

PÁGINA 1 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0



Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo, como estrategia de preservación de la vigencia del activo, para una Unidad Slickline "Línea de Acero" perteneciente a la empresa Lupatech en la Base de Barrancabermeja.

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Kevin Fabian Henao Rosales C.C: 1096251826

# UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO BARRANCABERMEJA, 14 DE DICIEMBRE DE 2020



PÁGINA 2 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0



Elaboración de un protocolo de mantenimiento preventivo, como estrategia de preservación de la vigencia del activo, para una Unidad Slickline "Línea de Acero" perteneciente a la empresa Lupatech en la Base de Barrancabermeja.

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Kevin Fabian Henao Rosales C.C: 1096251826

Trabajo de Grado para optar al título de Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico

### **DIRECTOR**JUAN MANUEL BAYONA ARENAS

Grupo de Investigación en Ingenierías y Ciencias Naturales – DIANOIA

# UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO BARRANCABERMEJA, 14 DE DICIEMBRE DE 2020



PÁGINA 3 DE 52

F-DC-125

## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

| Nota de Aceptación |
|--------------------|
|                    |
|                    |
|                    |
|                    |
|                    |
|                    |
|                    |
|                    |
| (liat)             |
| Firma del Evaluado |
|                    |
|                    |
| Golf               |
| Firma del Director |



PÁGINA 4 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico precisamente a Dios, por ser el principal inspirador y darnos fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, a mi tía por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida y a todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.



PÁGINA 5 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mi padre (Fabián Henao Álvarez) y principal a mi tía Adriana Henao Agudelo, que me apoyo en mi carrera universitaria y en cada una de las decisiones importantes de mi vida. Agradecemos a nuestros docentes que conforman la Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico de las Unidades Tecnológicas de Santander, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi carrera tecnológica, de manera especial, a Juan Manuel Bayona Arenas tutor de mi proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y también agradecer a las unidades tecnológicas de Santander que fue la institución que me permitió formarme a nivel tecnológico.



PÁGINA 6 DE 52

F-DC-125

## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### **TABLA DE CONTENIDO**

| RESU      | IMEN EJECUTIVO                           | 8  |
|-----------|--|----|
| INTRO     | DDUCCIÓN                                 | 9  |
|           |  |    |
| <u>1.</u> | DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN | 10 |
| 1.1.      | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA               | 10 |
| 1.2.      | JUSTIFICACIÓN                            |    |
| 1.3.      | OBJETIVOS                                |    |
| 1.3.1.    |  |    |
| 1.3.2.    | OBJETIVOS ESPECÍFICOS                    | 13 |
| 1.4.      | ESTADO DEL ARTE                          | 14 |
| <u>2.</u> | MARCO REFERENCIAL                        | 18 |
| 2.1.      | MARCO TEÓRICO                            | 18 |
| 2.2.      | MARCO CONCEPTUAL                         |    |
| 2.3.      | MARCO LEGAL                              |    |
| 2.4.      | MARCO AMBIENTAL                          |    |
| <u>3.</u> | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN               | 26 |
| <u>4.</u> | DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO          | 28 |
| <u>5.</u> | RESULTADOS                               | 44 |
| <u>6.</u> | CONCLUSIONES                             | 45 |
| <u>7.</u> | RECOMENDACIONES                          | 46 |
| <u>8.</u> | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS               | 47 |
| <u>9.</u> | ANEXOS                                   | 49 |
|           |  |    |



PÁGINA 7 DE 52

F-DC-125

## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### **LISTA DE FIGURAS**

| Figura 1. Reporte de mantenimiento preventivo  | 29 |
|--|----|
| Figura 2. Reporte de mantenimiento preventivo  |    |
| Figura 3. Planeación de acciones de mantenimiento según reportes diarios de operadores |    |
| Figura 4. Planeación de acciones de mantenimiento según reportes diarios de operadores | 32 |
| Figura 5. LISTA DE CHEQUE (CHECKLIST) UNIDAD SLICKLINE                                 | 34 |
| Figura 6. Protocolo de mantenimiento preventivo  | 35 |
| Figura 7. Protocolo de mantenimiento preventivo  | 36 |
| Figura 8. Protocolo de mantenimiento preventivo  | 37 |
| Figura 9. Protocolo de mantenimiento preventivo  | 38 |
| Figura 10. Protocolo de mantenimiento preventivo                                       | 39 |
| Figura 11. Protocolo de mantenimiento preventivo                                       | 40 |
| Figura 12. Protocolo de mantenimiento preventivo                                       | 41 |
| Figura 13. Protocolo de mantenimiento preventivo                                       | 42 |
| Figura 14. Protocolo de mantenimiento preventivo                                       | 43 |

#### **LISTA DE ANEXOS**

| ANEXO A. Unidad Slickline                         | 49 |
|---|----|
| ANEXO B. Mandos Hidráulicos                       | 50 |
| ANEXO C. Bandas de freno accionada neumáticamente | 51 |
| ANEXO D. Cambio de llantas y mangueras            | 52 |



PÁGINA 8 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### **RESUMEN EJECUTIVO**

El siguiente trabajo de investigación tuvo como finalidad seleccionar actividades de mantenimiento por medio de los reportes diarios entregado por parte de los operarios; así mismo, la elaboración de una lista de chequeo en el que se encuentren equipos críticos de la unidad, con la finalidad de construir un protocolo de mantenimiento a una Unidad Slickline, como estrategia de preservación de la vigencia del activo. La metodología que se implementó es aplicada, ya que esta permite encontrar estrategias que se puedan emplear en la problemática de la preservación de los activos, y presenta un enfoque cualitativo. En el desarrollo del trabajo se realizó una check-list basado en los estándares de la norma ISO 9001 en la cual se esperaba inspeccionar equipos de alta criticidad; este insumo permitió el desarrollo de un protocolo de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo implementado en una unidad Slickline, con la finalidad de mantener el equipo en operación el mayor tiempo posible, de lo cual se puede concluir que la implementación de este tipo de estrategias de mantenimiento, prolonga la vida útil y mitiga el tiempo utilizado en las paradas (TMMF); este protocolo de mantenimiento se puede incorporar en cualquier unidad y esto es debido a que posee las actividades de manera general teniendo en cuenta todas las condiciones de los equipos.

PALABRAS CLAVE. Mantenimiento preventivo, Protocolo, TMMF, Slickline, estandarización.



PÁGINA 9 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### INTRODUCCIÓN

La necesidad de mantener en operación el mayor tiempo posible un equipo o una unidad es un factor muy importante para las empresas debido a que pueden ofrecer confiabilidad a los clientes. La empresa Lupatech cuenta con distintas unidades de mantenimiento a pozos petroleros, esa es una de las diversas actividades que realiza, es por ello que contar con su equipo principal el mayor tiempo en operación le resulta muy atractivo tanto en lo económico como en la seguridad de los procesos.

En el siguiente documento se presenta la elaboración de un protocolo de actividades de mantenimiento preventivo como estrategia de preservación de la vigencia del activo en las Unidades Slickline, este protocolo será ejecutado mediante la planeación paulatina de actividades de mantenimiento que se deben realizar a los equipos que operan como un todo armónico con la unidad. Los equipos se están expuestos a distintas condiciones que pueden generar fallas y por ello que realizar una visualización minuciosa de cada componente antes, durante y después de su servicio es muy importante para la mitigación de fallas.

Con el protocolo se busca asegurar trazabilidad en el mantenimiento para disminuir el ingreso de la unidad al taller y que solo ingrese en mantenimientos programados totales, que se realizan cada cierto tiempo de horas trabajadas aportando una disminución en el factor y un amento en la confiabilidad de los equipos implicados en el proceso.





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 10

DE 52

#### 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel nacional, Ecopetrol S.A. es una compañía que requiere labores de inserción, recuperación y acoplamiento de equipos mecánicos eléctricos y electrónicos en sus pozos de producción de crudo y/o agua de inyección, en muy pocas ocasiones requieren trabajos relacionados con el taponamiento de tuberías. Para la realización de estas actividades, es necesario utilizar una Unidad Slickline o Línea de Acero; la finalidad de estos equipos es introducir una línea de acero por dentro de la camisa de los pozos y de esa manera realizar las labores encomendadas. Dicho lo anterior, estos equipos deben estar siempre disponibles y operando de la mejor manera para no generar pérdidas deliberadas de tiempo, en ocasiones de emergencia.

La empresa Lupatech, cuenta con algunas Unidades Slickline en la ciudad de Barrancabermeja destinada a la ejecución de labores tales como pesca de herramientas, ensamblaje y acople de bombas sumergibles, liberación de tapones radiales a la tuberías, entre otras actividades. Esta unidad requiere de un cuidado especial debido a que su trabajo representa una alta calidad. Los principales problemas que presenta las unidades Slickline en la base Barrancabermeja es la aplicación de mantenimientos proactivos acordes a la necesidad; se encuentran procedimientos estandarizados pero no están actualizados de acuerdo a los cambios que se han dado durante los procesos de mejora continua de la base. Los mantenimientos que actualmente se realizan a las unidades en su mayoría son de tipo correctivo y esto lleva a tener siempre una unidad en Stand-by lo cual representa pérdidas para la empresa por desaprovechamiento del activo. Teniendo



PÁGINA 11 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

en cuenta lo anterior se plantea la siguiente de investigación ¿Qué tan beneficioso resulta implementar un protocolo de manteamiento preventivo a una Unidad Slickline en la empresa Lupatech?





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 12

DE 52

#### 1.2. JUSTIFICACIÓN

Garantizar la confiabilidad de una Unidad Slickline lleva a la empresa contratista a tener mejores resultados económicos, debido a que no tendrán pérdidas deliberadas de tiempo en la ejecución de sus actividades de mantenimiento, y así mismo ganar prestigio con el empleador. Resulta atractivo el hecho de siempre contar con su equipo principal en funcionamiento, ya que su nivel de fiabilidad es medido en horas de disposición de equipo y no contempla el tiempo fuera de servicio

Las unidades Slickline representa un pilar muy importante en los pozos de producción de petróleo o plantas de inyección de agua, debido a que los descuidos humanos son una perturbación para el correcto funcionamiento de un pozo, teniendo en cuenta que en algunas ocasiones se pueden quedar atascadas las bombas sumergibles, puede haber caída de herramientas dentro de la camisas anilladas del pozo.

La elaboración de un protocolo que permita estipular actividades de mantenimiento con el fin de salvaguardar la integridad del equipo resulta beneficioso para la empresa, debido a que este equipo representa confiabilidad en la grandes compañías de perforación, estas actividades serán realizadas por el personal de operación de la unidad y se actualizarán de manera constante conforme se presenten cambios significativos en el equipo.

Con el protocolo se busca asegurar trazabilidad en el mantenimiento para mitigar el ingreso de la unidad al taller y que solo ingrese en mantenimientos programados totales, que se realizan cada cierto tiempo de horas trabajadas. Esto solo se logra si, se realiza un diagnóstico completo de la unidad evaluando los reportes realizados por los operarios y aplicando un listado de actividades específicas que se realizaran en el mantenimiento según el tiempo de hora que lleve trabajando cada parte del equipo.



Unidades Tecnológica de Santande

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 13

DE 52

#### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un protocolo de mantenimiento preventivo mediante la actualización de estándares actuales y la ejecución de acciones de mejora continua para una Unidad Slickline perteneciente a la empresa Lupatech en la base Barrancabermeja.

#### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar por medio de reportes diarios las actividades de mantenimiento de mayor relevancia en una Unidad Slickline, para una posible planeación.

Seleccionar por nivel criticidad las tareas de mantenimiento a ejecutar, mediante las guías de operación estipulada por los fabricantes, para mantener la vigencia del activo

Realizar una lista de chequeo rutinaria que se encuentre implícita en el protocolo de manteamiento basada en la filosofía de la prevención de fallas y no de la corrección para evitar pérdidas deliberadas de tiempo.

Implementar tareas diarias de mantenimiento como estrategia de prevención de situaciones anormales, que se encuentren consignadas en un protocolo para implementación en una Unidad Slickline perteneciente a la empresa Lupatech en Barrancabermeja.





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 14

**DE 52** 

#### 1.4. ESTADO DEL ARTE

internacional "DISEÑO nivel proyecto titulado se encontró un IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE UNA UNIDAD DE SLICKLINE DE LA COMPAÑÍA DYGOIL CIA. LTDA.". Fue realizado en la ciudad de Quito-Ecuador en el mes de junio del año 2016. Tiene relación con el proyecto que se desea ejecutar debido a que consiste en realizar monitoreo a una Unidad Slickline, y consta básicamente en describir el proceso de diseño e implementación de un programa de control y monitoreo de una Unidad de Slickline de la Compañía Dygoil, que radica en cuantificar la distancia y velocidad a la que se desenrolla el cable de acero de la sugerida unidad que garantice la lectura de datos durante las operaciones en los pozos petroleros. Debido al crecimiento del sector industrial y entre ellos el petrolero, ha llevado a empresas nacionales a modernizar sus equipos para entrar en competitividad. Actualmente las Unidades de X Slickline tienen un contador de distancia análogo y que en momentos presenta falla debido al daño de sus piezas mecánicas, tomando en cuenta que el mismo se encuentra fuera de la cabina del operador, y existe problema de visualización cuando existe lluvia o salpicaduras de crudo. Un HMI que consta de un panel LCD, para la visualización de los datos, un teclado para el ingreso de la distancia deseada y un servomotor que dará el sentido de la velocidad del cable y giro; además de cuantificar la distancia se muestra también la velocidad y un módulo WiFi que avala el envío de datos a un dispositivo móvil para la supervisión de las operaciones fuera de la cabina del operador (Implementación De Un Sistema De & Daniel Parra Pacheco, n.d.)

A nivel internacional se encontró proyecto desarrollado en Lima-Perú, titulado "UTILIZACIÓN DEL SLICKLINE PARA REGISTROS DE TEMPERATURA EN POZOS DE PETRÓLEO Y GAS". Se relaciona muy directamente con la propuesta de investigación del protocolo de mantenimiento, debido representa una de las





## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 15

DE 52

actividades más importante que ejecuta la compañía Lupatech. El proyecto consta de la aplicación del slickline para los registro de temperatura en pozos de petróleo y gas, se toca de manera estrictamente teórica lo referente al fundamento teórico y se hace una investigación profunda de los principios físico químicos que se aplican luego en forma operativa en la industria del petróleo en especial lo respectivo al slickline como una alternativa práctica y económica a los trabajos convencionales. Se pone más énfasis en la actividad operativa como aplicación del fundamento teórico adicionando a ello toda la logística que involucra la realización de los registros en mención, como es el caso de las herramientas y equipos utilizados así como la evolución de los mismos a través del tiempo hasta la actualidad donde los problemas de tiempos pasados han sido resueltos casi por completo en la actualidad. Con el avance en el desarrollo de equipos y herramientas se ha logrado poner a disposición de la industria en especial del slickline alternativas más económicas para un mismo fin, es decir que si bien es cierto que el slickline no puede remplazar totalmente a los trabajos equivalentes convencionales, lo puede hacer en su gran mayoría apoyados por el desarrollo de nuevos materiales más resistentes y también con el desarrollo de la electrónica y programación digital. También se hace una descripción de los equipos slickline estándar utilizados hoy en día, así como los diseños de gas lift en especial las válvulas de inyección dentro de los pozos que son recuperables y se instalan generalmente con equipos slickline, abriendo una de las más grandes aplicaciones dentro de la industria del petróleo. En lo referente a la economía es decir costos del servicio se hace una breve presentación de los costos de materiales y equipos propios del slickline así como el tiempo de recuperación de la inversión en función de los costos del servicio (Cáceres Bustinza, 2010).

A nivel nacional se desarrolló un proyecto en Bogotá por parte de la Universidad de Los Andes, que lleva por título "PLAN DE NEGOCIO PARA NUEVA LÍNEA DE SERVICIOS DE SLICKLINE EN SYSTEM INTEGRAL GROUP S.A.S". La principal



INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

relación que tienen se debe a que pretende realizar acciones de mejora a las unidades con el objetivo de reducir costos. Este proyecto consiste en el negocio de slickline y la nueva división de Oil&Gas, teniendo en cuenta que se enfoca en clientes potenciales del sector de hidrocarburos en la categoría de Extracción de petróleo crudo y gas natural, según la clasificación de la Superintendencia de Sociedades, que para 2014 estaba compuesta por 108 compañías. De esta manera, el servicio propuesto entraría a ser factible. Por otro lado, a nivel global el sector de servicios y equipos para hidrocarburos se encuentra dominado por cuatro empresas multinacionales, las cuales son: Weatherford, Baker Hughes, Schlumberger y Halliburton. Según la Superintendencia de Sociedades, las empresas competidoras serían aquellas catalogadas como empresas de Ingeniería en el sector de petróleo, que para el 2014 eran 190, de las cuales 70 eran sucursales internacionales. Igualmente, para fines del 2014, en Colombia existían 12 compañías que prestaban servicios de slickline y que contaban en total con 35 unidades. 5 SYSTEM INTEGRAL GROUP S.A.S. afrontaría una posición estratégica de supervivencia, al corto plazo, caracterizada por el mejor producto, donde prima el bajo costo y a la vez la diferenciación del servicio vía innovación. Asimismo, el negocio propone como estrategia de avance, al largo plazo, expandir el nicho de clientes hacia sectores de la economía diferentes al de hidrocarburos, entre estos se encuentra el de la construcción, las energías alternativas, la minería y la agricultura. Cabe aclarar que parte del valor innovador del servicio de slickline propuesto se basa en que la compañía posee el rediseño de unidades de slickline modernas, en las que se unifican todos los servicios en una sola unidad autocontenida y portable. Esto permite que el servicio prestado sea más económico que el de la competencia y a la vez realice los servicios en un menor tiempo. Siguiendo ese mismo orden de ideas, la nueva división contaría con equipos de punta importados de Estados Unidos y a la vez con unidades modernas fabricadas y manufacturadas en la industria colombiana, a partir de un diseño único(Esther & Madariaga, 2016)



PÁGINA 17 DE 52

F-DC-125

### INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

A nivel departamental se llevó a cabo un proyecto realizado en Barrancabermeja, elaborado por la Fundación Universidad de América, el cual se titula "RE-DISEÑO DEL EQUIPO DE SUPERFICIE DE SLICKLINE DISMINUYENDO EL TIEMPO EN LA TOMA DE REGISTROS ILT POR POZO EN EL CAMPO LA CIRA – INFANTAS". El siguiente trabajo de grado se realizó basado en la necesidad de la empresa prestadora de servicios AIP S.A.S. de cumplir con el contrato establecido con Occidental Andina, de realizar la lectura de 1400 pozos aproximados en un periodo de tiempo de un año en el campo La Cira – Infantas, con lo anterior la empresa prestadora solo contaba con una unidad convencional de Slickline para este proyecto. Dicha unidad requería ocho horas por cada pozo registrado, con lo cual al día solo se realizaban la lectura de dos pozos del campo, ocasionando que la empresa no pudiera completar la lectura total de pozos establecidas en el contrato, por este motivo se propone realizar un rediseño de una unidad de Slickline convencional, creando así la unidad TSS003 (Masmela Wilches Diego Ricardo, 2017).





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 18

DE 52

#### 2. MARCO REFERENCIAL

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

Mantenimiento Proactivo: En la actualidad el costo de operar un equipo hasta que este falle para ejecutar acciones de mantenimiento correctivo o mantenimiento reactivo, representa un tiempo de inactividad muy alto. Las técnicas de mantenimiento preventivo se basan en el cambio oportuno de piezas teniendo en cuenta la cantidad de tiempo trabajado y de manera muy frecuente las piezas son retiradas cuando aún tienen capacidad de seguir funcionando. Aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo, nos proporciona un estimado de tiempo en el que la pieza o componente está próximo a la falla, pero no nos dice cómo evitar esta falla. Es por ello que surge una nueva técnica llamada mantenimiento proactivo.

El mantenimiento proactivo consiste básicamente en abordar una situación anormal de manera integral, no solo preocuparse por la corrección de la falla sino, la razón que la pudo haber originado, es por ello que se utilizan distintas técnicas de manteamiento para lograr determinar dichas causas, tales como, el análisis de vibración, el de termografía o el análisis de lubricantes. Con estas acciones predictivas se evitan las posibles consecuencias que se puedan generar al presentarse situaciones anormales asociados al equipo. Dicho mantenimiento posee un impacto indiscutible en el aspecto económico de la planta al evitarse las paradas no programadas dando solución a los problemas antes de que se manifiesten.

El Mantenimiento Proactivo, es una filosofía de mantenimiento, orientada fundamentalmente a la detección y corrección oportuna de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Cuando son localizadas las

DOCENCIA PÁGINA 19
DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

causas que ocasionan el desgaste, no se debe permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, debido que, su vida y desempeño, se verán reducidos. La vida útil de los componentes del sistema depende de que se tenga un control de las fallas, es por ello que en la industria se debe trabajar bajo guías y ventanas operativas, estas se encuentran dentro del límite de integridad de los equipos. Límites aceptables o guías y ventanas, hace referencia a que los parámetros de causas de falla están dentro del rango de severidad operacional que conducirá a una vida aceptable del componente en servicio.

El Mantenimiento Proactivo utiliza técnicas especializadas para realizar seguimiento a la condición de los equipos teniendo en cuenta principalmente el análisis de aceite para establecer el control de los parámetros de causa de falla.

El Mantenimiento Proactivo, establece una técnica de detección oportuna, analizando el cambio de parámetros que pueden ocasionar la falla, para tomar acciones que permitan al equipo regresar a las condiciones establecidas que le permitan desempeñarse adecuadamente por más tiempo (El análisis de aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada, n.d.)

Estandarización de Procesos: La estandarización de procesos se puede definir como un proceso en el cual se implica los siguientes términos. Definir el estándar, informar el estándar, establecer la adhesión al estándar y propiciar una mejora continua del Standard. La Estandarización de procesos busca la unificación de los procedimientos que poseen las organizaciones y que se utilizan en diferentes prácticas para el mismo proceso, es por ello que se implementan manuales de estandarización de proceso. Los manuales de procedimiento tienen la finalidad de estandarizar el trabajo de tal manera que garantice una alta calidad en el trabajo. Sirven de guía para la ejecución de los procesos, facilitan la formación y ayudan a comprobar la conformidad de las actividades, además de convertirse en una





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 20

DE 52

importante fuente de información. Para realizar una correcta estandarización de los procesos es de gran importancia seguir una serie de paso que consisten básicamente en Definir el método\* actual a estandarizar, Realizar el análisis del método actual comparando con el estándar o la norma establecida a implementar, Identificar las diferencias y realizar los ajustes al método, incluyendo la utilización de registros de control, Ensayar o probar el nuevo método, Documentar el método, Desplegarlo al personal y Aplicarlo ("Estandarización de procesos con la norma iso 9001," n.d.)

Mantenimiento Industrial: En el sector industrial, el equipo y la maquinaria son una parte fundamental. Debido a que mantienen una producción estable. Esto también proporciona seguridad al personal para evitar accidentes que puedan poner en riesgo su salud. Es por eso que se debe gestionar muy bien el mantenimiento. El mantenimiento industrial se divide en varias fases o varias acciones de mantenimiento que se conocen como: Mantenimiento correctivo, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento predictivo, Mantenimiento cero horas u overhaul y Mantenimiento en uso ("Servicios industriales en Tarragona - Valls | Montajes y servicios auxiliares Termo-Watt," n.d.)

**Mantenimiento Preventivo**: Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema ("Mantenimiento Petroquímica," n.d.)

**Mantenimiento predictivo:** Dicho mantenimiento industrial es el que más requiere de una correcta planeación. Hacer un análisis constante del equipo para poder determinar si las variables de la maquinaria cambian y predecir las averías y los



PÁGINA 21 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, **EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO** 

VERSIÓN: 1.0

errores antes de que se produzcan ("Servicios industriales en Tarragona - Valls | Montajes y servicios auxiliares Termo-Watt," n.d.)

Mantenimiento Correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos ("Mantenimiento Petroquímica," n.d.)

Mantenimiento Cero Horas (Overhaul): Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados antes de que aparezca algún fallo, Dicha técnica consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste ("Mantenimiento Petroguímica," n.d.)

Mantenimiento en uso: Consiste en simples tareas de prevención, como una limpieza adecuada o una observación sobre defectos visibles, aunque es un proceso que muy poco se realiza pese a que es una acción que genera demasiado riesgo al intentar corregir una situación anormal con la maguina en funcionamiento, es por ello que normalmente lo suelen hacer los usuarios del equipo ("Servicios industriales en Tarragona - Valls | Montajes y servicios auxiliares Termo-Watt," n.d.)

Unidades Slickline: Las operaciones conocidas como "Slickline", son procesos realizados en el pozo, independientes de su profundidad y condiciones, por medio de un cable de acero de diferentes longitudes y diámetros (0.082, 0.092 o 0.108 pulgadas). En la actualidad el diámetro de cable más usado es el de 0.108 pulgadas. Dicho cable soporta el peso de la sarta completa de herramientas, la cual varía dependiendo del tipo de operación que se vaya a realizar. La unidad de "Slickline", es accionada por un sistema hidráulico, sobre dicha unidad va montado un carreto

Unidades Tecnológica de Santandi

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 22

DE 52

poleas y a través de un Lubricador antes de conectarse a la sarta de herramientas y así poder ser ingresadas hacia el fondo del pozo para realizar la operación correspondiente(Rodriguez, 2008)

2.2. MARCO CONCEPTUAL

**BOP:** Según (Mendez, 2015) es la válvula grande y especializada, para sellar, controlar y monitorear los pozos de petróleo y gas, ya que fue desarrollado para enfrentar presiones erráticas extremas y flujos incontrolado que surge del yacimiento durante la perforación.

**Costos:** Según (Menesby, 2012) se define como la medición monetaria, de cantidad de recursos usados para algún propósito, tal como un producto comercial ofrecido para la venta general o de un proyecto de construcción.

**Hidrocarburos:** Según (Marino, 2015) son aquellos compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrogeno. La estructura consiste en un armazón de átomos de carbono a los que se unen los átomos de hidrogeno.

**Innovación:** Según (Palacio, 2015) se utilizan conocimientos para construir un nuevo camino que lleve a una determinada meta. Los procesos de innovación son específicos, es aumentar el valor de la sociedad y de lo que ella hace con una necesidad vital, que en todo momento el ser humano lo utiliza para progresar.

**Perforación:** Según (Galp, 2010) es una operación compleja donde se realiza un pozo o agujero, donde se perforan las rocas con ayuda de taladros rotativos ya sean de una estructura de metal resistente, equipado con dientes de acero y coronas de diamantes industriales.

Unidades Tecnológica de Santande

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 23

DE 52

Protocolo: Según (Liñan Reyes, s.f.) Abarca un conjunto de normas,

procedimientos, maneras de actuar ante una serie de situaciones como actos

formales u oficiales.

Prevención de fallas: Según (Martins, 2018) es utilizado para prevenir fallas y

analizar los riesgos de un proceso y determinar las acciones que se utilizaran para

inhibir las fallas.

Mantenimiento proactivo: Según (Tecnologia Mantenimiento y Vibración , 2020)

es una técnica que identifica y corrige las causas que originan las fallas en equipos,

componentes e instalaciones industriales, es una técnica que realizan soluciones

que atacan la causa de los problemas.

Lista de chequeo: Según (González González & Jimeno Bernal, 2012) este formato

también llamado "check- lists", son formatos para realizar actividades repetitivas,

para llevar un control del cumplimiento de actividades con requisitos o recolecta de

datos ordenadamente y de una manera sistemática.

Pozos de producción: Según (Energy Press, 2014) son los que permiten succionar

los fluidos de las formaciones productoras y una vez terminados no producen ni

petróleo ni gas en cantidades suficiente como para ser económicamente rentables.

Unidad Slickline: Según (Wordpress, 2016) estas dos palabras agrupan una

amplia gama de actividades dentro de los pozos de petróleos. Consiste en introducir

herramientas o dispositivos en los pozos petroleros por medio de un alambre

especialmente diseñado para soportar altas presiones, temperaturas, y esfuerzos

tanto como torsión como tensión.





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 24

DE 52

#### 2.3. MARCO LEGAL

MIL-STD-3034, RELIABILITY CENTERED **MAINTENANCE** (RCM); **MANTENIMIENTO** CENTRADO ΕN LA CONFIABILIDAD PARA PROCESOS: Esta norma establecida el 21 de enero de 2011, tiene como objetivo describir la metodología necesaria para desarrollar el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), de tal manera que se pueda emplear con el objetivo de resolver los requisitos de mantenimiento (enfocada a la detección de fallas, servicio, tiempo y lubricación), aplicada para todos los niveles de sistema o grupos de equipos.

ISO 14224, INDUSTRIA DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL RECOLECCIÓN E INTERCAMBIO DE DATOS DE CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS: Esta norma internacional proporciona los principios necesarios para la recolección de datos enfocados en el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), presentado en un documento estándar para los sectores de la producción, refinación, perforación, gas natural en gaseoductos u oleoductos. En ella se debe examinar los datos y parámetros referentes a la confiabilidad de tal manera que se pueda definir los pasos de operación, diseño y mantenimiento.

SAE JA 1011-1012 EVALUATION CRITERIA FOR RELIABILITYCENTERED MAINTENANCE (RCM) PROCESS: Esta norma tiene el propósito de determinar el contexto operacional del activo bajo las circunstancias exactas por la cual será utilizada. De igual manera sintetiza los factores de vital importancia que se deben tener en cuenta para desarrollar exitosamente el (RCM).

NORMA NORSOK-Z, ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA FINES DE MANTENIMIENTO: Esta norma se determina con la información técnica necesaria para avalar que tanto los equipos como los sistemas se mantengan durante todas las etapas del proyecto, antes de su utilización.



PÁGINA 25 DE 52

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, **EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO** 

VERSIÓN: 1.0

LEY 99 DE 1993 ARTICULO 54: Delegación las corporaciones autónomas regionales podrán delegar en las entidades territoriales el otorgamiento de licencias, concesiones, permisos y autorizaciones que les corresponda expedir, salvo para la realización de obras o el desarrollo de actividades por parte de la misma entidad territorial.

#### 2.4. MARCO AMBIENTAL

**DECRETO 1753 DE 1994 ARTICULO 38. Régimen de transición:** Los proyectos, obras o actividades, que acorde a las normas vigentes antes de la expedición del presente Decreto, alcanzaron los permisos, concesiones, licencias y autorizaciones de carácter ambientales que se requerían, podrán continuar, pero la autoridad ambiental competente podrá exigirles, mediante predestinación motivada, la presentación planes de manejo, recuperación o restauración ambiental.

Los proyectos, obras o actividades que con anterioridad a la expedición de la Ley 99 de 1993 iniciaron actividades, no requerirán Licencia Ambiental. Tampoco requerirán Licencia Ambiental aquellos proyectos de competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales que iniciaron actividades antes de la expedición del presente Decreto.





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 26

DE 52

#### 3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente metodología es aplicada. Teniendo en cuenta que se encarga de encontrar estrategias que se puedan emplear en la problemática de la preservación de los activos, y presenta un enfoque cualitativo, puesto que Sampieri afirma que para este tipo de estudios tienen como finalidad identificar procedimientos y funcionamiento mediante la descripción de los objetos, se implementan técnicas experimentales con la finalidad de proporcionar un soporte practico a las actividades y procesos requeridos para su desarrollo, (Hernandez Sampieri, 2010).

Los análisis que se realizan en la presente investigación representan conocimiento adquirido en las instalaciones de la institución, debido a que el protocolo de mantenimiento forma parte de la formación académica. Para el desarrollo del proyecto fue necesario planificar cada una de las fases con relación a los objetivos planteados, las cuales hacen referencia a:

#### Fase I – Recopilación de información

En esta fase fue necesario realizar un proceso de recopilación paulatina de información acerca de situaciones subestandares de la unidad, lo cual permite planificar acciones de mantenimiento a largo, mediano o corto plazo, dependiendo de la criticidad de la condición reportada por parte de los operarios.

#### Fase II – Establecer tareas de mantenimiento rutinario.

Esta fase tiene como finalidad programar pequeñas tareas de mantenimiento de manera rutinaria, conforme se encuentren estipuladas por fabricantes, con la finalidad de prolongar la vida de los equipos asociados a la unidad.



PÁGINA 27 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### Fase III - Chequeo por operación

Para el cumplimiento de esta fase fue necesario realizar una lista de chequeo rutinario, que permite abordar situaciones de manera inmediata en cuanto a su ejecución.

#### Fase IV - Elaboración de un protocolo

La siguiente fase se llevó a cabo mediante un análisis de falla que se le realizo a la unidad, pudiendo así identificar por medio de una lista de chequeo cuales son las principales fallas que se presentan y de qué manera se puede abordar.



PÁGINA 28 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### 4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

## ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE MAYOR RELEVANCIA EN UNA UNIDAD SLICKLINE

Para dar cumplimiento al primer objetivo, se realizó una selección paulatina de las acciones que generaban no conformidad en los reportes de mantenimiento preventivo que se le realizan a la unidad, en ellos se encuentran todas las actividades que pueden generar perturbaciones en el correcto funcionamiento de los equipos. Con esta información se genera una pequeña lista de actividades a las cuales se les debe dar prioridad, con la finalidad de mantener el mayor tiempo posible la vigencia del activo, sin tener que violentar las guías de operación.

En la figura 1 se puede observar una lista de mantenimiento que debe ser diligenciada por el personal operario de la Unidad, este reporte se le entrega a el área de mantenimiento, que es quien se encarga de resolver las acciones que se manifiesten en el reporte, una vez algunas acciones son de orden preventivo y otras de orden correctivo, ya que la realización de dichas actividades garantizan el correcto funcionamiento de los equipos que operan de manera armónica con la Unidad.



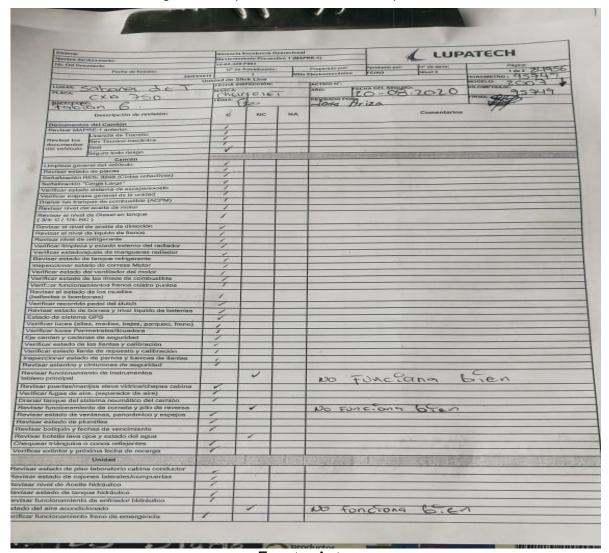
PÁGINA 29 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 1. Reporte de mantenimiento preventivo



Fuente: Autor

La figura 2 contiene información acerca de las actividades de mantenimiento que se deben ejecutar a la unidad después realizar ciertos trabajos, esto teniendo en cuenta que siempre que la Unidad está en operación en las piezas se presenta un desgaste por funcionamiento, que si no se tiene un control sobre estas situaciones puede generar fallas que ocasionen perdidas deliberadas de tiempo



PÁGINA 30 DE 52

F-DC-125

## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 2. Reporte de mantenimiento preventivo

| Sistema   | laces :    | e Excelencia ( | Danes I            |                    | -                        | -  |  |
|---|------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--|--|
| Nombre del documento:   | Manteni    | miento Preve   | office 1 (MA       | POE 11             |                          | 1 111  | PATECH   |
| No. Del Documento.  | 10-02-32   | 8-F001         | THE PERSON         | - KE-IJ            | - 34                     | 1 00   | PAICCH   |
| Fecha de Emisión:   | No         | Actualización  |                    | Preparado por:     | Aprobado p               | or: N° de serie:   | Página:  |
| 29/03/20  | 10         | 1              | Mitte              | o Electromecánico  | FCIAD                    | Nivel 2  | 1 de 2   |
| LUGAR STATES DA   | nidad de S | Slick Line     |                    | -                  |                          |  | нокометко: 24490   |
| PLACA:  |            |                | 0402/2             | DACTINO Nº:        | 300-0                    |  | MODELO: 2007   |
| INSPECCIONO:  | che        | violet.        |                    | 2020               | 200-04                   | URO:<br>3-2020   | STANDET 95487  |
| José M. Pico  | FIRMA      | se' Pico       |                    | REVISADO POR       |                          | avac   | FIRMA:   |
| Descripción de revisión:  | 1 00       | FILL           | T                  |                    |                          |  | a per and a second   |
|   | c          | NC             | NA                 |                    |                          | Comentario   |  |
| Documentos del Camión<br>Revisar MAPRE-1 anterior.  |            |                |                    |                    |                          |  |  |
| Licencia de Transito  | -          |                |                    | 04-02              | - 2020                   |  |  |
| Revisar los   | 1          |                |                    | -                  |                          |  |  |
| documentos<br>del vehículo Soat   | 1          |                |                    | 13-11-             | 2020                     |  |  |
| Seguro todo riesgo  | 1          |                |                    | 20-00              | - 2020                   |  |  |
| Camión  | THERMAN    | O PARTY        | State .            | OPER SECRE         | CONTRACTOR OF THE PARTY. | CORNARDO CAMBO   | Name and Address of the Owner, where   |
| Umpleza general del vehículo<br>Revisar estado de placas  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Señalización RES. 3246 (Cintas reflectivas)   | 1          |                | 10000              |                    | CONTRACT.                |  | THE REAL PROPERTY.   |
| Sefalización "Carga Larga"  | 1          | -              |                    | 0 - 1              |                          |  |  |
| Verificar estado sistema de escape/exosto   | 1          |                |                    | Cambiav            | Por leh                  | revo metal   | 0  |
| Verificar engrase general de la unidad  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Drenar las trampas de combustible (ACPM)  | 1          |                |                    |                    | 200                      |  |  |
| Revisar nivel del aceite de motor   | 1          |                |                    |                    | STATE OF                 |  |  |
| Revisar et nivel de Diesel en tanque<br>(3/4: C / 1/4: NC )   | 1          |                |                    |                    | 100                      |  |  |
| Revisar el nivel de aceite de dirección   | -          |                |                    |                    | 100                      | The same of the sa |  |
| Revisar el nivel de liquido de frenos   | 1          |                |                    |                    | -                        |  | The second second  |
| Revisar nivel de refrigerante   | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Verificar limpieza y estado externo del radiador  | 1          | 1000           |                    |                    |                          |  | The second secon |
| Verificar estado/ajuste de mangueras radiador   | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Revisar estado de tanque refrigerante   | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Inspeccionar estado de correas Motor<br>Verificar estado del ventilador del motor                       | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Verificar estado de las líneas de combustible   | 1          |                |                    |                    | 134                      | The Property   |  |
| Verificar funcionamientos frenos cuatro puntos  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Revisar el estado de los muelles  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| (ballestas o bombonas)  Verificar recorrido pedal del clutch  | 1          |                |                    | 206                |                          |  |  |
| Revisar estado de bornes y nivel líquido de baterlas  | 1          | -              |                    |                    |                          |  |  |
| Estado de sistema GPS   | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Verificar luces (altas, medias, bajas, parqueo, freno)  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Verificar luces Perimetrales/licuadora  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Eje cardan y cadenas de seguridad   | 0          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Verificar estado de las llantas y calibración   | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Verificar estado flanta de repuesto y calibración<br>Inspeccionar estado de pernos y tuercas de flantas | -          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Revisar asientos y cinturones de seguridad  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Revisar funcionamiento de instrumentos  |            | 1              | 100                |                    |                          |  |  |
| tablero principal   |            | 1              | 19                 | Tocometro          | ppm.                     | y loz tobler   | O MOXIO.   |
| Revisar puertas/manijas eleva vidrios/chapas cabina   | /          |                |                    |                    |                          | 1  |  |
| Verificar fugas de aire. (separador de aire)  | 1          |                |                    | N. Carrier         |                          |  |  |
| Drenar tanque del sistema neumático del camión  | 0          |                | 3                  |                    |                          |  | STATE OF THE STATE OF  |
| Revisar funcionamiento de corneta y pito de reversa   | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Revisar estado de ventanas, panorámico y espejos<br>Revisar estado de plumillas                         | -          |                |                    |                    |                          |  |  |
| Revisar botiquin y fechas de vencimiento  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| tevisar botella lava ojos y estado del agua   |            | 1              |                    | No tiene           | 25                       |  |  |
| chequear triángulos o conos reflejantes   | 1          |                |                    | 110mg              |                          |  |  |
| erificar extintor y próxima fecha de recarga  | 1          |                |                    |                    |                          | -  |  |
| Unidad  | 100000     | ON PORTER      | 100                | NAME OF STREET     | The same                 | KI BUCKER  |  |
| evisar estado de piso laboratorio cabina conductor  | 7          | -              | THE REAL PROPERTY. | THE REAL PROPERTY. |                          |  |  |
| rvisar estado de cajones laterales/compuertas   | 7          |                |                    |                    |                          |  |  |
| visar nivel de Acelte hidráulico  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| visar estado de tanque hidráutico   | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| visar funcionamiento de enfriador hidráutico  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| lado del aire acondicionado   | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |
| rificar funcionamiento freno de emergencia  | 1          |                |                    |                    |                          |  |  |



DOCENCIA PÁGINA 31
DE 52

F-DC-125

## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 3. Planeación de acciones de mantenimiento según reportes diarios de operadores



PLANEACIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS QUE PERMITAN PROLOGAR LA VIGENCIA DE LOS EQUIPOS



| EQUIPO: SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN (AIRE ACONDICIONADO)                  |                                       |   |  |  |  |  |  |
|--|---------------------------------------|---|--|--|--|--|--|
| ACTIVIDAD  | ESTADO                                | DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD  |  |  |  |  |  |
| MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL O CUANDO SE PRESENTE NO CONFORMIDAD | NO FUNCIONA<br>BIEN, EMITE<br>RUIDOS. | <ol> <li>Se observa estado de filtros.</li> <li>Observar y oír el estado de los ventiladores.</li> <li>Medir la presión de gas en los compresores.</li> <li>Revisar los serpentines o unidades de condensación.</li> <li>Revisar el estado de las instalaciones eléctricas.</li> <li>Revisar si hay elementos desajustados.</li> <li>Revisar rejillas de salida y entrada de aire.</li> <li>Lavar o cambiar los filtros si están en mal estado o han cumplido su tiempo de servicio.</li> <li>Lavar las unidades condensadoras.</li> <li>Lubricar y cambiar rodamientos de los ventiladores si están gastados o dañados</li> <li>Suministrar gas si se requiere.</li> <li>Revisar el estado de la ducteria.</li> <li>Cambiar las instalaciones y conexiones eléctricas necesarias.</li> <li>Cambiar u organizar las rejillas del aire.</li> <li>Tapar el equipo y realizar pruebas</li> </ol> |  |  |  |  |  |



DOCENCIA PÁGINA 32
DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 4. Planeación de acciones de mantenimiento según reportes diarios de operadores



PLANEACIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS QUE PERMITAN PROLOGAR LA VIGENCIA DE LOS EQUIPOS



| EQUIPO: INSTRUMENTOS DE TABLERO PRINCIPAL                            |   |  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|
| ESTADO   | Descripción de actividad  |  |  |  |  |  |  |  |
| NO FUNCIONAN<br>BIEN,<br>TACÓMETRO Y<br>LUZ DE TABLERO<br>AVERIADOS. | <ol> <li>Inspección del estado de carga de las baterías, mediante prueba funcional.</li> <li>Se realiza limpieza general del tablero principal.</li> <li>Revisión interna de contactos, baterías y demás componentes.</li> <li>Revisión de las soldaduras defectuosas.</li> <li>Revisar el estado de los cables y clavijas6. Revisión externa con comprobación de voltajes</li> </ol> |  |  |  |  |  |  |  |
| EQUIPO: SISTEM   | MA HIDRÁULICO   |  |  |  |  |  |  |  |
| ESTADO   | Descripción de actividad  |  |  |  |  |  |  |  |
| MANGUERA<br>PRESENTA FUGA<br>DE HIDRÁULICO                           | <ol> <li>Revisión general del sistema W.L</li> <li>Revisión de mangueras del sistema.</li> <li>Ajuste de mangueras del sistema.</li> <li>Verificar funcionamiento de ventiladores enfriadores.</li> <li>Inspeccionar el las Válvulas de alivio que no se encuentren sucias o en mal estado.</li> </ol>  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | ESTADO  NO FUNCIONAN BIEN, TACÓMETRO Y LUZ DE TABLERO AVERIADOS.  EQUIPO: SISTEM ESTADO  MANGUERA PRESENTA FUGA   |  |  |  |  |  |  |  |





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 33

DE 52

## LISTA DE CHEQUEO RUTINARIA QUE SE ENCUENTRE IMPLÍCITA EN EL PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

Para el cumplimiento del presente objetivo se deben identificar las fallas más recurrentes y asociadas a la unidad después de cada sección de trabajo, en el caso hipotético de que no presente fallas la unidad, la lista de chequeo solo se centrara en prevenir fallas futuras debidas al desgaste.

La norma ISO 9001 de calidad y excelencia define Checklist como un formato de verificación de actividades repetitivas que tiene como finalidad verificar el cumplimiento de un listado de requisitos de manera sistemática("¿Qué es un checklist y como se debe utilizar?," n.d.) La lista de chequeo que se elaborará se centra en las condiciones de operación de la unidad, asumiendo que ya se encuentra en el sitio de trabajo y los operarios se disponen a ejecutar la actividad.

En la figura 5 se muestra una lista de chequeo que permite la ejecución de actividades de mantenimiento con la finalidad de mantener a la unidad operativa el mayor tiempo posible, ya que estos equipos miden su calidad en horas de producción, que es equivalente a decir cuantas horas estuvo en funcionamiento antes de una intervención de mantenimiento.



PÁGINA 34 DE 52

F-DC-125

## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### Figura 5. LISTA DE CHEQUE (CHECKLIST) UNIDAD SLICKLINE

| /   | LISTA DE CHEQUE (CHECKLIST) UNIDAD SLICKLINE            |   |          |          |               |          |              |      |  |
|---|---|---|----------|----------|---------------|----------|--------------|------|--|
| LUPATECH                                      | N°.ACTIVO   |   |          | EJECUTOR |               | CONCEPTO |              | LITS | Unidades<br>Tecnològicas<br>de Santander |
| -   | FECHA DE EMISIÓN  |   |          | REGISTRO |               |          |              | 1    | de santander                             |
| ESTADO  |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN                    |   | С | C NC NA  |          | OBSERVACIONES |          |              |      |  |
| Revisar botiquín y fechas de vencim           | iento   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Revisar botella lava ojos y estado de         | el agua   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Chequear triángulos o conos reflejar          | ntes  |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Verificar extintor y próxima fecha de         | recarga   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Revisar estado de piso laboratorio o          | abina conductor   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Revisar estado de cajones laterales,          | /compuertas   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Revisar nivel de Aceite hidráulico            |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Revisar estado de tanque hidráulico           |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Revisar funcionamiento de enfriador           | r hidráulico  |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Estado del aire acondicionado                 |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Verificar funcionamiento freno de en          | nergencia   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Inspeccionar estado del chasís y gra          | apas de fijación  |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Revisar estado y aseo de la cabina            |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Señalización "Carga Larga"                    |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Verificar engrase general de la unida         | ad  |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Verificar funcionamientos frenos cua          | atro puntos   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Revisar el estado de los muelles (ba          | Revisar el estado de los muelles (ballestas o bombonas) |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Verificar luces Perimetrales/licuadora        |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Eje cardan y cadenas de seguridad             |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Verificar estado de las llantas y calibración |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Verificar fugas de aire. (separador d         | /erificar fugas de aire. (separador de aire)            |   |          |          |               |          |              |      |  |
| Drenar tanque del sistema neumátic            |   |   |          |          |               |          |              |      |  |
| C=CONFOR                                      | RME   |   | NC= NO C | ONFORME  |               |          | NA= NO APLIC | CA   |  |
|   |   |   |          |          |               |          |              |      |  |



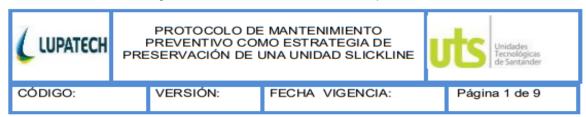
INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO

A continuación se presenta el protocolo elaborado según las actividades de mantenimiento que se estipulan para las unidades Slickline. Tiene una extensión de nueve páginas y se ilustra en forma de figura, desde la seis hasta la catorce

Figura 6. Protocolo de mantenimiento preventivo



| 1. PROCESO/SUBPROCESO RELACIONADO: | GESTIÓN ADMINISTRATIVA / DIVISIÓN ADMINISTRATIVA DE SERVICIOS                                   |
|------------------------------------|---|
| 2. RESPONSABLE(S):                 | TÉCNICO OPERATIVO - ÁREA DE EQUIPOS   |
| 3. OBJETIVO:                       | Garantizar la conservación y disponibilidad de los equipos<br>presentes en una Unidad Slickline |
| 4. ALCANCE:                        | Cumplir con la aplicación de los protocolos para garantizar la disponibilidad de los recursos.  |

| No | (Camión)  No. Actividad Descripción de actividad responsable ejecución |   |                             |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--|---|-----------------------------|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1  | Cambio de aceite<br>y filtros  | <ol> <li>Arranca el coche durante 5 o 10 minutos, El cambio del filtro y el vaciado del aceite se tiene que hacer con el aceite caliente</li> <li>Retirar el tapón de drenaje de aceite y dejar que salga en totalidad</li> </ol> | Técnico de<br>mantenimiento | Base de mantenimiento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



PÁGINA 36 **DOCENCIA** 

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

DE 52

Figura 7. Protocolo de mantenimiento preventivo





CÓDIGO:

VERSIÓN:

FECHA VIGENCIA:

Página 2 de 9

|     | Equipo: Motor y Embrague<br>(Camión) |  |                             |                          |  |  |  |  |  |  |
|-----|--------------------------------------|--|-----------------------------|--------------------------|--|--|--|--|--|--|
| No. | Actividad                            | Descripción de actividad   | Cargo<br>responsable        | Área<br>ejecución        |  |  |  |  |  |  |
|     |                                      | <ol> <li>Retire la protección y revise si<br/>hay daños. Inspeccione si hay<br/>indicios de desgaste o roce con<br/>los componentes de la<br/>transmisión. Limpie la protección<br/>según sea necesario</li> </ol> |                             |                          |  |  |  |  |  |  |
| 2   | Inspección de<br>correas             | Inspeccione las poleas por si<br>existe desgaste o daño.<br>Sustitúyalas si están gastadas   | Técnico de                  | Base de                  |  |  |  |  |  |  |
|     |                                      | <ol> <li>Revise la tensión de la correa y<br/>ajústela según sea necesario.</li> </ol>   | mantenimiento               | mantenimiento            |  |  |  |  |  |  |
|     |                                      | <ol> <li>Haga funcionar el sistema de<br/>transmisión. Observe y escuche<br/>cualquier indicio fuera de lo<br/>normal.</li> </ol>  |                             |                          |  |  |  |  |  |  |
|     |                                      | Quita la tapa de inspección en la parte inferior de la prensa del embrague y re-instálala una vez que se complete el mantenimiento.  |                             |                          |  |  |  |  |  |  |
|     |                                      | Chequea y mide la distancia<br>entre las puntas de la horquilla y<br>las almohadillas de contacto en<br>la parte inferior de la carcasa del<br>rodamiento de desembrague   | Técnico de<br>mantenimiento | Base de<br>mantenimiento |  |  |  |  |  |  |
|     | de embrague                          | <ol> <li>Gira el volante hasta que el<br/>seguro de ajuste esté alineado<br/>con el orificio de inspección.<br/>Retira el tornillo y el seguro.</li> </ol>   |                             |                          |  |  |  |  |  |  |
|     |                                      | Vuelve a colocar el seguro de<br>ajuste después de verificar que<br>el juego de 1/8 de pulgada entre<br>la horquilla y las almohadillas de<br>contacto se alcancen   |                             |                          |  |  |  |  |  |  |



F-DC-125

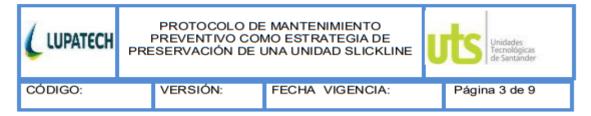
## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 37

DE 52

Figura 8. Protocolo de mantenimiento preventivo



| No. | Actividad  |    | Descripción de actividad  | Cargo<br>responsable        | Área<br>ejecución       |
|-----|--|----|---|-----------------------------|-------------------------|
|     | Revisión de nivel <sup>3</sup><br>y drenaje del<br>tanque de | 1. | Precaución con equipos<br>eléctricos que puedan emitir<br>chispa                              |                             |                         |
|     |  | 2. | Revisar estado del tambor y<br>nivel de suciedad  |                             |                         |
|     |  | 3. | Depositar el combustible<br>drenado en un tambor de<br>almacenamiento                         | Técnico de<br>mantenimiento | Base de<br>mantenimient |
|     |  | 4. | Realizar lavado del tambor con<br>jabón industrial y posteriormente<br>con combustible limpio |                             |                         |
|     |  | 5. | Cambio de filtro y reposición de<br>combustible   |                             |                         |

|     | Equipo: Suspensión delantera y<br>Dirección (Camión) |   |                                 |                          |  |  |  |
|-----|--|---|---------------------------------|--------------------------|--|--|--|
| No. | Actividad  | Descripción de acti   | vidad Cargo<br>responsable      | Área<br>ejecución        |  |  |  |
|     |  | Desmontar llantas par<br>acceder a los rodamier     Retirar guardas de se<br>del rodamiento y lim<br>solvente desengrasante | eguridad<br>piar con            |                          |  |  |  |
|     | Engrase de<br>rodamientos                            | Observar el estac<br>rodamiento y adicior<br>grasa suficiente     colocar la protecci<br>rodamiento y montaje               | ar una Técnico de mantenimiento | Base de<br>mantenimiento |  |  |  |
|     |  | piezas<br>i. verificar que todo<br>quedado en buen esta   | haya                            |                          |  |  |  |



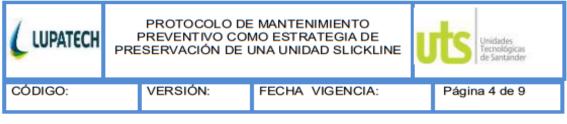
DOCENCIA PÁGINA 38 DE 52

F-DC-125

# INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 9. Protocolo de mantenimiento preventivo



|     | Equipo: Eje propulsor y<br>suspensión trasera (Camión) |  |                             |                          |  |  |  |
|-----|--|--|-----------------------------|--------------------------|--|--|--|
| No. | Actividad  | Descripción de actividad   | Cargo<br>responsable        | Área<br>ejecución        |  |  |  |
| 1   | Engrase de<br>rodamientos                              | <ol> <li>Desmontar llantas para poder acceder a los rodamientos</li> <li>Retirar guardas de seguridad del rodamiento y limpiar con solvente desengrasante</li> <li>Observar el estado del rodamiento y adicionar una grasa suficiente.</li> <li>colocar la protección del rodamiento y montaje de las piezas.</li> <li>verificar que todo haya quedado en buen estado</li> </ol> | Técnico de<br>mantenimiento | Base de<br>mantenimiento |  |  |  |



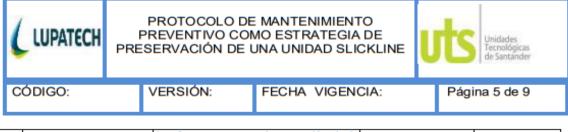
PÁGINA 39 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 10. Protocolo de mantenimiento preventivo



|     | Equipo: Sistema de refrigeración y<br>Lubricación (Camión) |   |   |  |  |  |
|-----|--|---|---|--|--|--|
| No. | Actividad  | Descripción de actividad  | Cargo Área<br>sponsable ejecución                 |  |  |  |
| 1   | Revisión de<br>niveles y<br>Completar nivel<br>de liquido  | Revisar nivel de refrigerante y reponer hasta llegar al nivel sugerido.     Revisar estado de las mangueras asociadas al sistema.     Observar y oír el estado de los ventiladores.   | Técnico de Base de<br>nantenimiento mantenimiento |  |  |  |
| 2   | Corrección de<br>posibles fugas de<br>refrigerante         | Verificar que el sistema no tenga fuga de refrigerante. Por el daños en el radiador.      Mediante la inspección visual de las mangueras, abrazaderas y conexiones corregir fugas presentes      Apretar abrazaderas, cambio de mangueras averiadas | Técnico de Base de<br>nantenimiento mantenimiento |  |  |  |



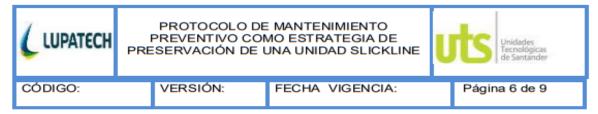
PÁGINA 40 DE 52

F-DC-125

# INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 11. Protocolo de mantenimiento preventivo



|     | Equipo: Sistema eléctrico (Camión)            |   |                             |                          |  |  |
|-----|---|---|-----------------------------|--------------------------|--|--|
| No. | Actividad                                     | Descripción de actividad  | Cargo<br>responsable        | Área<br>ejecución        |  |  |
| 1   | Revisión completa<br>del sistema<br>eléctrico | Se realiza limpieza general del equipo con espray desalojador de humedad y limpiador de contactos eléctricos.     Revisión del estado de los componentes electrónicos, revisión estado de las resistencias, revisar el estado de los cables.     Funcionamiento de la batería, que se encuentre con la carga normal     Realizar pruebas a al sistemas de luces | Técnico de<br>mantenimiento | Base de<br>mantenimiento |  |  |
|     |   | <ol><li>Remplazar dispositivos que se<br/>encuentren en fallas.</li></ol>   |                             |                          |  |  |

|     | Equipo: Transmisión y<br>sistema de frenos (Camión) |                |   |                             |                          |  |  |
|-----|---|----------------|---|-----------------------------|--------------------------|--|--|
| No. | Actividad   |                | Descripción de actividad  | Cargo<br>responsable        | Área<br>ejecución        |  |  |
| 1   | Revisión completa<br>del sistema de<br>frenos       | 1.<br>2.<br>3. | Realizar limpieza general del sistema con líquido desengrasante.  Revisar y reponer nivel de líquido para frenos, en caso de ser necesario.  Revisión del sistema de freno de emergencia.  Inspeccionar área neumática de los frenos. | Técnico de<br>mantenimiento | Base de<br>mantenimiento |  |  |



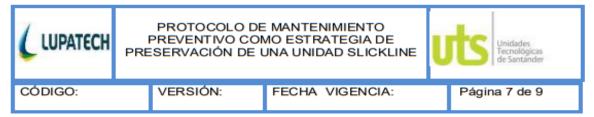
PÁGINA 41 DE 52

F-DC-125

# INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 12. Protocolo de mantenimiento preventivo



|     | Equipo: Unidad Slickline                             |  |   |                             |                          |  |
|-----|--|--|---|-----------------------------|--------------------------|--|
| No. | Actividad  | Descripción (  | Descripción de actividad  |                             | Area<br>ejecución        |  |
| 1   | Mantenimiento<br>preventivo (Aire<br>acondicionado ) | ventiladores.  3. Medir la presió compresores.  4. Inspeccionar lo unidades de confidence de confidence de instalaciones el desajustados.  | el estado de los n de gas en los es serpentines o ndensación. estado de las éctricas. hay elementos s de salida y | Técnico de<br>mantenimiento | Base de<br>mantenimiento |  |
| 2   | Mantenimiento<br>correctivo (Aire<br>acondicionado ) | están en mal cumplido su tier  2. Lavar y Lubric condensadoras  3. cambiar rodan ventiladores si o dañados  4. Suministrar gas  5. Revisar el estad  6. Cambiar las conexiones necesarias.  7. Cambiar u orgadel aire. | nientos de los<br>i están gastados<br>si se requiere.<br>do de la ducteria.<br>instalaciones y<br>eléctricas      | Técnico de<br>mantenimiento | Base de<br>mantenimiento |  |



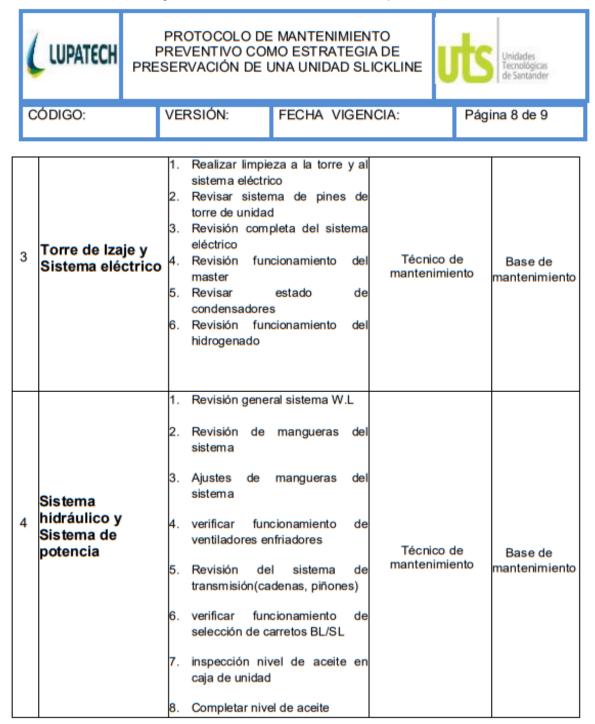
PÁGINA 42 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 13. Protocolo de mantenimiento preventivo





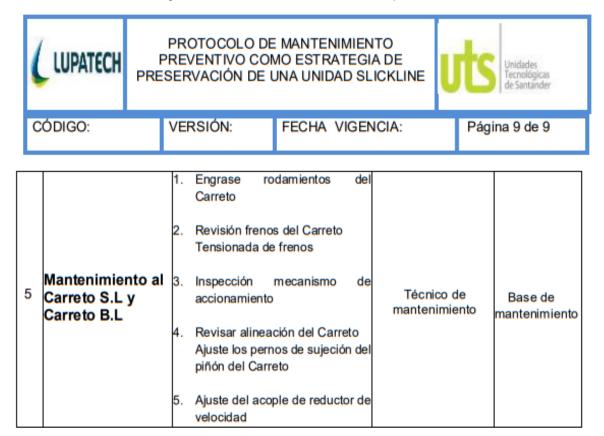
PÁGINA 43 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Figura 14. Protocolo de mantenimiento preventivo



| FECHA      | VERSIÓN:<br>No | CÓDIGO | MODIFICACIONES   |
|------------|----------------|--------|--|
| 20/08/2020 | 0              |        | Creación de un protocolos de mantenimiento<br>para una Unidad Slickline de acuerdo a los<br>manuales de usurarios. |

| ELABORACIÓN             | REVISIÓN               | APROBACIÓN |
|-------------------------|------------------------|------------|
|                         |                        |            |
|                         |                        |            |
| Funcionario Responsable | Responsable de Proceso |            |
| Cargo:                  | Cargo:                 | Rector     |
| Fecha:                  | Fecha:                 | Fecha:     |



PÁGINA 44 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### 5. **RESULTADOS**

Se diseñó una planeación objetiva de algunas tareas de mantenimiento basadas en reportes de operarios, estas actividades permiten a los operarios llevar el control de mantenimiento y disminuir el tiempo de paradas, teniendo en cuenta que al momento de ejecutar el mantenimiento total de la unidad algunos dispositivos van a estar en buenas condiciones de operación por lo que no será necesario remplazarlas, dichas actividades se encuentran consagradas en documento que será entregado a la empresa.

Se realizó una lista de chequeo basada de en los estándares de la norma Iso 9001 en la cual se desean inspeccionar equipos de alta criticidad en la unidad como estrategia de prevención de fallas, debido a que esté checklist se debe ejecutar cuando la unidad vaya a realizar una intervención en alguna actividad, ya que no tiene en cuenta los aspectos relacionados con el camión, sin embargo, esta lista de chequeo garantiza eficacia en las ejecuciones de las actividades.

Como resultado se obtuvo un protocolo de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo implementado en una unidad Slickline, con la finalidad de mantener el equipo en operación el mayor tiempo posible, este protocolo está diseñado en un documento Word de que puede ser actualizado conforme se actualicen las unidades, al aplicase de manera correcta el protocolo a la unidad garantizara a los operarios el correcto funcionamiento de los equipos que hacen parte de la unidad, teniendo en cuenta que se programan actividades para el camión y la unidad.



PÁGINA 45 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### 6. CONCLUSIONES

Podemos concluir que implementar un protocolo de mantenimiento preventivo a una Unidad Slickline, prolonga su vida útil y mitiga el tiempo utilizado en las paradas, en la ejecución del protocolo se presentaron diversos inconvenientes, algunos relacionados con la planeación de actividades ya que todas las actividades son importantes y es de mucha importancia tener los equipos de la unidad en estado operativo, sin embargo, se logró superar de acuerdo a un análisis de criticidad que se le realizo para poder dar prioridad a las actividades criticas de operación.

Otro inconveniente que se presentó en la elaboración fue la poca información con la que se cuenta acerca de estas unidades. Debido no su conformación está dada por la recopilación de equipos entre distintos fabricantes y no poseen un manual de mantenimiento estructurado, se superó esta etapa del proceso basándonos en pequeñas acciones de mantenimiento que constituyen a cada equipo por separado y obteniendo así una especie de manual estructurado en el cual se tiene en cuenta el camión y la unidad.

El protocolo de mantenimiento se puede implementar en cualquier unidad y esto es debido a que abarca las actividades de manera general teniendo en cuenta todas las condiciones de los equipos, sin embargo, puede que algunas actividades no cumplan en otras unidades por los distintos equipos que ellas tienen y esto puede diferir en el modo de uso, pese a lo anterior se puede argumentar que la filosofía de operación de cada equipo en un lugar específico debe ser la misma, es decir, el sistema de frenado tiene la misma función independientemente de si es accionado por aire o por líquido.



PÁGINA 46 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

#### 7. RECOMENDACIONES

Debido a que el protocolo está diseñado para Unidades Slickline las cuales difieren en una minúscula proporción con las Unidades de Wireline, se recomienda en futuros trabajos ampliar el protocolo para que este cumpla con los dos tipos de unidad y generen mayor impacto en las acciones de mantenimiento, sin embargo para ello es necesario que se dedique una segunda investigación centrada en el principio de funcionamiento de las Unidades Wireline.

Para una posterior mejora del protocolo se recomienda implementar actividades que se centren en el embellecimiento del equipo ya que es un factor muy importante, en este documento solo lo llevamos hasta el concepto de limpieza general, sin embargo, la aplicación de pintura también es un factor que puede alargar la vida útil de las componentes que están a la intemperie por un tiempo prolongado, lo que puede causar corrosión, oxidación deterioro permanente y esto presenta un mal aspecto visual.



-DC-125

## INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

PÁGINA 47

DE 52

### 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¿Qué es un checklist y como se debe utilizar? (n.d.). Retrieved August 16, 2020, from https://www.isotools.org/2018/03/08/que-es-un-checklist-y-como-se-debe-utilizar/
- El análisis de aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada. (n.d.).
- Estandarización de procesos con la norma iso 9001. (n.d.). Retrieved June 5, 2020, from https://iso9001-calidad-total.com/2015/03/03/como-estandarizar-los-procesos-bajo-la-norma-iso-9001/
- Mantenimiento Petroquímica. (n.d.). Retrieved March 30, 2020, from http://mantenimientopetroquimica.com/
- Rodriguez, N. (2008). MANUAL DE OPERACIONES SLICKLINE MANUAL DE OPERACIONES SLICKLINE (Vol. 1). Retrieved from file:///C:/Users/Smith/Downloads/MANUAL\_DE\_OPERACIONES\_SLICKLINE \_MANUAL\_D.pdf
- Servicios industriales en Tarragona Valls | Montajes y servicios auxiliares Termo-Watt. (n.d.). Retrieved June 5, 2020, from https://www.termo-watt.com/
- Energy Press. (14 de octubre de 2014). Obtenido de https://www.mejorinformado.com/petroleo/2014/10/14/depsitos-definicintipos-pozos-petroleros-8566.html#:~:text=Son%20aquellos%20pozos%20perforados%20con,embargo%2C%20algunos%20pueden%20resultar%20secos.
- Galp. (2010). Obtenido de https://www.galpenergia.com/ES/agalpenergia/Osnossos-negocios/Exploracao-Producao/fundamentos-engenhariapetroleo/Paginas/Perforacion.aspx
- González González, R., & Jimeno Bernal, J. (2012). Obtenido de https://www.pdcahome.com/check-list/#:~:text=Las%20%E2%80%9Clistas%20de%20control%E2%80%9D%2 C,ordenadamente%20y%20de%20forma%20sistem%C3%A1tica.
- Hernandez Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación. 2ª. ed. Pág. 52 134*. McGraw-Hill: México, D.F.
- Liñan Reyes, A. (s.f.). Obtenido de http://www.elportaldelhombre.com/estilismo/item/505-protocolo-que-es-que-abarca-para-que-sirve





INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, **EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO** 

VFRSIÓN: 1.0

- Marino. (16 de Julio de 2015). Obtenido de https://www.gob.mx/sener/articulos/queson-los
  - hidrocarburos#:~:text=Los%20Hidrocarburos%20son%20un%20grupo,todo s%20los%20dem%C3%A1s%20compuestos%20org%C3%A1nicos.
- Martins, R. (2018). Qualiex. Obtenido de https://blogdelacalidad.com/analisis-demodos-de-fallas-v-efectosfmea/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20modos%20de,utilizaran%2 0para%20inhibir%20las%20fallas.
- Mendez, (2015).Petroleo mundo. Obtenido de http://petroleomundo.blogspot.com/2015/04/principios-del-control-del-pozoy
  - bop.html#:~:text=El%20BOP%20es%20una%20v%C3%A1lvula,del%20yaci miento%20durante%20la%20perforaci%C3%B3n.
- Menesby. E. (2012).**Fundamentos** de Costos. Obtenido de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/7438/Fundamentos% 20de%20Costos%207-46.pdf;jsessionid=3CC47F6CBACFD9A955681CA578FB9CE1.jvm1?seque
- nce=1 Septiembre Palacio. J. (03)de de 2015). Obtenido de https://www.eoi.es/blogs/redinnovacionEOI/2015/09/03/que-es-la-
- innovacion/ Tecnologia Mantenimiento y Vibración (2020).TMV. Obtenido de http://www.tmv.com.mx/servicio-de-mantenimiento-proactivo.html
- Wordpress. (2016). Obtenido de https://slickline.wordpress.com/%C2%BFque-esel-slick-line/



PÁGINA 49 DE 52

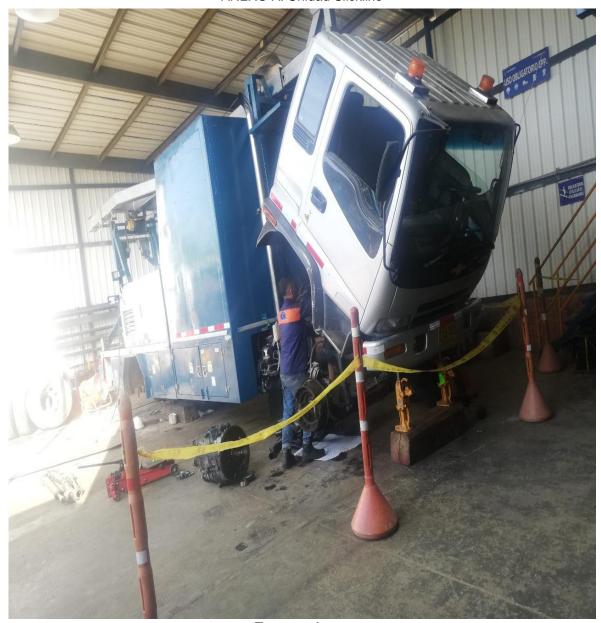
F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

### 9. ANEXOS

ANEXO A. Unidad Slickline





PÁGINA 50 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

### ANEXO B. Mandos Hidráulicos





PÁGINA 51 DE 52

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

ANEXO C. Bandas de freno accionada neumáticamente





PÁGINA 52 DE 52

F-DC-125

#### INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

### ANEXO D. Cambio de llantas y mangueras

