una comparativa de valores en cuanto a servicios.

En el último capítulo, se representa la guía de mantenimiento en el cual se esclarece el procedimiento para realizar el mantenimiento tanto preventivo como correctivo en los sistemas hidráulicos de los activos evidenciando los indicios de fallo y método de actuación.

PROBLEMA

En los últimos años los equipos de la entidad presentan inconvenientes en cuanto a operatividad las cuales se ven reflejadas en su operatividad, varios son los factores que alimentan esta problemática.

La entidad no ha considerado la realización de un costeo asociado al servicio ni la adquisición de repuestos necesarios para planificar los recursos financieros destinados a mantener los sistemas hidráulicos de la maquinaria.

El problema mencionado surge debido a varias causas, las cuales incluyen:

1. Baja confiabilidad en repuestos
2. Desgaste de componentes por uso intensivo
3. Falta de capacitación al personal de mantenimiento
4. Mantenimiento inadecuado

Estas causas tienen repercusiones significativas en la operatividad y el rendimiento general.

Los efectos negativos que producen incluyen:

- Descontento con la autoridad
- Alto costo de reparaciones
- Retraso en respuesta a trabajos de Slickline
- Reducción de la eficiencia operativa
- Impacto negativo a la confiabilidad de servicios de Slickline de la Empresa

Ante la presencia de estos factores, es necesario implementar estrategias integrales de mantenimiento preventivo y correctivo. Estas estrategias deben diseñarse para satisfacer las exigencias específicas de la entidad, garantizando el funcionamiento óptimo de los sistemas hidráulicos en cada actividad durante su jornada operativa, con el objetivo de maximizar la productividad.

Delimitación del problema. –

Equipo Petrolero S.A Equipetrol, está ubicada en la ciudad del Coca, Provincia de Orellana, la empresa brinda servicios de Slickline, por la cual las unidades se desplazan a lo largo del oriente ecuatoriano.

Objetivo General.

- Optimizar el rendimiento operativo de los sistemas hidráulicos de las unidades Slickline perteneciente a la empresa Equipo Petrolero S.A Equipetrol, mediante la implementación de estrategias integrales de mantenimiento.

Objetivos Específicos.

- Elaborar un manual de procedimientos para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas hidráulicos, con la finalidad de garantizar un funcionamiento óptimo y extender su vida útil.
- Estructurar un costeo asociado al servicio y la adquisición de repuestos necesarios para mantener los sistemas hidráulicos de la maquinaria, para planificar los recursos financieros.
- Evidenciar la importancia de utilizar repuestos hidráulicos de calidad a través de una comparativa de repuestos de gama alta y gama baja en el mercado ecuatoriano.

Marco Teórico

El mantenimiento permite identificar el grado de desperfectos en los equipos, las cuales perjudican la seguridad y el medioambiente. Además, existe una creciente conciencia sobre la conexión entre el mantenimiento y la calidad del producto, así como una presión cada vez mayor para alcanzar un alto rendimiento de los equipos y controlar los costos (Moubray J, 2004)

El modelo gerencial de mantenimiento va orientado a la mejoramiento de la gestión con un enfoque sistemático, el cual considera factores como rentabilidad, seguridad, confiabilidad, mantenibilidad y calidad como claves indispensables, afirma que al objeto de que un modelo gerencial de mantenimiento sea compatible con las iniciativas de mejora organizacionales existentes es imprescindible que él mismo considere e incluya diversos elementos de tales iniciativas (Ardila Marín, J. G., Ardila Marín, M. I., Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. A, 2016).

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Generalidades de la empresa Equipo Petrolero S.A Equipetrol

Equipo Petrolero S.A. Equipetrol es fundada el 28 de abril del 2011, empresa constituida en alianza de EquiPetrol S.A. Actualmente, Equipo Petrolero S.A Equipetrol Ecuador presta los servicios de Slickline, Tubing Punch, Wireline, y Servicio de adquisición de datos como PLT, Registros de Corrosión, y relacionados. Equipo Petrolero S.A Equipetrol Ecuador cuenta con oficinas ubicadas en la base ubicada en la ciudad de Orellana, conocida como Coca, con lo cual presta frecuentemente sus servicios alrededor del oriente ecuatoriano.

El primer uso fue de un alambre en el entorno a medidas simples de profundidad, luego con el tiempo se perfeccionó el uso del alambre para bajar herramientas especiales y cumplir diferentes funciones en el pozo. De la misma manera mientras se realiza cambios importantes al equipo de control de presión en superficie, el slickline gana gran relevancia en las operaciones de pozo.

1.2 Importancia de las unidades en operaciones de Slickline

Las unidades T y SKD (camiones) poseen todo lo necesario para maniobrar alambre o cable a lo cual se le llama el servicio de Slickline. Las unidades son transportadas a los puntos de operación (pozos petroleros) en donde se desempeña los distintos trabajos de operación.

Equipo Petrolero S.A Equipetrol Ecuador cuenta con una flota de unidades de Slickline con diseños que incorporan unidades móviles, las cuales cuentan con grúas y plataformas.

1.3 Fichas técnicas de las unidades

Las fichas técnicas son documentos elaborados por la empresa fabricante para uso interno, aunque pueden ser útiles para entidades externas en determinados momentos, como clientes o auditores. En las fichas técnicas se recopilan datos clave de forma clara y concisa, destacando las características técnicas del producto, las cuales se utilizan para la adquisición de equipos o maquinaria conforme a las necesidades, con el fin de elegir el equipo más apropiado.

1.4 Datos técnicos de las unidades

Este apartado abarca los datos técnicos que determinan las características individuales de cada unidad, por ejemplo, la potencia, velocidad entre otras características propias que

poseen un vehículo. Se establecen las fichas técnicas de las unidades Slickline de Equipetrol las cuales se detallan en la tabla 1.1 a la tabla 1.4.

Tabla 1.1: Ficha técnica unidad T-56

		PARQUE AUTOMOTOR EQUIPO PETROLERO S.A EQUIPETROL	
			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
EQUIPO	T-56	TIPO	CAMIÓN GRÚA
MARCA	CHEVROLET	COLOR	BLANCO
MODELO	FVR34Q CAMIÓN CHASIS CABINADO	PLACA	PCH-1585
SERIE DE CHASIS	JALFVR347D7000166	AÑO DE FABRICACIÓN	2013
SERIE DE MOTOR	6HK1628245	TIPO DE COMBUSTIBLE	DIÉSEL
POTENCIA (HP@RPM)	280 HP @ 2400 RPM	NÚM. DE VELOCIDADES	9 VELOCIDADES
CILINDRAJE	7790	ENERGÍA PRINCIPAL	24 VOLTIOS
SISTEMA			
MOTOR		SISTEMA DE FRENOS	
SISTEMA ELÉCTRICO		SISTEMA DE A/C	
SISTEMA HIDRÁULICO		SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
SISTEMA NEUMÁTICO		SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Unidad con grúa incorporada equipada con todo lo necesario para realizar operaciones de servicio de Slickline.			
ELABORADO POR:	FECHA DE ELAB:	REVISADO POR:	FECHA DE REV:
Alexander Chiluiza R	5/6/2024	Ing. Henry Cuaces	6/6/2024

Tabla 1.2: Ficha técnica unidad T-57



		PARQUE AUTOMOTOR EQUIPO PETROLERO S.A EQUIPETROL	
			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
EQUIPO	T-57	TIPO	CAMIÓN GRÚA
MARCA	CHEVROLET	COLOR	BLANCO
MODELO	FVR34Q CAMIÓN CHASIS CABINADO	PLACA	PCH-1586
SERIE DE CHASIS	JALFVR347D7000010	AÑO DE FABRICACIÓN	2013
SERIE DE MOTOR	6HK1622565	TIPO DE COMBUSTIBLE	DÍESEL
POTENCIA (HP@RPM)	280 HP @ 2400 RPM	NÚM. DE VELOCIDADES	9 VELOCIDADES
CILINDRAJE	7790	ENERGÍA PRINCIPAL	24 VOLTIOS
SIS TEMA			
MOTOR		SISTEMA DE FRENOS	
SISTEMA ELÉCTRICO		SISTEMA DE A/C	
SISTEMA HIDRÁULICO		SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
SISTEMA NEUMÁTICO		SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Unidad con grúa incorporada equipada con todo lo necesario para realizar operaciones de servicio de Slickline.			
ELABORADO POR:	FECHA DE ELAB:	REVISADO POR:	FECHA DE REV:
Alexander Chiluiza R	5/6/2024	Ing. Henry Cuaces	6/6/2024

Tabla 1.3: Ficha técnica unidad T-58




		PARQUE AUTOMOTOR EQUIPO PETROLERO S.A EQUIPETROL	
			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
EQUIPO	T-58	TIPO	CAMIÓN GRÚA
MARCA	CHEVROLET	COLOR	BLANCO
MODELO	FVR34Q CAMIÓN AC 7.8 2P 4X2 TM	PLACA	QBA-7100
SERIE DE CHASIS	JALFVR347F7000035	AÑO DE FABRICACIÓN	2015
SERIE DE MOTOR	6HK1658809	TIPO DE COMBUSTIBLE	DIÉSEL
POTENCIA (HP@RPM)	280 HP @ 2400 RPM	NÚM. DE VELOCIDADES	9 VELOCIDADES
CILINDRAJE	7800	ENERGÍA PRINCIPAL	24 VOLTIOS
SISTEMA			
MOTOR		SISTEMA DE FRENOS	
SISTEMA ELÉCTRICO		SISTEMA DE A/C	
SISTEMA HIDRÁULICO		SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
SISTEMA NEUMÁTICO		SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Unidad con grúa incorporada equipada con todo lo necesario para realizar operaciones de servicio de Slickline.			
ELABORADO POR:	FECHA DE ELAB:	REVISADO POR:	FECHA DE REV:
Alexander Chiluita R	5/6/2024	Ing. Henry Cuaces	6/6/2024


Tabla 1.4: Ficha técnica unidad T-60

		PARQUE AUTOMOTOR EQUIPO PETROLERO S.A EQUIPETROL	
			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
EQUIPO	T-60	TIPO	CAMIÓN GRÚA
MARCA	CHEVROLET	COLOR	BLANCO
MODELO	FVR 34Q CAMIÓN 7.8 2P 4X2 TM	PLACA	IBC-7567
SERIE DE CHASIS	JALFSR34ND7000002	AÑO DE FABRICACIÓN	2015
SERIE DE MOTOR	6HK1621953	TIPO DE COMBUSTIBLE	DIÉSEL
POTENCIA (HP@RPM)	280 HP @ 2400 RPM	NÚM. DE VELOCIDADES	9 VELOCIDADES
CILINDRAJE	7790	ENERGÍA PRINCIPAL	24 VOLTIOS
SISTEMA			
MOTOR		SISTEMA DE FRENOS	
SISTEMA ELÉCTRICO		SISTEMA DE A/C	
SISTEMA HIDRÁULICO		SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
SISTEMA NEUMÁTICO		SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN	
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Unidad con grúa incorporada equipada con todo lo necesario para realizar operaciones de servicio de Slickline.			
ELABORADO POR:	FECHA DE ELAB:	REVISADO POR:	FECHA DE REV:
Alexander Chiluiza R	5/6/2024	Ing. Henry Cuaces	6/6/2024

1.5 Datos técnicos de la grúa

Se denota los datos técnicos que determinan las características de la grúa incorporada a cada unidad, por ejemplo, la serie, modelo, capacidad máxima de levantamiento entre otras características propias que poseen.

Tabla 1.5: Características de la grúa

		GESTIÓN MANTENIMIENTO							
INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO (GRÚA)									
ÍTEM	MARCA	MODELO	VEHÍCULO ASIGNADO	TIPO	SERIE	AÑO FAB.	CAPACIDAD MAX. DE LEVANTAMIENTO	PAÍS DE ORIGEN	PROVEEDOR
1	Palfinger	PK 23500	T-56	Articulating boom crane	100157184	2013	5600,05 kg (12346 lb)	ITALIA	BAGANT
2	Palfinger	PK 23500	T-57	Articulating boom crane	100152379	2012	5749,74 kg (12676 lb)	ITALIA	BAGANT
3	Palfinger	PK 23500	T-58	Articulating boom crane	100170317	2013	5600,05 kg (12346 lb)	ITALIA	BAGANT
4	Palfinger	PK 23500	T-60	Articulating boom crane	100275541	2015	5600,05 kg (12346 lb)	ITALIA	BAGANT

CAPÍTULO 2

MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como la combinación de todas las acciones administrativas, técnicas y de gestión, durante el ciclo de vida de un activo, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar una función determinada (UNE-EN, 2018).

2.1 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se define como aquel que se lleva a cabo mediante una programación previa de acciones, con la finalidad de evitar la mayor cantidad de daños imprevistos, minimizar los tiempos muertos de producción por desperfectos y, por consiguiente, reducir los costos asociados.

Los altos niveles de productividad requeridos en el entorno actual exigen la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo que permita aumentar la eficiencia de la producción. Esta eficiencia tiende a ser directamente proporcional a la calidad de la información o datos disponibles para llevarla a cabo (Botero C, 1991).

2.2 Características del mantenimiento preventivo

Este proceso tiende a realizarse de manera rutinaria, ya que se planifica el presupuesto que debe destinarse y las fechas en las que debe ser realizado, junto con el tiempo de realización del proceso de reparación. Una de las características más destacadas del mantenimiento preventivo es la capacidad de inspeccionar una unidad para diagnosticar desperfectos en etapas tempranas, permitiendo realizar una intervención antes de que se produzcan averías de gravedad o irreparables. Al planificar el mantenimiento preventivo, se debe realizar una programación inicial y tener en cuenta las siguientes fuentes de información:

- Planos levantados a la unidad (si carecen de documentación).
- Manuales y catálogos proporcionados por fabricantes.
- Base de datos si se han realizado mejoras o reparaciones.
- Información de la experiencia y el peritaje de personal capacitado en lubricación y mecánica, que sirvan de guía a contestar y argumentar interrogantes acerca de la programación de estrategias.
- Listados que contengan la disponibilidad de personal y equipos de mantenimiento.

- Información de los coordinadores de operaciones acerca de tiempos altos, bajos y paradas obligadas de operación, que permitan distribuir de manera idónea las tareas de mantenimiento con la finalidad de minimizar los tiempos muertos de producción por mantenimiento.

2.3 Ventajas del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una estrategia indispensable en la gestión eficiente de activos y recursos en diversas industrias. Se define como una práctica proactiva que ofrece una serie de ventajas significativas que impactan positivamente en la operatividad, la seguridad y la rentabilidad de las organizaciones (IBM, 2024).

A continuación, se denota las principales ventajas del mantenimiento preventivo:

- El mantenimiento preventivo ayuda a reducir significativamente la incidencia de avería.
- El hecho de realizar el mantenimiento preventivo extiende la vida útil de los activos, lo que permite a la empresa maximizar la inversión en activos fijos.
- Planificar el mantenimiento permite la realización de actividades necesarias durante periodos de inactividad programados, minimizando las interrupciones no planificadas que afectan la producción de la empresa.
- Mantener los equipos en buenas condiciones es un requisito de normativas de seguridad y medio ambiente, con lo cual la entidad evita sanciones.
- El mantenimiento preventivo contribuye a un entorno de trabajo más seguro, minimizando el riesgo de accidentes causados por equipos defectuosos.
- La capacidad de garantizar la fiabilidad y calidad constante de los servicios que generan las unidades mejora la percepción y satisfacción del cliente.

2.4 Importancia del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo influye positivamente en la operatividad, la seguridad y la rentabilidad de una organización. Al contar con estrategias de mantenimiento, las empresas pueden planificar mejor el uso de recursos humanos y materiales, optimizando la asignación de personal y la compra de repuestos. Su implementación estratégica y efectiva protege los activos físicos de la empresa, a su vez también garantiza la continuidad y eficiencia de las operaciones, contribuyendo significativamente a la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

2.5 Tipos de mantenimiento

-Mantenimiento por condición (programado o bajo demanda):

Mantenimiento preventivo que incluye una monitorización de la condición, inspección, ensayos, análisis de mantenimiento. (Moran J, 2024).

El proceso de mantenimiento se realiza de forma programada de acuerdo con horas de trabajo, kilometraje o tiempo, lo cual predice una futura detención en las operaciones de la unidad.

-Mantenimiento predictivo:

Mantenimiento basado en condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetitivo de una característica conocida y de la evaluación de parámetros significativos de la degradación de un elemento (Moran J, 2024).

-Mantenimiento Total Productivo

(TPM, por sus siglas en inglés Total Productive Maintenance) es una metodología integral y estratégica de gestión orientada a maximizar la eficiencia y la productividad de los equipos y procesos en una entidad. (Kiran, 2022).

La finalidad de este concepto es lograr una producción sin pérdidas, suprimiendo todo tipo de interrupción en el proceso de operaciones. El mantenimiento total productivo indaga más a fondo que el mantenimiento convencional al integrar a todo el personal de la entidad, desde los operadores hasta gerencia, con el compromiso de mejorar y mantener los activos y los procesos. Se ve en la necesidad de fomentar una cultura de mejora continua y de cuidado en la que se inculca la responsabilidad y la participación activa de los empleados.

-Mantenimiento correctivo

Mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner un elemento en un estado que pueda realizar su función requerida.

El mantenimiento correctivo es ejecutado después de una avería, están previstos los recursos necesarios para ejecutarlo (Jzitoli, 2023).

2.6 Sistema hidráulico

Actualmente, una gran cantidad de máquinas en uso operan hidrostáticamente. La hidráulica se define como una ciencia que abarca varios aspectos, siendo uno de los principales la

transmisión de fuerza o movimiento a través de un líquido confinado. Esto ocurre cuando la fuerza se transmite al empujar un líquido confinado.

2.7 Funcionamiento de un sistema hidráulico

El funcionamiento de un sistema hidráulico empieza cuando un fluido es enviado con una presión determinada hacia un cilindro, el objetivo de aquel proceso es que genere movimiento de cargas de diferente peso. Estos procesos van a cabo de manera precisa y controlada, por lo cual se considera una manera idónea de transmitir potencia en actividades productivas (Muncie, S.F). Mientras se realiza el bombeo del fluido alrededor del sistema, la fuerza que se ejerce tiende a ser la misma en todas las superficies, debido a que los líquidos tienen la capacidad de desplazarse hacia cualquier dirección y adaptarse a cualquier forma. El sistema se activa haciendo uso de un motor a combustión, lo que genera el flujo del fluido y, por lo tanto, la activación del cilindro (Servicio Hidráulico Industrial S.A, 2020).

Lo que hace el cilindro es devolver el fluido hacia el depósito a través de una tubería, el fluido pasa por un sistema de filtrado el cual está incorporado en la línea de presión, o a su vez, en la línea de retorno. Aquel es un procedimiento imprescindible, debido a que logra evitar que cualquier partícula o suciedad llegue hasta la tubería y genere fallas dentro del sistema. Finalmente, el movimiento del cilindro se controla mediante una válvula de control direccional, la misma que permite que el cilindro logre expandirse o contraerse; este es el funcionamiento básico de un sistema hidráulico, que requiere de elementos muy concretos para realizarse de manera óptima (Servicio Hidráulico Industrial S.A, 2020).

2.8 Principales componentes del sistema hidráulico

2.8.1 La bomba hidráulica

Aquel componente transforma la energía mecánica transmitida por un motor en energía hidráulica, este proceso se da a través del desplazamiento del aceite hidráulico, mediante la presión de la bomba a los diferentes circuitos del sistema. Actualmente en el mercado existen diferentes tipos de bombas hidráulicas, las cuales son:

- Bomba de paletas.
- Bomba de pistones.
- Bomba de engranajes.

2.8.2 Toma de fuerza (PTO)

Se define como Power Take Off (PTO, acorde sus siglas en inglés), su traducción se da como toma de fuerza, es una tecnología la cual transfiere la potencia del motor a un componente auxiliar, se utiliza para conversiones de camiones como grúas, plantas de luz o maquinaria de construcción, etc.

2.8.3 Actuadores

Los actuadores hidráulicos son dispositivos que convierten la energía hidráulica en movimiento mecánico. Se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales y mecánicas donde se requiere un movimiento controlado y potente (Servicio Hidráulico Industrial, 2020).

2.8.4 Depósitos hidráulicos

Los depósitos hidráulicos son componentes críticos que almacenan y suministran el fluido hidráulico necesario para el funcionamiento de los sistemas hidráulicos de las unidades.

2.8.5 Válvulas en los sistemas hidráulicos

Las válvulas en los sistemas hidráulicos juegan roles críticos en el control de la presión y el flujo del fluido hidráulico, debido a que permite que el sistema realice diversas funciones de manera eficiente y segura. Dependiendo de su diseño y función específica, las válvulas hidráulicas pueden dirigir el flujo del fluido, regular la presión, o controlar el volumen de flujo (Servicio Hidráulico Industrial, 2020).

CAPÍTULO 3

OPTIMIZACIÓN

La optimización es la acción de desarrollar una actividad lo más eficientemente posible, es decir, con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible. En general, implica lograr el mejor funcionamiento de algo, usando de la mejor forma los recursos (Guillermo Westreicher, 2020).

3.1 Fiabilidad de repuestos

El diseño de equipos y productos siempre ha sido motivado por una necesidad que satisfacer o por una oportunidad de negocio detectada. El enfoque tradicional hacia el diseño no ha garantizado el logro de los objetivos perseguidos, en parte debido a fallos en los equipos, ya sea por deficiencias en su diseño o por la ineficacia de los planes de mantenimiento (Rodríguez-Candela, A. S., & Yacobi, F. J. R, 2011).

3.2 Factores que influyen en la fiabilidad de los repuestos:

3.2.1 Calidad del material

Los materiales de alta calidad presentan resistencia mayor a la corrosión, la fatiga y el desgaste. Esto significa que los repuestos fabricados en base a una alta calidad tendrán una vida útil más larga, con lo cual tendrán menos reemplazos, lo que se traduce en una mayor fiabilidad al utilizarlos en los sistemas hidráulicos de los activos.

Es crucial que las mangueras hidráulicas sean de buena calidad debido a varias razones fundamentales. En primer lugar, una manguera hidráulica de calidad inferior puede presentar fallas y fugas. Esto compromete la integridad del sistema hidráulico. Una fuga de fluido a alta presión puede causar daños a los componentes, generar pérdida de energía y, en casos extremos, incluso provocar accidentes graves. Por lo tanto, utilizar mangueras de calidad garantiza la seguridad y la confiabilidad del sistema (Kike, 2023).

3.2.2 Compatibilidad

Los repuestos deben ser compatibles con los equipos originales para asegurar un funcionamiento adecuado. La falta de compatibilidad puede causar fallos prematuros. Los

repuestos fabricados con materiales de alta calidad son más compatibles con los sistemas existentes, lo que facilita su integración y reduce los problemas de adaptación.

Antes de seleccionar un componente hidráulico, se debe conocer los requisitos del sistema, como la presión, el caudal, la altura, la potencia y la eficiencia. Estos parámetros determinarán el tamaño, a su vez hay que tener en consideración factores ambientales, como la temperatura, altitud, humedad, que pueden afectar al rendimiento y la durabilidad de los componentes.

3.2.3 Proveedores confiables

Las empresas son conscientes de que garantizar productos de calidad y servicios acordes con las exigencias del cliente no solamente es posible con la optimización de sus procesos internos, sino que deben incluir los procesos externos relacionados con las entradas de materiales e insumos a la entidad. Contar con proveedores confiables permite un buen desempeño del proceso en general (Osorio. 2024).

El hecho de contar con un proveedor que disponga de un amplio catálogo de productos y una gran capacidad para personalizar soluciones para necesidades específicas es esencial para garantizar la calidad, fiabilidad y alta productividad de los equipos.

3.3 Ensayos

3.3.1 Insumos para la realización de ensayos

Tabla 3.1: Insumos para la realización de ensayos

INSUMO	ILUSTRACIÓN
Analizador de partículas	 <p data-bbox="1034 1915 1214 1951">Fuente: Autor</p>

Viscosímetro



Máquina de compresión



Microscopio



3.3.2 Ensayo de Analizador de partículas

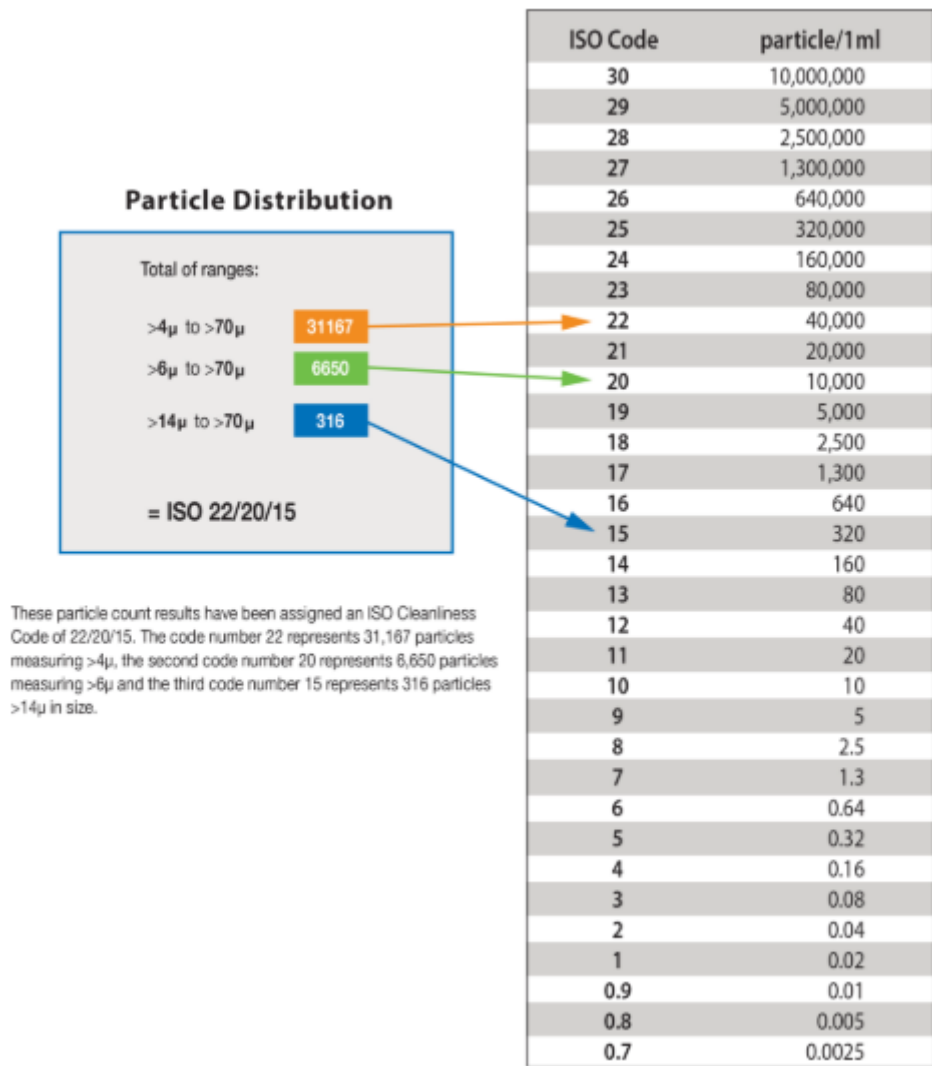
La tecnología de conteo de partículas es utilizada para el control del grado de limpieza de fluidos, permite identificar la magnitud de las deficiencias y excesivos desgastes en máquinas con el fin de evitar eventuales fallos. Los analizadores de partículas evalúan la contaminación de las partículas sólidas en líquidos, controlan la eficiencia de los filtros y el grado de limpieza (Pamas, 2024).

Al realizar el ensayo de contador de partículas podemos apreciar en las tablas 3.2 y 3.3 los valores referentes a tamaño de partículas, cuentas acumuladas, diferenciales, En el aceite Azolla ZS68 nuevo se presenta el código correspondiente al nivel de contaminación de partículas 21/21/21

El código del nivel de contaminación consta de tres números de escala 1° / 2° / 3° (acorde a la tabla 3.2), los mismos que diferencian el tamaño de partícula y la propagación, según lo siguiente:

- Primera escala: representa el número de partículas mayores o iguales a 4 micrómetros por 10 ml.
- Segunda escala: número de partículas mayor o igual a 6 micrómetros por 10 ml.
- Tercera escala: número de partículas mayor o igual a 14 micrómetros por 10 ml.

Tabla 3.2: Código de Limpieza ISO



Fuente: Analysts

Acorde a la Tabla 3.3 el aceite nuevo tiene una cierta cantidad de contaminantes, La presencia de partículas en el aceite nuevo sugiere que el aceite no está completamente limpio desde el inicio. Esto genera un indicio de que hay un problema en el proceso de fabricación, almacenamiento o manejo del aceite antes de su uso.

Tabla 3.3: Resultados del contador de partículas Azolla ZS68 nuevo

Análisis de partículas aceite Azolla ZS68 Nuevo		
Tamaño	Cuentas acumuladas	Dif
4 μm (C)	186929,7	7079,3
6 μm (C)	179850,3	19818,7
10 μm (C)	160031,7	19480,3
14 μm (C)	140551,3	26635,3
21 μm (C)	113916,0	16465,3
25 μm (C)	97450,7	40886,7
38 μm (C)	56564,0	39375,7
70 μm (C)	17188,3	17188,3

En el aceite Azolla ZS68 correspondiente a las 1,500 horas de trabajo presenta el código 22/22/21 significa que, en una muestra de 10 ml, se halló lo siguiente:

Entre 20,000 y 40,000 partículas mayores o iguales a 4 micrómetros.

Entre 20,000 y 40,000 partículas mayores o iguales a 6 micrómetros.

Entre 10,000 y 20,000 partículas mayores o iguales a 14 micrómetros.

Tabla 3.4: Resultados del contador de partículas Azolla ZS68 1500 horas de trabajo

Análisis de partículas aceite Azolla ZS68 1500 horas de trabajo		
Tamaño	Cuentas acumuladas	Dif
4 μm (C)	307606,3	30121,7
6 μm (C)	277484,7	71241,7
10 μm (C)	206243,0	57693
14 μm (C)	148550	60821,3
21 μm (C)	87728,7	28560,3
25 μm (C)	59168,3	42025,3
38 μm (C)	17143,0	13349,0
70 μm (C)	3794,0	3794,0

3.3.3 Ensayo de medición de Viscosidad

Aquel método mide el tiempo necesario en que una cantidad definida de fluido fluya a través de un capilar con un diámetro y longitud conocidos.

La viscosidad de los fluidos newtonianos puede determinarse de manera más precisa mediante viscosímetros capilares (Cimatec, 2019).

A continuación, se observa la ficha técnica del aceite hidráulico Azolla ZS68 con la cual relacionamos los datos obtenidos por el viscosímetro (Tabla 3.4).

Tabla 3.5: Ficha técnica del aceite hidráulico Azolla ZS68

CARACTERÍSTICAS	MÉTODOS	UNIDADES	AZOLLA ZS						
			10	22	32	46	68	100	150
Aspecto (visual)	Interno/ASTM	-	Líquido límpido						
Densidad a 15 °C	ISO3675/D4052	kg/m ³	846	866	875	880	884	888	892
Viscosidad a 40 °C	ISO3104/D445	mm ² /s	10	22	32	46	68	100	150
Viscosidad a 100 °C	ISO3104/D445	mm ² /s	2,6	4,4	5,4	6,8	8,7	11,2	14,5
Índice de viscosidad	ISO2909/D2270	-	100	102	102	100	100	100	97
Punto de inflamación Cleveland	ISO2592/D92	°C	170	221	227	232	242	254	268
Punto de congelación	ISO3016/D97	°C	- 33	- 30	- 27	- 27	- 18	- 18	- 18
Filtrabilidad 0.8 μ sin agua	NF E 48-690	Índice (IF)	1	1	1	1.02	1.01	1.05	1.05
Filtrabilidad 0.8 μ con agua	NF E 48-691	Índice (IF)			1.5	1.5	1.5		

Fuente: Oil super

Tabla 3.6: Resultados viscosímetro, Aceite Azolla ZS68

Aceite hidráulico Azolla ZS68 Nuevo		
Características	40 °C	77 °C
Constante	0,135 mm ² /s ²	0,135 mm ² /s ²
Densidad	2,2986 g/cm ³	4,3673 g/cm ³
Tiempo promedio	193,1 s	139,3 s
Viscosidad	68,69 mm ² /s	18,81 mm ² /s
Viscosidad dinámica	157,87 mPa.s	82,11 mPa.s

Tabla 3.7: Resultados viscosímetro, Aceite Azolla ZS68 1500 horas de trabajo

Aceite hidráulico Azolla ZS68 1500 HRS		
Características	40 °C	77 °C
Constante	0,135 mm ² /s ²	0,135 mm ² /s ²
Densidad	2,2986 g/cm ³	4,3673 g/cm ³
Tiempo promedio	178,94 s	121 s
Viscocidad	64,36 mm ² /s	16,34 mm ² /s
Viscocidad dinámica	137,04 mPa.s	71,32 mPa.s

Al realizar la comparación de las tablas 3.5 y 3.6 se observa la disminución de la viscosidad de 68,69 mm²/s (aceite nuevo) a 64,36 mm²/s (aceite correspondiente a las 1500 horas de trabajo) a los 40°C, indica que el aceite ha experimentado degradación durante su uso. Esto es común debido a la oxidación, la contaminación y la pérdida de aditivos que pueden ocurrir con el tiempo y el uso, a su vez a la temperatura de 77°C el ensayo de viscosidad da a conocer que existe una disminución de 18,81 mm²/s (aceite nuevo) a 16,34 mm²/s (aceite correspondiente a las 1500 horas de trabajo), la disminución no es significativa en cuanto a cifras lo que significa que el aceite mantiene gran parte de sus propiedades.

3.3.4 Ensayo de compresión

El ensayo de compresión determina el comportamiento de un material bajo cargas de aplastamiento aplicadas y, por lo general, se realizan aplicando presión de compresión a una muestra de prueba utilizando placas o accesorios especializados en una maquina universal de ensayos. Durante la prueba, varias propiedades del material se calculan y trazan como un diagrama de tensión-deformación que se utiliza para determinar cualidades tales como límite elástico, límite proporcional, punto de deformación, límite de fluencia y, para algunos materiales, resistencia a la compresión (Instron, 2024).

Para obtener una ponderación de criterios, es necesario considerar las opciones y el peso relativo de sus variables. En este caso, se tienen tres opciones con cinco variables.

Tabla 3.8: Opciones de repuestos a utilizar (Retén de aceite hidráulico)




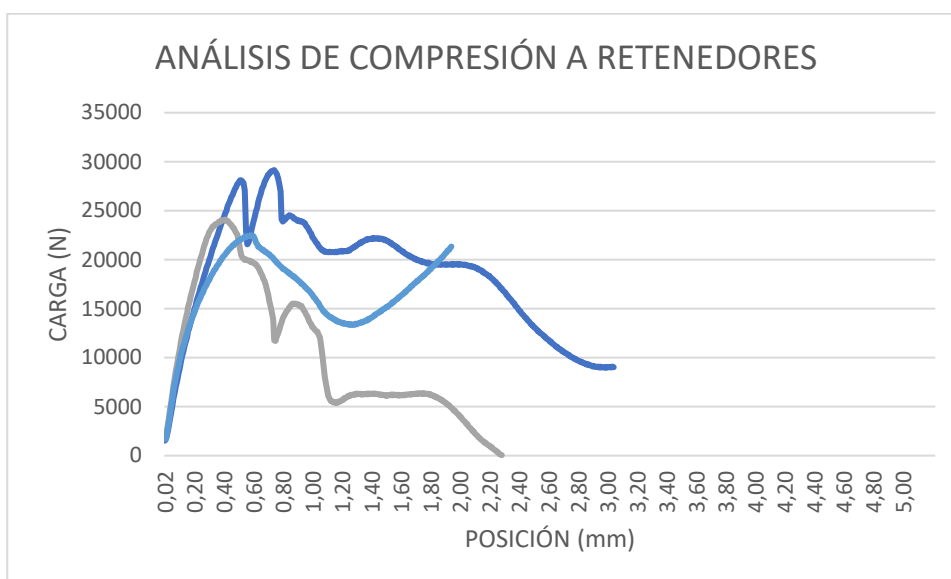
ALTERNATIVAS	VARIABLES
<p data-bbox="389 315 727 344">Retenedor SKF 50x80x8</p>  A black, cylindrical hydraulic oil seal with a central bore and a raised lip on the outer edge, resting on a metallic surface.	<ul data-bbox="884 719 1295 904" style="list-style-type: none">• Costo final• Carga máxima• Resistencia a la temperatura• Deformación• Disponibilidad
<p data-bbox="389 770 727 799">Retenedor LYO 50x80x8</p>  A black, cylindrical hydraulic oil seal, similar in design to the SKF seal, resting on a metallic surface.	
<p data-bbox="389 1211 727 1240">Retenedor SOG 50x80x8</p>  A reddish-brown, cylindrical hydraulic oil seal with a central bore and a raised lip, resting on a metallic surface.	

Figura 3.1: Análisis de compresión a retenedores de aceite hidráulico



La línea azul representa el retenedor SKF en el cual aparecen fisuras prominentes a los 27kN, puede seguir trabajando a pesar de presentar fisuras su carga máxima es de 29 kN, en el cual presenta una deformación de 3 mm en donde falla totalmente. Aunque llega a su carga máxima puede seguir trabajando a pesar de presentar fisuras, conlleva a que comience a ocurrir una pequeña fuga de aceite.

La línea celeste representa el retenedor LYO, el cual presenta una resistencia de 24 kN, la cual es menor a comparación del retenedor SKF, dicho retén presentará fugas de aceite a partir de los 2,2 mm de deformación.

La línea gris representa el retenedor SOG el cual llega hasta 22 kN y presenta una fractura seca, aquel retén presentará fugas a partir de 1,2 mm de deformación.

A continuación, se presenta una tabla de selección mediante criterio ponderado de los retenedores candidatos para hacer uso del componente, se asigna una ponderación del 1 al 10 siendo 1 como desfavorable y 10 como favorable.

Tabla 3.9: Selección de criterios evaluados con ponderación (Retén de aceite hidráulico)

RETENEDORES				
Variables	Peso relativo (%)	Opciones		
		SKF	LYO	SOG
Valor final	35	7	8	6
Carga máxima	25	7	5	4
Resistencia a la temperatura	15	6	3	8
Deformación	15	5	4	3
Disponibilidad	10	7	8	9
Puntuación total		6,55	5,9	5,65

En cuanto a resistencia a altas temperaturas el retenedor SKF destaca debido a su calidad de material de FKM (Fluoroelastómero) el cual tiene una excelente resistencia a altas temperaturas, generalmente entre -20°C y 200°C, a su vez acorde con la figura 3.1 presenta mayor resistencia a la carga y la deformación al someterlo a ensayos de compresión.

3.3.5 Ensayo de porosidad

El ensayo de porosidad determina el tamaño de partículas máximo que pueden pasar a través del papel filtrante, el filtro que retiene partículas que sean de mayor medida presenta una filtración óptima.

Tabla 3.10: Alternativas de repuestos a utilizar (Filtro interno del tanque)

OPCIONES	VARIABLES
<p>Filtro JS-4008 (JESON) HF6084</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo final • Capacidad de retención de contaminantes • Material • Disponibilidad

Filtro DONALDSON P550484



-Filtro Donalson

Figura 3.2: Procesamiento digital en Matlab filtro Donaldson

Imagen Original

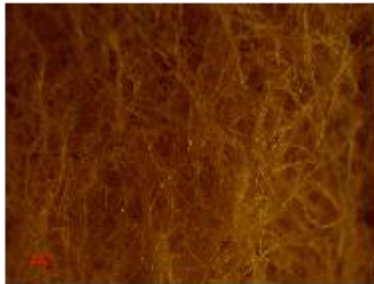


Imagen en Escala de Grises

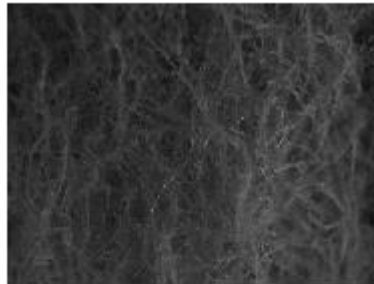


Imagen Binarizada

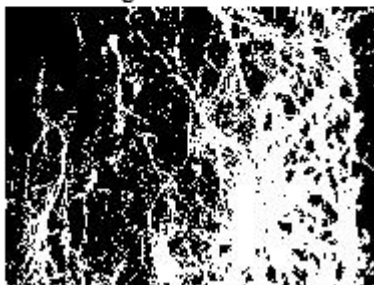
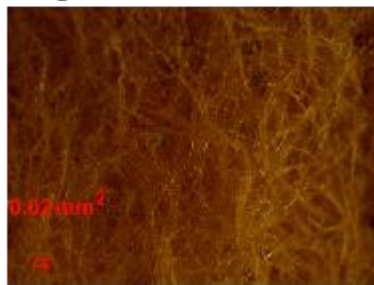
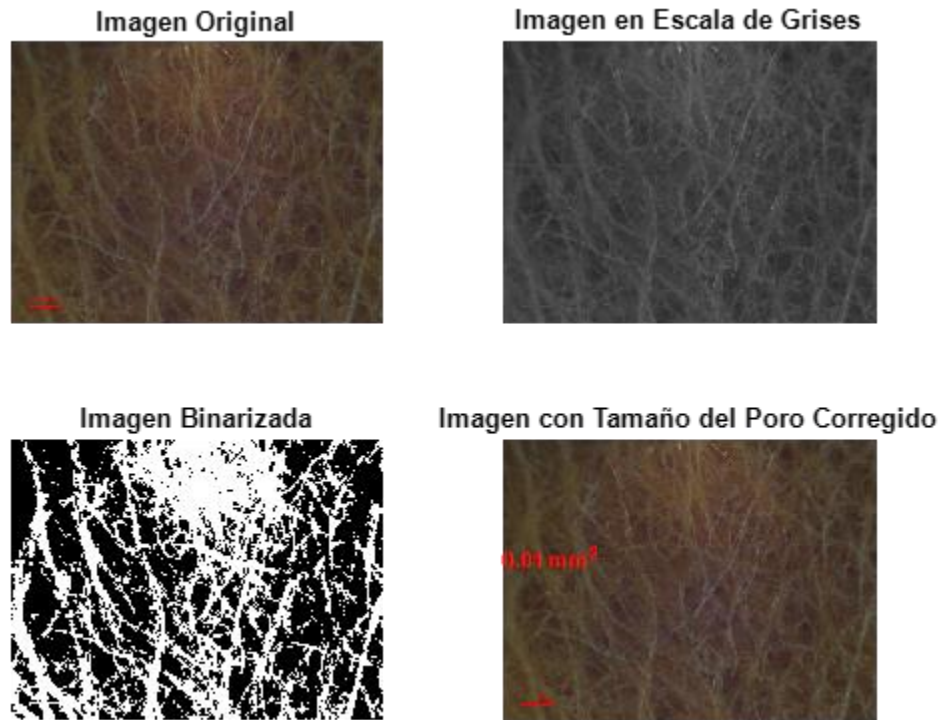


Imagen con Tamaño del Poro



-Filtro JS

Figura 3.3: Procesamiento digital en Matlab filtro JS



Mediante un algoritmo aplicado a la imagen al hacer uso de la herramienta Matlab se obtuvo un procesamiento digital de las muestras (Juan José Molina, 2024).

A partir de la referencia se denota el valor del poro de $0,01 \text{ mm}^2$ en el filtro JS (JESON), con respecto al filtro Donaldson el cual presenta un valor de $0,02 \text{ mm}^2$, por ende, el mejor es el filtro JS en cuanto a capacidad de retención de contaminante.

A continuación, se presenta una tabla de selección por criterio ponderado de los filtros internos del tanque candidatos para hacer uso del componente, se asigna una ponderación del 1 al 10 siendo 1 como malo y 10 como bueno.

Tabla 3.11: Selección de criterios evaluados con ponderación (Filtro interno del tanque)

FILTRO INTERNO DEL TANQUE			
Variables	Peso relativo (%)	Opciones	
		JESON	DONALDSON
Costo final	40	7	5
Capacidad de retención de contaminantes	25	8	7
Material	20	7	8
Disponibilidad	15	6	6
Puntuación total		7,1	6,25

Como resultado se obtiene que la mejor alternativa es el filtro hidráulico JESON ya que presenta un costo asequible, a su vez presenta una mayor capacidad de retención de contaminantes de 0,01 mm², con respecto al filtro Donaldson.

3.4 Análisis de costos

3.4.1 Costo

Se define como un valor, en términos monetarios, que se incurre para producir un bien o brindar un servicio (Javier Sánchez Galán, 2016).

3.4.2 Presupuesto

Se entiende por presupuesto a un análisis sistemático que analiza el futuro y presente de un proceso productivo y financiero de una empresa, calculando los input y output de los recursos, siendo los recursos dinero, tiempo, materiales, uso de maquinaria y de espacio, entre otros (Javier Sánchez Galán, 2016).

Un presupuesto hace referencia a la cantidad de dinero que se necesita para hacer frente a cierto número de gastos necesarios para acometer un proyecto. De tal manera, se puede definir como una cifra anticipada que estima el coste que va a suponer la realización de dicho objetivo (Javier Sánchez Galán, 2016).

3.4.3 Costo personal involucrado

Se denota el valor de mano de obra por hora, de los trabajadores implicados, entre los cuales están jefe de mantenimiento, auxiliar de mecánico

Tabla 3.12: Análisis del costo del personal involucrado

Empleado	Salario	Jornada	Costo (h/h)
Técnico mecánico	\$ 1.500,00	\$ 71,43	\$ 8,93
Auxiliar mecánico	\$ 526,00	\$ 25,05	\$ 3,13

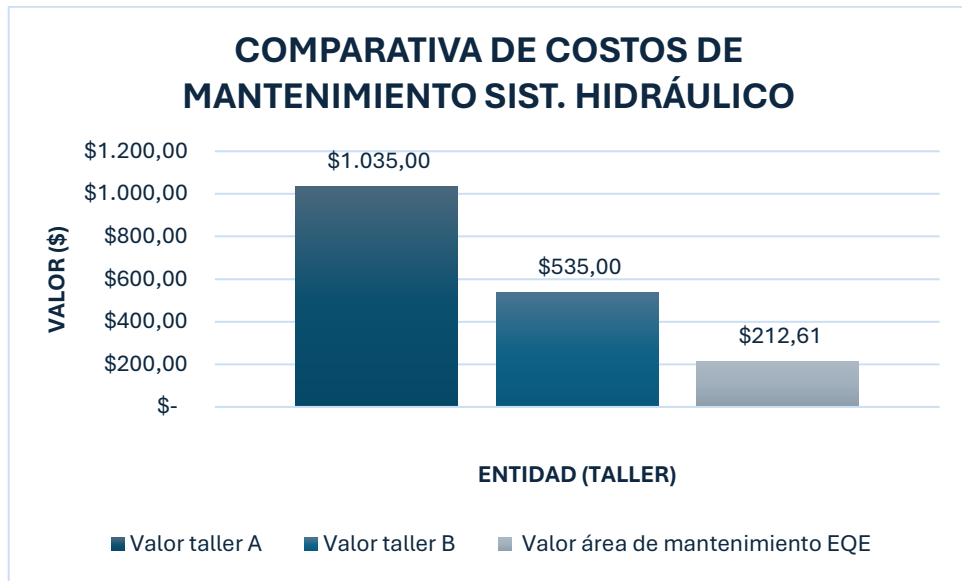
3.4.4 Comparación de la importancia del área de mantenimiento en la empresa

En la tabla 3.13 se evidencia los trabajos de mantenimiento preventivo con respecto a los sistemas hidráulicos, se realiza una comparativa que involucra valores de talleres externos vs el área de mantenimiento de Equipo Petrolero S.A Equipetrol.

Tabla 3.13: Análisis comparativo de mantenimiento al sistema hidráulico

Ítem	Trabajo a realizar	Valor taller A	Valor taller B	Valor área de mantenimiento EQE
1	Reemplazo de filtro hidráulico Palfinger	\$ 15,00	\$ 20,00	\$ 8,93
2	Cambio de mangueras de grúa	\$ 250,00	\$ 80,00	\$ 72,36
3	Diálisis aceite hidráulico ZS 68	\$ 150,00	\$ 40,00	\$ 36,18
4	Engrase de grúa	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 12,06
5	Reemplazo de filtro interno del tanque	\$ 20,00	\$ 15,00	\$ 4,47
6	Cambio de filtro de respiradero	\$ 5,00	\$ 20,00	\$ 1,57
7	Cambio de aceite al camión (Mantenimiento preventivo)	\$ 80,00	\$ 60,00	\$ 3,13
8	Engrase general al camión	\$ 25,00	\$ 20,00	\$ 1,57
9	Montaje de PTO	\$ 180,00	\$ 100,00	\$ 24,12
10	Reemplazo de bomba hidráulica	\$ 250,00	\$ 120,00	\$ 48,24
	Total	\$ 1.035,00	\$ 535,00	\$ 212,61

Figura 3.4: Ilustración del análisis comparativo de mantenimiento al sistema hidráulico



3.4.5 Costo anual plan de insumos

En la tabla 3.14, se tiene en cuenta los insumos más utilizados en el proceso de mantenimiento, como productos de limpieza, grasas, aceites, filtros, repuestos en general. Se observa el precio unitario de cada insumo, acompañado de su codificación y la frecuencia uso de cada producto para ejecutar el mantenimiento en el periodo de 1 año (2000 horas de trabajo).

Tabla 3.14: Evaluación anual del costo de los insumos desde un punto de vista económico

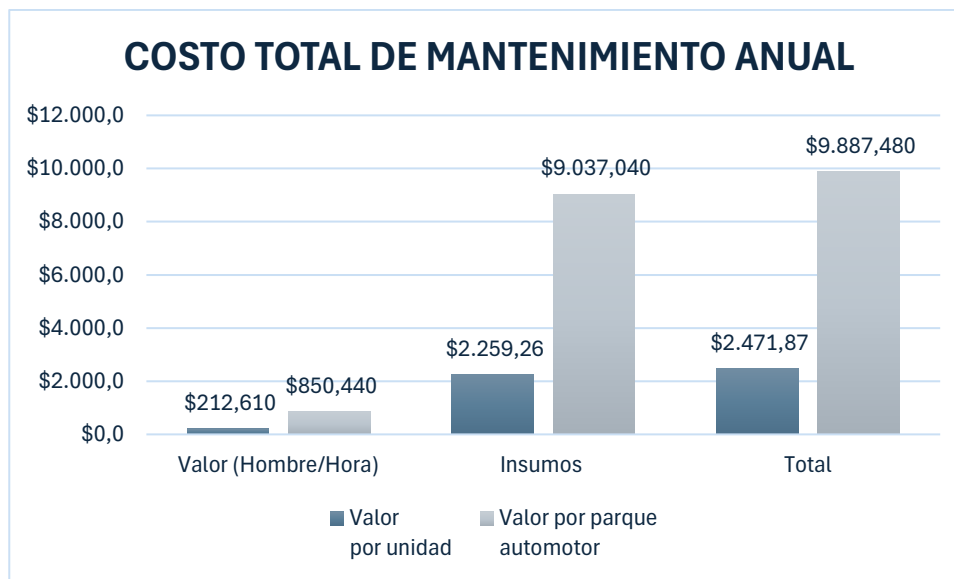
TABLA DE INSUMOS					
Frecuencia(horas)	Insumo	Valor	Cantidad	Número de trabajos anuales	Valor por vehículo
1000	Filtro Hidráulico Palfinger EA 4923	\$ 36,88	1	2	\$ 73,76
20000	Manguera Eaton Petroleum/Oil suction	\$ 56,39	6	1	\$ 338,34
1000	Aceite Hidráulico ZS68	\$ 11,11	25	1	\$ 277,75
1000	Grasa Chevron Moly	\$ 3,45	35	2	\$ 241,50
1000	Filtro interno del tanque	\$ 13,65	2	2	\$ 54,60
2000	Filtro de respiradero	\$ 16,07	1	1	\$ 16,07
250	Aceite TOTAL 15W40	\$ 12,30	6	8	\$ 590,40
250	Filtro de Aceite	\$ 22,30	1	8	\$ 178,40
250	Filtro de combustible primario	\$ 13,36	1	8	\$ 106,88
250	Filtro de combustible secundario	\$ 3,94	1	8	\$ 31,52
500	Filtro de aire primario	\$ 15,88	1	4	\$ 63,52
500	Filtro de aire secundario	\$ 40,86	1	4	\$ 163,44
En cada intervención	Kit de absorbentes	\$ 0,45	5	4	\$ 9,00
En cada intervención	Brocha 2"	\$ 1,69	1	2	\$ 3,38
En cada intervención	Guantes de nitrilo	\$ 12,50	1	7	\$ 87,50
En cada intervención	Lentes de seguridad claras	\$ 5,80	1	4	\$ 23,20
Total					\$ 2.259,26

3.4.6 Costo de mantenimiento anual

Tabla 3.15: Evaluación del costo de mantenimiento anual al sistema hidráulico

Costo total de mantenimiento anual	Valor por unidad	Valor por parque automotor
Valor (Hombre/Hora)	\$ 212,610	\$ 850,440
Insumos	\$2.259,26	\$ 9.037,040
Total	\$2.471,87	\$ 9.887,480

Figura 3.5: Costo total de mantenimiento anual al sistema hidráulico



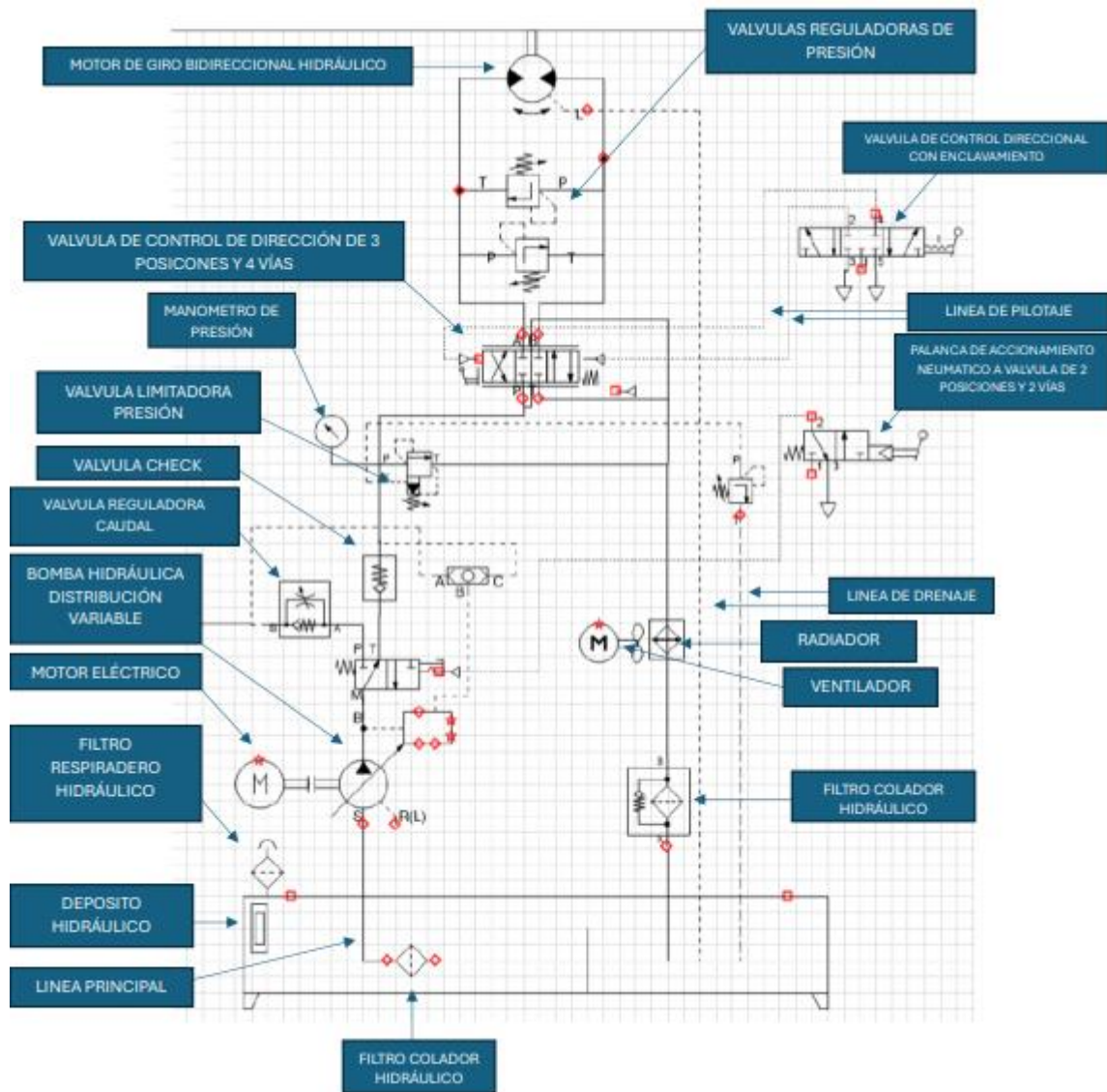
CAPÍTULO 4

GUÍA DE MANTENIMIENTO

4.1 Configuración del sistema hidráulico de la unidad Slickline

En la figura 4.1 se denota los componentes de la unidad Slickline con lo cual se proporciona una representación visual clara de cómo están conectados y funcionan los componentes del sistema hidráulico.

Figura 4.1: Esquema del sistema hidráulico de la unidad Slickline.



4.2 Directrices Generales

La elaboración de la presente guía de mantenimiento tiene la finalidad de servir como referencia en caso de que exista complicaciones en el funcionamiento del sistema. El presente documento se lo hará llegar al personal de mantenimiento para que brinden su debido soporte.

Se debe considerar que el personal de mantenimiento debe contar con el correcto Equipo de protección personal (EPP), para minimizar riesgos de accidentes, a su vez para realizar trabajos en el sistema hidráulico se deberá contar con un kit de contingencia en caso de derrame de aceite.

4.3 Inspecciones.

El monitoreo visual del sistema hidráulico en las unidades Slickline es una tarea fundamental para garantizar el correcto funcionamiento de las unidades y prevenir fallos. Por lo cual, se lleva a cabo una revisión minuciosa a todos los elementos que conforman el sistema.

4.3.1 Inspección visual.

Se realiza una revisión visual al sistema para lograr descartar irregularidades que puedan presentarse debido a varios factores.

Primero se debe verificar el nivel de aceite hidráulico mediante la mirilla del depósito, rellenar en caso de ser necesario.

Segundo se realiza la revisión del estado exterior, que los componentes externos como carcasas, mangueras no presenten grietas, abolladuras o corrosión. Asegurarse de que las conexiones y pernos de sujeción estén bien ajustados y libres de fugas.

Tercero se verifica si hay fugas de aceite en las juntas (empaques), sellos y conexiones hidráulicas.

Aunque no está definida como inspección visual, al escuchar un ruido anormal del sistema en funcionamiento es indicio de desgaste interno.

4.3.2 Inspección técnica

La inspección técnica se realiza únicamente en caso de tener un desperfecto que afecte significativamente a las operaciones y debe ser efectuada por personas capacitadas. Esto se produce por varias razones, entre las cuales están que el sistema hidráulico presente ruidos anormales o en su defecto no se produzca su encendido, por ende, se debe consultar la guía de mantenimiento para realizar acciones de solución

4.4 Instrucciones de mantenimiento

Llevar a cabo el proceso de mantenimiento bajo las siguientes condiciones:

- El motor de la unidad debe estar apagado, cerciorarse de que no se pueda encender.
- Accionar los frenos de estacionamiento mediante el freno de mano.
- La unidad debe estar inmovilizada antes de ejecutar acciones de reparación de la grúa.
- Realizar el mantenimiento en una superficie plana y estable.
- Prohibido realizar ajustes o reparaciones mientras el motor esté en funcionamiento.
- Evite realizar reparaciones que no comprenda, haga uso de las herramientas adecuadas.

- Encienda el motor desde el habitáculo del vehículo, no realizar un puente que relacione desde el motor de arranque directamente hacia las baterías, debido a que puede presentar desperfectos en el sistema eléctrico de la unidad.
- Para realizar trabajos en cuanto al sistema hidráulico la llave de paso del conducto por el cual fluye el líquido hidráulico debe estar totalmente cerrado.

4.5 Mantenimiento preventivo: indicios de fallos y método de actuación

4.5.1 Cambio de filtro hidráulico Palfinger EA4923

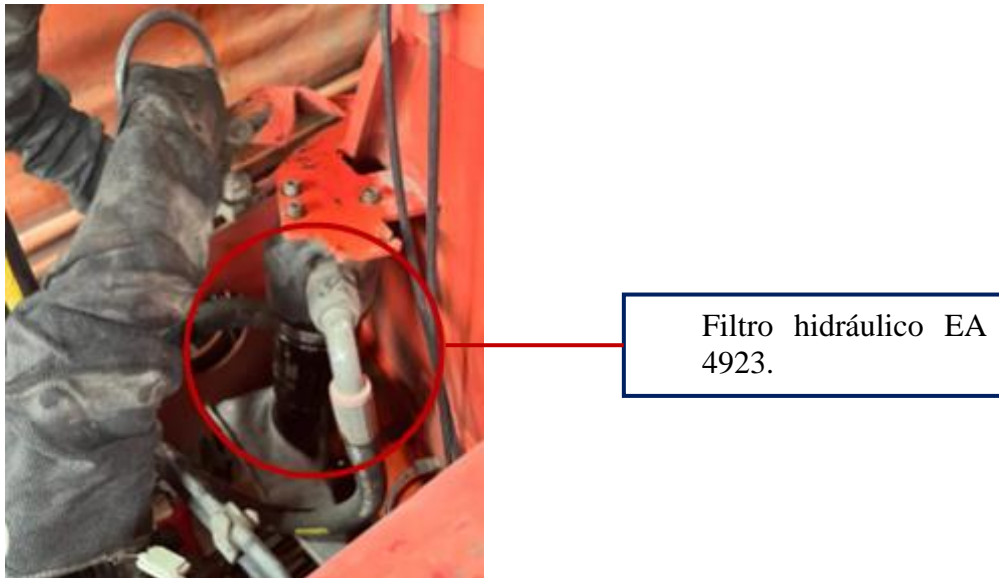
No cambiar el filtro hidráulico de la grúa Palfinger presenta varios efectos negativos en el funcionamiento y la vida útil del equipo. Algunos de estos efectos incluyen:

- Los filtros hidráulicos están diseñados para atrapar partículas y contaminantes presentes en el fluido hidráulico. Si el componente no se cambia regularmente, las partículas pueden acumularse y obstruir el flujo de fluido.
- Al estar obstruido el filtro provoca aumento de presión en el sistema hidráulico, lo que desemboca en fugas, roturas de mangueras, etc.
- La presencia de partículas y contaminantes en el sistema ocasiona un mayor desgaste en los componentes del sistema, como las bombas, válvulas y cilindros hidráulicos.

PROCEDIMIENTO

1. Se localiza la ubicación del filtro de la grúa.
2. A continuación, con ayuda de una llave de tubo se procede a desenroscar el protector metálico, el cual contiene al filtro.

Figura 4.2: Ubicación del filtro hidráulico de retorno de la grúa (EA4923).



3. Una vez desenroscado se extrae el protector del filtro al halarlo hacia abajo.
4. A continuación, se levanta el filtro del protector para cambiarlo por el repuesto nuevo.

Figura 4.3: Filtro palfinger.



5. Una vez que tenga el repuesto nuevo, se coloca el filtro en orden inverso al proceso de desmontaje.

Figura 4.4: Colocación del filtro hidráulico Palfinger.



4.5.2 Engrase general de la grúa Palfinger PK23500

Si no se realiza el engrase y lubricación de manera apropiada, el equipo experimenta diversas problemáticas, como:

- La fricción produce calor, lo que desemboca en un sobrecalentamiento de los componentes, lo cual tiende a malograr las piezas de la grúa.
- Al no realizar el engrase los sellos tienden a desgastarse de manera prematura, provocando fugas de aceite hidráulico y pérdida de presión en el sistema.
- Las secciones telescópicas pueden no extenderse lo que repercute de manera negativa a la precisión y la capacidad de levantamiento de la grúa.

PROCEDIMIENTO

1. Se coloca a la unidad con grúa articulada en una superficie plana y estable.

Figura 4.5: Despliegue de la grúa



2. Encender el vehículo para accionar la toma de fuerza, para accionar el PTO, se oprime el interruptor, a continuación, se oprime el pedal de embrague para hallar la palanca de accionamiento del PTO.
3. En la cabina del operador se debe asegurar que la presión del fluido vaya hacia la grúa (En caso de que no lo esté, mover la palanca que se encuentra en el panel de mandos de la cabina del operador).
4. Se identifican los puntos de engrase alrededor del componente, por consiguiente, se acciona la grúa a conveniencia de los puntos de engrase al que se les va a aplicar grasa.
5. Se realiza el proceso de engrase con la ayuda de una brocha de 2" en las superficies de deslizamiento de extensiones de los estabilizadores.
6. Se conecta la boquilla de la engrasadora al punto de engrase (Figura 4.6).
7. Se bombea la grasa hasta que la misma se desprenda por las juntas, esto nos indica que el área está correctamente engrasada.

Figura 4.6: Proceso de engrase de la grúa



Punto de engrase,
del cilindro de
empuje.

7. Se retira la boquilla del punto de engrase, se limpia el exceso de grasa con un paño con lo cual se evitará contaminaciones.

4.5.3 Proceso de diálisis al sistema hidráulico de la unidad

El proceso de diálisis es indispensable en la unidad Slickline ya que al realizar esta práctica se eliminan partículas sólidas que pueden causar desgaste abrasivo en los componentes del sistema, como válvulas, bomba hidráulica, cilindros, etc.

A su vez elimina la presencia de agua la cual al estar presente en el sistema causa corrosión y degradación del fluido hidráulico. Al no realizar el procedimiento de diálisis al sistema hidráulico genera diferentes problemáticas como:

- Las partículas sólidas (polvo, limalla, residuos) se acumulan en el fluido hidráulico, lo cual causa obstrucciones y desgaste en componentes críticos.
- Al no realizar el proceso de diálisis genera la acumulación de agua en el sistema, lo que influye directamente a la corrosión interna y la degradación del aceite hidráulico.
- Sin la eliminación de contaminantes, el aceite tiende a oxidarse de manera premeditada, perdiendo sus propiedades lubricantes y protectoras.

PROCEDIMIENTO

1. Se procede a desapretar el tapón inferior del depósito de aceite con ayuda de la llave de tubo de 14", para proceder a conectar la máquina de diálisis

Figura 4.7: Ubicación de tapón inferior



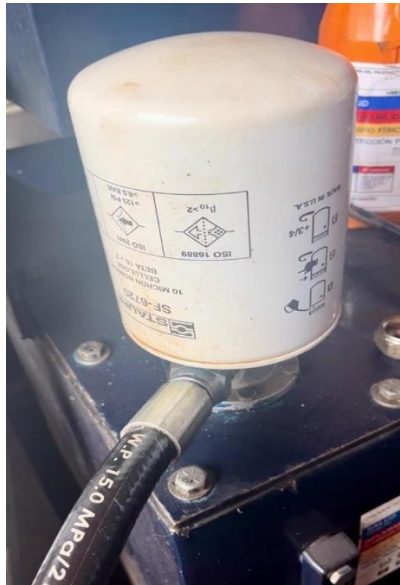
2. Una vez que el tapón inferior esta libre se conecta la manguera de succión al depósito de aceite hidráulico haciendo uso de la llave de tubo de 14”.

Figura 4.8: Conexión de manguera de succión



3. Se procede a quitar el tapón ubicado junto al filtro de respiradero para que con ayuda de la llave de tubo de 14” se conecte la manguera de retorno al depósito de aceite.

Figura 4.9: Conexión de manguera de retorno



4. Se conecta la máquina de diálisis a una toma de corriente de 110 V, se procede a abrir la llave de paso de la parte inferior del depósito de aceite con lo cual se procede al encendido de esta accionando la tecla ENCENDER que esta ubicada en el panel de accionamiento, el procedimiento de diálisis tarda al menos 2 horas en el cual el aceite hidráulico circulará realizando la eliminación de contaminantes mediante los filtros que contiene la máquina.

Figura 4.10: Máquina de diálisis



5. Una vez que el proceso termina se procede a oprimir la tecla APAGAR, se desconecta las mangueras en orden inverso al proceso de conexión y se coloca los tapones para cellar el componente.

4.6 Mantenimiento correctivo: indicios de fallos y método de actuación

4.6.1 Procedimiento mantenimiento correctivo de PTO

Si no se ejecuta el mantenimiento de manera apropiada y acorde al plan establecido se puede experimentar diversas problemáticas, como:

- Con el tiempo los engranajes, piñones y rodamientos internos se desgastan debido a la fricción y el uso constante. Si no se realiza el mantenimiento adecuado, este desgaste termina en fallos mecánicos.
- Las juntas y retenedores del PTO se deterioran, causando fugas de aceite hidráulico, lo que reduce la eficiencia del sistema.
- Una toma de fuerza dañada debido al uso intenso a través de un tiempo considerado no transfiere potencia del motor hacia los componentes auxiliares de manera eficiente, lo que afecta el rendimiento del Sistema hidráulico.

PROCEDIMIENTO

1. Se detecta la ubicación de la toma de fuerza, para lo cual se la debe separar de la bomba hidráulica, se procede a quitar el acople neumático con la llave mixta N14.

Figura 4.11: Remoción el acople neumático



Acople neumático de la toma de fuerza.

2. Se procede a remover las 4 tuercas que sujetan a la bomba hidráulica con la llave mixta N17, (Figura 4.15).

3. Al momento de quitar los pernos de sujeción se recomienda sujetar la bomba con una cuerda de modo en que la misma se encuentre perpendicular con lo cual evitará ligueos por el eje principal de la bomba.
4. Se extrae las tuercas (2 tuercas) que sujetan la toma de fuerza con la llave mixta N17, con lo cual se procede a extraer el PTO de la base que lo contiene.

Figura 4.12: Remoción tuercas que sujetan el PTO



Tuercas de sujeción de la toma de fuerza.

5. Se procede a extraer el retén de la toma de fuerza, haciendo uso de una pinza para extraer el anillo seeger, con lo cual el retén se desprenderá del componente.

Figura 4.13: Toma de fuerza (PTO)



6. Reemplazar el retén por un repuesto nuevo, realizar limpieza general del componente y colocarlo en orden inversa al proceso de desmontaje.

4.6.2 Reemplazo de bomba hidráulica

Si no se ejecuta el mantenimiento de manera apropiada y acorde al plan establecido se puede experimentar diversas problemáticas, como:

- Desgaste de los componentes internos como engranajes y pistones, fugas internas debido a sellos desgastados, o fugas externas en las conexiones y tuberías debido al uso intenso.
- Fugas del fluido hidráulico debido a sellos desgastados, conexiones (mangueras) sueltas o mal ajustadas, o daño en la carcasa de la bomba.
- Calentamiento excesivo de la bomba por falta de lubricación, fricción interna excesiva debido a funcionamiento continuo a alta presión sin enfriamiento adecuado.

PROCEDIMIENTO

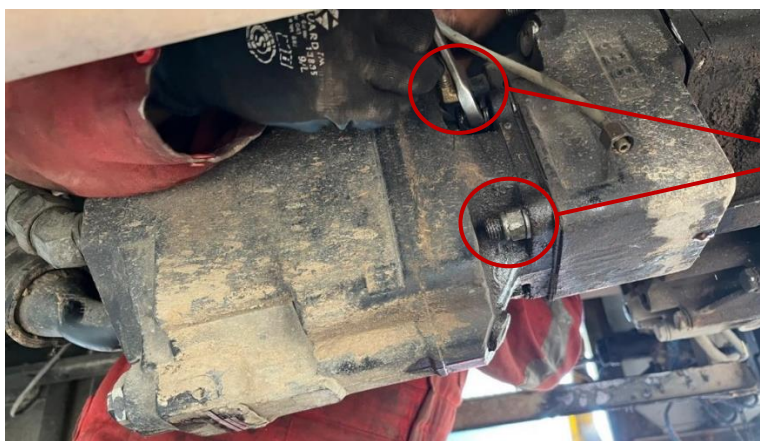
1. Se procede a cerrar la llave de paso de aceite hidráulico, con lo que no se derramará en grandes cantidades al extraer la manguera principal de caudal.

Figura 4.14: Llave de paso de aceite hidráulico



2. Se procede a quitar el acople neumático el cual está conectado a la bomba con la llave mixta N14.
3. Se procede a quitar las 4 tuercas que sujetan la bomba hidráulica con la llave N17 para extraerlo de su base.

Figura 4.15: Remoción de tuercas que sujetan la bomba hidráulica



Tuercas de sujeción
de la bomba
hidráulica

4. Se quita las mangueras LS y T de la bomba hidráulica con la ayuda de la llave mixta N12.

5. Se procede a aflojar la abrazadera de presión que sella el conducto principal de caudal haciendo uso de un destornillador plano.

Figura 4.16: Desprendimiento del conducto de caudal.



6. Se procede a extraer la manguera principal de presión con ayuda de la llave mixta 1 ¼ “, con lo cual la bomba hidráulica Parker estará desprendida en su totalidad.

Figura 4.17: Desprendimiento del conducto de presión.



Remoción de acople de la manguera de presión.

7. Para colocar la bomba Parker, se recomienda adecuar las entradas LS y T adjuntando acoples para las conexiones según las distancias de las mangueras, con ayuda de una llave N17 y una llave de pico.

Figura 4.18: Colocación de tapones en la bomba hidráulica.



8. Se coloca el componente de la bomba hidráulica Parker de manera inversa al proceso de montaje.

4.6.3 Reemplazo de mangueras hidráulicas de la grúa

Al no realizar el reemplazo de mangueras hidráulicas de la grúa Palfinger en los intervalos recomendados presenta varias consecuencias negativas.

- Con el tiempo, las mangueras hidráulicas sufren desgaste y fatiga debido a estar sometida a una presión constante con respecto a las condiciones de operación. Esto genera la formación de grietas, abultamientos y desgaste externo.
- Las mangueras viejas y desgastadas son propensas a presentar fugas. Las fugas hidráulicas reducen la eficiencia del sistema, causa pérdida de presión y provoca derrames de aceite.
- Una manguera que tiene largo tiempo de estar instalada en la grúa puede romperse al estar en trabajo continuo bajo presión, lo que desemboca en una pérdida de presión o control de la grúa.

PROCEDIMIENTO

1. Se ubica la grúa de modo que sea apropiado acceder a la parte superior de la grúa.
2. Se presionan los mandos de accionamiento con el fin de liberar la presión sobrante de las mangueras.

Figura 4.19: Grúa Palfinger PK23500



3. Se remueve los 4 pernos de sujeción del protector de mandos mediante el hexagonal allen N 3/16” con el fin de acceder a los acoples principales de la conexión inferior de las mangueras.

Figura 4.20: Remoción de pernos de sujeción del protector de mandos



4. Se remueve el acople de la manguera con ayuda de la llave mixta N 1", con lo cual la manguera quedará liberada en la parte inferior, se recomienda colocar acoples para evitar la caída de aceite hidráulico.

Figura 4.21: Remoción de acople de manguera inferior



5. Se quita el acople de la parte superior de la manguera, se utiliza la llave N 1" y la llave de pico con la finalidad de desprender la manguera al halarla hacia la parte inferior de la grúa.

Figura 4.22: Remoción de acople de manguera (Parte superior de la grúa)



Extracción de acople de la manguera de la grúa.

6. Se afloja los pernos que sujetan y a la vez ordenan la posición de la manguera al utilizar la llave allen N 3/16", los cuales están ubicados en la parte posterior de la grúa, con lo cual se facilitará la extracción de la manguera defectuosa.

Figura 4.23: Remoción de pernos de sujeción de las mangueras



7. Se remueve la manguera hacia la parte inferior de la grúa para poder reemplazar la manguera dañada por el repuesto nuevo.
8. Se coloca el repuesto nuevo en orden inverso al proceso de desmontaje, se recomienda mantener un orden adecuado de las mangueras.

CONCLUSIONES

- La implementación de la guía de mantenimiento en la entidad permite al personal tener una referencia técnica sobre mantenimientos preventivos y correctivos en el sistema hidráulico. Esto contribuye a identificar mejor los elementos que podrían causar un desperfecto en la unidad, facilitando el trabajo del personal encargado del mantenimiento.
- En comparación con talleres externos, los costos laborales del mantenimiento interno al sistema hidráulico son menores, El área de mantenimiento no solo ofrece una mejor calidad de trabajo, sino que también es la opción más económica, proporcionando un ahorro del 79.45% frente al taller A y del 60.24% frente al taller B. Esto representa una optimización considerable de los recursos financieros, mejora la eficiencia operativa y garantiza un control riguroso sobre el mantenimiento y la reparación de equipos para la producción. Este análisis se encuentra acompañado de su evaluación económica en dólares americanos, cuyo valor es de \$9.887,480 lo cual permite contextualizar de mejor manera el costo asociado al servicio, la adquisición de repuestos y a la mano de obra para la realización del mantenimiento en torno al sistema hidráulico en el transcurso de 1 año (2000 horas de trabajo) con lo cual se planifica los recursos financieros.
- Utilizar repuestos hidráulicos de calidad es esencial para mantener la fiabilidad, seguridad, eficiencia y costos controlados en la operación de sistemas hidráulicos. La inversión en calidad se traduce en beneficios significativos a largo plazo, tanto en términos de rendimiento del sistema como de reducción de costos operativos y de mantenimiento.
- Acorde a la ficha de seguridad del aceite Azolla ZS68 la viscosidad cinemática (40°C): tiene un rango de tolerancia de 61.4 a 74.6 mm² /s [ISO 3104], al realizar el ensayo de viscosidad al aceite correspondiente a las 1500 horas de trabajo el valor de viscosidad cinemática es de 64,36 mm²/s lo cual entra en el rango estipulado por la ficha técnica del fabricante. Al hacer uso del contador de partículas Pamas, se detectan niveles de partículas contaminantes en la muestra de aceite nuevo podría ser indicativo de un problema en el proceso de fabricación, almacenamiento o manejo, el número de partículas aumenta ligeramente después de 1500 horas de operación lo que sugiere que el sistema hidráulico en el que se está utilizando el

aceite no introduce una cantidad significativa de contaminantes adicionales. Por ende, el proceso de diálisis estipulado a las 1000 horas de trabajo se puede extender a cada 1500 horas de operación reduciendo tiempo y recursos económicos.

- Las estrategias integrales de mantenimiento están orientadas a prolongar la vida útil de los componentes, evitar elevados costos de reparación por desperfectos imprevistos, planificar los recursos financieros para mantener las unidades, a su vez aumentar la disponibilidad, eludir tiempos muertos y optimizar la eficiencia operativa.

RECOMENDACIONES

- Es fundamental mantener un ciclo de retroalimentación continua en el área de mantenimiento para actualizar y mejorar los procesos. Además, es recomendable realizar capacitaciones periódicas para el personal y revisiones regulares de los procedimientos para mantener altos estándares de calidad.
- El área de trabajo destinada a realizar mantenimientos en el sistema hidráulico debe permanecer en las mejores condiciones de limpieza posibles, debe estar libre de partículas contaminantes, por ejemplo: agua, lodo y polvo. Ya que, al realizar el proceso de cambio de aceite, proceso de engrase ya sea a la grúa o el camión, estas partículas se pueden adherir, desembocando en daños en el sistema.
- Los insumos y repuestos, por ejemplo, retenes hidráulicos, juntas tóricas, filtros, aceites/lubricantes hidráulicos, toma de fuerza, etc deben mantenerse en stock, debido a que al contar con estos recursos se contribuye a aumentar la productividad en las actividades de mantenimiento.
- El área de mantenimiento mecánico debe familiarizarse con la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Realizar el correcto llenado de los formatos y registros destinados al control de mantenimiento de equipos de la entidad. Aquellos registros son fundamentales para el análisis y la comparación de datos, a su vez proporcionarán referencias para la implementación de proyectos de avance a futuro como lo es la implementación certificaciones orientadas a la calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Ardila Marín, J. G, Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. A. (2016). *Estudio sobre la gerencia del mantenimiento: una revisión. Dimensión Empresarial*. Colombia. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-85632016000200009&script=sci_abstract&lng=es.

Botero, C. (1991). *Mantenimiento preventivo*. Consultado el 21 de mayo de 2024.

Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/321356421_Manual_de_mantenimiento_Parte_V_mantenimiento_preventivo.

Cimatec (2019). *Viscosimetría capilar – si analytics - cimatec - Equipos, Materiales y Reactivos para Laboratorio*. Consultado el 14 de junio de 2024.

Recuperado de <https://website.cimatec.pe/producto/viscosimetria-capilar-si-analytics/#:~:text=VISCOSIMETR%C3%8DA%20CAPILAR%20%E2%80%93%20LA%20INNOVACI%C3%93N%20DESDE%20EL%20PRINCIPIO&text=Este%20m%C3%A9todo%20de%20medici%C3%B3n%20mide,di%C3%A1metro%20conocido%20y%20longitud%20conocida>.

IBM. (2024). *¿Qué es el mantenimiento preventivo? Tipos, ejemplos y beneficios*. Consultado el 21 de mayo de 2024.

Recuperado de Ibm.com. <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-preventive-maintenance#:~:text=es%20mantenimiento%20predictivo%3F-%20BFQu%C3%A9%20es%20el%20mantenimiento%20preventivo%3F,dispositivos%20antes%20de%20que%20fallen>.

Instron. (2024). *¿Qué es un ensayo de compresión?* Consultado el 23 de junio de 2024.

Recuperado de Instron.com. <https://www.instron.com/es-es/resources/test-types/compression-test>

Javier Sánchez Galán. (2016). *Coste - Costo: Qué es, tipos y ejemplos*. Consultado el 30 de mayo de 2024.

Recuperado de Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/coste-costo.html>
Jzitoli. (2023). *Tipos de mantenimiento más utilizados*. Consultado el 21 de mayo de 2024.

Recuperado de <https://www.cegid.com/ib/es/blog/tipos-de-mantenimiento-gp/>.

Juan José Molina-Campoverde, Néstor Rivera-Campoverde, Molina, A., & Karina, A.

(2024). *Urban Mobility Pattern Detection: Development of a Classification*

Algorithm Based on Machine Learning and GPS. Sensors, .

Recuperado de <https://doi.org/10.3390/s24123884>

Kiran, D. R. (2022). *Estudio sobre Mantenimiento productivo total. En Principios de economía y gestión para la ingeniería de fabricación*. Recuperado el 23 de junio de 2023. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99862-8.00021-2>

Kike. (2023). *Por qué necesitas mangueras hidráulicas de alta calidad - Redfluid*. Consultado el 12 de junio de 2024.

Recuperado de <https://redfluid.es/ventajas-de-mangueras-hidraulicas-de-calidad/>.

Madi Control S.L. (2023). Componentes de los Sistemas Hidráulicos: Beneficios y ventajas de contar con un sistema hidráulico. Consultado el 18 de mayo de 2024.

Recuperado de <https://madicontrol.com/componentes-sistemas-hidraulicos/>.

Morán, J. (2024). *Introducción a la gestión de mantenimiento*. Ecuador.

Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Gran Bretaña.

Muncie (S.F). *Sistemas hidráulicos montados en camiones*. Consultado el 14 de mayo de 2024.

Recuperado de <https://www.munciepower.com/cms/files/Products/Literature/Documents/Training/TR-G93-01S.pdf> de

Osorio, J. C., Arango, D. C., & Ruales, C. E. (2024). Selección de proveedores usando el despliegue de la función de calidad difusa. *Revista EIA*, 15, 73–83. Consultado el 20 de junio de 2024.

Recuperado de <http://www.scielo.org.co/scielo.php>

Pamas (2024). *Contadores de partículas - Partikelmess- und Analysesysteme GmbH*. Consultado el 15 de junio de 2024. Recuperado de <https://www.pamas.de/es/>

Rodríguez-Candela, A. S., & Yacobi, F. J. R. (2011, January). *Equipos y productos robustos y fiables: el análisis de mantenimiento centrado en la fiabilidad*. Consultado el 23 de junio de 2024.

Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6387396>.

UNE-EN. (2018). *Terminología del mantenimiento*. Consultado el 14 de mayo de 2024. Recuperado de [file:///C:/Users/Hp/Downloads/\(EX\)UNE-EN_13306=2018%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/(EX)UNE-EN_13306=2018%20(2).pdf)

ANEXOS

Anexo 1: Operaciones en campo, unidad Slickline



Anexo 2: Realización de prueba de compresión a retén hidráulico



Anexo 3: Tensión de línea de carretos (Cabina del operador)



Anexo 4: Extracción de aceite Azolla ZS 68 del depósito



Anexo 4: Máquina para la realización de diálisis

