

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
UNIDADES DE WIRELINE DE LA EMPRESA EXPRO GROUP

DARIO ALONSO PRIETO NIÑO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS FACULTAD DE
INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTA 2022

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
UNIDADES DE WIRELINE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNIDADES DE
WIRELINE DE LA EMPRESA EXPRO GROUP

DARIO ALONSO PRIETO NIÑO

Monografía de grado presentada como requisito para optar por el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: Fabian Francisco Rincón Toloza

Codirector: Arley Hernández Vergel

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS FACULTAD DE
INGENIERIAS FISICOMECHANICAS

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

BOGOTA 2022

Dedicatoria

A mi abuela paterna Margarita Caicedo Casallas por apoyarme en este camino, que gracias a su esfuerzo y apoyo logre culminar, y por todo su amor incondicional que me ha brindado a lo largo de mi vida.

A mi hija Camila Alejandra Prieto Hernández, porque es mi mayor inspiración para seguir adelante y alcanzar mis objetivos; Es la fuerza que nunca me deja desvanecer en el sin fin de obstáculos que se presentan y que siempre supero.

A mi madre Dora Yolanda Niño Chavarro por siempre brindarme su amor y comprensión

A mis hermanos, familiares y amigos que de una u otra forma siempre están presentes en mi vida brindándome su apoyo, cariño y energía positiva.

Agradecimientos

Dar en primer lugar los agradecimientos a la madre naturaleza quien me dio la posibilidad de culminar esta etapa de la mejor manera, con salud, y vida.

Un agradecimiento muy especial a la Universidad Industrial de Santander–UIS por darnos el mejor profesorado y todo su apoyo logístico e intelectual para con esta especialización y así hacerme crecer no solo como profesional sino como ser humano.

De igual manera a la compañía Expro Group Colombia por permitirme poder trabajar mi proyecto sobre sus equipos y por siempre estar dispuestos a brindarme la información y todo lo necesario para su realización.

Por último y no menos importante a mi director y codirector Fabian y Arley quienes siempre me apoyaron en este proceso y de quien aprendí muchísimo y siempre fueron mi apoyo en los momentos más difíciles.

Tabla de Contenido

Resumen.....	8
Summary.....	10
Introducción	11
1. Descripción del Proyecto.....	13
Antecedentes del problema.....	13
Definición del Problema	13
Pregunta de Investigación.....	14
2. Justificación.....	15
3. Objetivos	17
3.1 Objetivo General:	17
3.2 Objetivos Específicos:.....	17
4. Marco Teórico	18
4.2 Marco Conceptual	30
4.3 Marco Legal	31
5. Diseño Metodológico	33
6. Resultados	35
Conclusiones	51
Recomendaciones	52
Bibliografía	53
Anexos.....	56

Lista de Tablas

Tabla 1. Factores, frecuencias y consecuencias	38
Tabla 2. Matriz de Criticidad	39
Tabla 3. Calculo criticidad equipos.....	40

Lista de Figuras

Figura 1. Programación mantenimiento preventivo.....	35
Figura 2. Ficha técnica costos de mantenimiento.....	46
Figura 3. Ficha técnica de mantenimiento	47
Figura 4. Diagrama actividades Mantenimiento preventivo	49
Figura 5. Diagrama de actividades Mantenimiento Correctivo	50

Resumen

Descripción:

Expro Group fundada en 1973 en Inglaterra, es una empresa experta en la optimización de flujo de pozos, combinando tecnología innovadora con datos de alta calidad en la gestión del flujo de pozos, acceso a pozos submarinos, intervenciones de pozos y soluciones de producción, brindando un servicio que no solo es de vanguardia sino altamente preciso.

Expro Group está en más de 50 países cubriendo zonas como Europa, África Subsahariana, Asia, Medio Oriente, África del Norte, América del Norte y América Latina; Teniendo como sedes regionales Aberdeen, Dubái, Houston y Kuala Lumpur.

Expro Group está en Colombia desde hace 6 años prestando servicios de well intervention siendo la línea de Wireline la de más importancia y producción para Colombia.

En la industria del petróleo y el gas, el termino de Wireline se refiere al uso de cables multiconductores o de un solo conductor como medio de transporte para la adquisición de datos petrofísicos, geofísicos del subsuelo y la prestación de servicios de construcción de pozos, tales como recuperación de tubería, perforación, colocación de tapones, limpieza de pozos, pesca entre otros. La información geofísica y petrofísica del subsuelo da como resultado la descripción y el análisis de la geología del subsuelo, las propiedades del yacimiento y las características de producción.

Para hacer trabajos de wireline es necesario tener un camión de registros o unidad, actualmente Expro Group Colombia tiene 5 unidades y al finalizar el año espera contar con 8 de ellas para sus trabajos.

En estos momentos Expro Group cuenta con programa de mantenimiento correctivo y un programa de mantenimiento programado básico basado en las recomendaciones de los fabricantes de las unidades, lo que ha causado varios problemas, ya que estos programas no son suficientes para optimizar el trabajo de ellas de allí que se haga necesario la creación de un programa de mantenimiento bien estructurado y específico para las unidades ya que son un equipo con un nivel de criticidad muy importante para la compañía.

Palabras clave: mantenimiento, mantenimiento preventivo, programa de mantenimiento, Wireline, unidades de wireline.

Summary

Description:

Expro Group founded in 1973 in England, is an expert company in well flow optimization. Combining innovative technology with high quality data in well flow management, subsea well access, well interventions and production solutions, delivering a service that is not only cutting edge but highly accurate.

Expro Group is in more than 50 countries covering areas such as Europe, Sub-Saharan Africa, Asia, the Middle East, North Africa, North America, and Latin America; Having as regional headquarters Aberdeen, Dubai, Houston, and Kuala Lumpur.

Expro Group has been in Colombia for 6 years providing well intervention services, with the Wireline line being the most important and productive for Colombia.

In the oil and gas industry, the term Wireline refers to the use of multi-conductor or single-conductor cables as a means of transport for the acquisition of subsurface petrophysical and geophysical data and the provision of well construction services, such as pipe recovery, drilling, plug placement, well cleaning, fishing, among others. Subsurface geophysical and petrophysical information results in the description and analysis of subsurface geology, reservoir properties, and production characteristics.

To do wireline work it is necessary to have a log truck or unit. Expro Group Colombia currently has 5 units and by the end of the year it expects to have 8 of them for its work.

Currently Expro Group has a corrective maintenance program and a basic scheduled maintenance program based on the recommendations of the unit manufacturers, which has caused several problems since these programs are not enough to optimize their work there. that it becomes necessary to create a well-structured and specific maintenance program for the units, since they are a piece of equipment with a very important level of criticality for the company.

Keywords: maintenance, preventive maintenance, maintenance schedule, wireline, wireline units,

Introducción

Desde la Primera Revolución Industrial, el mantenimiento ha avanzado condicionado por los cambios en las formas de producción y consumo globales, lo cual incide en nuevas configuraciones de gestión dentro de las organizaciones. Su importancia, radica en la misión que tiene de conservar equipos, maquinaria e infraestructura, en condiciones de operación normales, a fin de garantizar su disponibilidad para que el proceso productivo logre cumplir con la cantidad y calidad demandada.

Se empieza a transitar de un mantenimiento meramente correctivo, en el cual se actúa cuando una máquina o equipo falla, hacia uno preventivo, para evitar que las fallas ocurran. Estas dos estrategias han sido las más empleadas en la industria alrededor del mundo. Específicamente, en el sector petrolero, en estos momentos Expro Group cuenta con programa de mantenimiento correctivo y un programa de mantenimiento programado básico basado en las recomendaciones de los fabricantes de las unidades, lo que ha causado varios problemas, ya que estos programas no son suficientes para optimizar el trabajo de ellas de allí que se haga necesario la creación de un programa de mantenimiento bien estructurado y específico para las unidades ya que son un equipo con un nivel de criticidad muy importante para la compañía.

Aunque, las empresas aún enfocan sus esfuerzos en gestionar un mantenimiento preventivo, el correctivo no puede desaparecer, dado que siempre habrá un porcentaje de incertidumbre respecto al daño inesperado de los equipos.

No obstante, la estrategia de mantenimiento no se debe basar exclusivamente en el correctivo el cual genera grandes desventajas a la gestión empresarial como altos costos y escasa confiabilidad y, si bien, el preventivo ayuda a coordinar de manera anticipada las actividades que deben hacerse a fin de evitar fallas, esto resulta insuficiente para satisfacer las necesidades de servicio y disponibilidad continua que requiere el proceso productivo para cumplir con las metas y objetivos de gerencia.

Por otro lado, el Mantenimiento Basado en Condición o "Condition Based Maintenance" en inglés [CBM], permite avanzar en las estrategias implementadas hasta ahora. Este, postula que es más eficaz (en términos de disponibilidad, fiabilidad,

costos, vida útil del activo, seguridad e impacto ambiental) intervenir un equipo o instalación con base en el diagnóstico previo de sus condiciones, debido a que, una vez determinada su “salud” se procede sólo si “hay síntomas de una degradación en un elemento que requiere una acción: limpiar, apretar, engrasar, reacondicionar, sustituir”, haciendo de esta forma más efectiva la gestión del mantenimiento en una compañía.

En el caso particular de Expro Group, la empresa ha basado su estrategia de mantenimiento en la corrección y prevención, sin embargo, estas no permiten alcanzar las expectativas de confianza para las máquinas y sus equipos durante el proceso productivo, por lo cual, se diseñó un plan de mantenimiento basado en condición [CBM] que permita mejorar la gestión del área encargada a fin de incidir directa y positivamente en otras áreas críticas de la empresa como: Producción, Marketing y Servicio al Cliente, al generar menores órdenes correctivas, evitar fallas inesperadas, y la programación sorpresiva de actividades de mantenimiento que retrasen el cumplimiento de las metas planteadas.

El presente plan, busca desde el enfoque de la Gerencia del Mantenimiento, brindar una secuencia lógica de las actividades que se sugieren realizar en la empresa Expro Group, “utilizando técnicas de monitoreo de condición y evaluación de elementos de las máquinas como ultrasonidos, termografía, análisis de vibraciones, análisis de aceites y ensayos no destructivos” para avanzar hacia una estrategia de mantenimiento más integral.

Para ello, se diseñó un plan se efectuó en varias etapas, la primera correspondió al diagnóstico de las condiciones de gestión del Área de Mantenimiento, la segunda, la identificación de los equipos críticos a los cuales se dirigió la formulación, la tercera, estableciendo los modos de falla más recurrentes y, por último, la entrega de un plan de mantenimiento basado en condición y adecuado a la situación de la empresa, definiendo los recursos necesarios para la futura implementación.

1. Descripción del Proyecto

Antecedentes del problema

Cuando hablamos de disponibilidad de los equipos, desde hace muchos años, se ha mantenido la coordinación de mantenimiento basado en estrategias en mantenimiento preventivo y correctivo, el primero, se centra en un cambio periódico de elementos de desgaste con base a manuales y catálogos suministrados por los mismos fabricantes de la maquinaria, con la gran desventaja de que en muchos casos no se hace el máximo aprovechamiento de los componentes que se reemplazan y adicional, la mayoría de los equipos que componen las máquinas. Por otro lado, el mantenimiento correctivo o reactivo, se realiza cuando ocurre un daño en la máquina, lo cual ocasiona costosas y repentinas paradas a la producción.

Lo anterior, ha causado que actualmente la estrategia de mantenimiento no resulte efectiva ya que se ha evidenciado el incremento de las fallas no programadas en las unidades con mayores costos de mantenimiento, tiempos de reparaciones más extensos, problemas de inventarios y repuestos, deficiente planeación de las actividades de mantenimiento y la afectación directa a la producción de la empresa.

Teniendo en cuenta esto, es clara la necesidad de establecer una estrategia complementaria al mantenimiento preventivo y correctivo la cual permita realizar un seguimiento bajo operación de la condición de las unidades más críticas con el fin de lograr una mayor disponibilidad de estos y el máximo aprovechamiento de los recursos de mantenimiento para cumplir a tiempo los objetivos de producción propuestos por la directiva.

Definición del Problema

Expro Group, fundada en 1973, es una empresa experta en la optimización de flujo de pozos, combinando tecnología innovadora con datos de alta calidad en la gestión del flujo de pozos, acceso a pozos submarinos, intervenciones de pozos y soluciones de producción, brindando un servicio que no solo es de vanguardia sino altamente preciso, por lo cual, dispone de 5 unidades y a la espera de 3 más en este

año las cuales trabajan prácticamente las 24 horas los siete días de la semana, estos garantizan las metas de producción de la compañía.

Debido a esta exigencia la empresa tiene un Área de Mantenimiento con personas calificadas en los temas específicos que se requiere en su momento, las cuales están dispuestas a cumplir los planes de mantenimiento establecidos.

En este tipo de mantenimiento el objetivo o función primordial es el de predecir con toda oportunidad la aparición de una posible falla y/o diagnosticar un daño futuro al equipo. En este sistema, la característica principal es el empleo de aparatos e instrumentos de prueba, medición y control.

Este tipo de mantenimiento es necesario porque ayuda a evitar las costosas reparaciones de equipo y maquinaria, así como minimizar el tiempo perdido por suspensiones imprevistas.

Con este sistema, no es necesario aumentar la cantidad de personal requerido para aplicar los procedimientos, ya que se cuenta con el personal de supervisión indispensable para mantener y conservar las instalaciones.

Pregunta de Investigación

¿Es posible crear un programa de mantenimiento para unidades de wireline que incremente su confiabilidad en 20 % y que reduzca costos en un 35% por posibles paradas imprevistas?

Si, se puede realizar un programa de mantenimiento preventivo para unidades de wireline con el cual podemos aumentar la confiabilidad en un 20% de las unidades, disminuir los costos en un 35% por paradas no programadas y dar un mejor servicio tanto al cliente como a la misma empresa.

2. Justificación

Los costos de mantenimiento se han convertido en un renglón, de suma importancia, dentro de los totales de la producción de toda empresa, y es función de los departamentos de ingeniería de mantenimiento, lograr que estos minimicen, desarrollando un plan o programas de trabajo.

En este tipo de mantenimiento el objetivo o función primordial es el de predecir con toda oportunidad la aparición de una posible falla y/o diagnosticar un daño futuro al equipo. en este sistema, la característica principal es el empleo de aparatos e instrumentos de prueba, medición y control. Este tipo de mantenimiento es necesario porque ayuda a evitar las costosas reparaciones de equipo y maquinaria, así como minimizar el tiempo perdido por suspensiones imprevistas.

Con este sistema, no es necesario aumentar la cantidad de personal requerido para aplicar los procedimientos, ya que se cuenta con el personal de supervisión indispensable para mantener y conservar las instalaciones.

Al desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para unidades de Wireline en Expro Group Colombia tendremos un mayor control de los recursos asignados, ya que podemos saber cuándo una unidad de wireline está próxima a necesitar mantenimiento y así se puede mejorar su vida útil, adicionalmente se verá una mejoría en varios campos como los siguientes:

- Mantener las unidades de Wireline con alta disponibilidad.
- Optimizar costos con lo referente al mantenimiento.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad del personal.
- Prolongar la vida útil de las unidades de wireline.
- Información más detallada de las unidades de wireline.
- Disminuir paradas y reparaciones imprevistas.
- Mano de obra optima.
- Menos graves los daños imprevistos.
- Mayor confiabilidad.
- Mejor servicio para el cliente y para la compañía.

La característica principal de este sistema es detectar las fallas o anomalías en su fase inicial y su corrección en el momento oportuno. Esto implica en "prevenir" ósea, la correcta anticipación para evitar un riesgo o un daño mayor a las unidades. Con el auxilio del mantenimiento predictivo, ahora en forma conjunta con el preventivo, y programas de mantenimiento adecuadamente planeados, la conservación de las unidades está en su grado óptimo, dando como resultado una mayor disponibilidad del equipo, reduciendo con esto los tiempos de operación de este en la perforación o desarrollo.

Una buena organización de mantenimiento que se aplique con estos sistemas, con experiencia, determinara las causas de fallas repetitivas y la vida útil de componentes, llegando a conocer los puntos débiles de la maquinaria e instalaciones.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General:

Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y así poder reducir gastos no contemplados en un 35%, y aumentar la confiabilidad de las unidades de wireline en un 20% para mejorar la eficiencia del servicio.

3.2 Objetivos Específicos:

- Realizar un diagnóstico del estado actual del mantenimiento de las unidades de wireline en Expro Group Colombia.
- Realizar un estudio de criticidad para las unidades de Wireline, para priorizar mantenimientos y establecer los tipos de gestión más adecuados de acuerdo con la criticidad.
- Desarrollar un plan de mantenimiento programado, preventivo y correctivo para las unidades de wireline.
- Desarrollar un sistema de información para las unidades de wireline donde se encuentre fichas técnicas, hoja de vida, indicadores de gestión, costos, planes de mantenimiento, formatos de inspección y así poder realizar mantenimiento más adecuado y optimizado.

4. Marco Teórico

Los primeros registros históricos de la existencia de petróleo en Colombia se remontan a la conquista española, cuando las tropas de Gonzalo Jiménez de Quesada llegaron por el río Magdalena a La Tora, un caserío de los yariguíes situado en lo que hoy es Barrancabermeja-Santander.

En los alrededores encontraron lugares donde manaba un líquido negro y aceitoso que los yariguíes utilizaban como reconfortante corporal, entre otros usos. Los españoles lo usaron a su vez para impermeabilizar las embarcaciones. Siglos después ese aceite vendría a ser la base de lo que hoy es la industria colombiana del petróleo.

Desde los albores del siglo XX, cuando se inició la explotación del petróleo en Colombia, la política que ha regido a esta industria ha tenido diversos y profundos cambios por parte de los distintos gobiernos, en sus esfuerzos por mantener una producción de petróleo que abastezca el consumo nacional y de paso exporte los excedentes que le generen recursos adicionales a la nación.

En la búsqueda y extracción de hidrocarburos Colombia ha pasado de un sistema de concesión a un contrato de asociación con variables como el Factor R. Hoy, cien años después de los primeros hallazgos comerciales de crudo, cuenta con un modelo de contrato de exploración y producción muy competitivo internacionalmente.

Así mismo, la administración de esos recursos no renovables pasó de una empresa industrial y comercial del Estado (La Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol), que durante 52 años se encargó de gestionar el mapa de tierras y las reservas de hidrocarburos en el país, a la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), unidad especial del Ministerio de Minas y Energía.

La Empresa Colombiana de Petróleos pasó a llamarse Ecopetrol S.A. y se convirtió en una sociedad pública por acciones con tres órganos de dirección: la Asamblea General de Accionistas, la Junta Directiva y el Presidente.

El mantenimiento es una actividad que se realiza a través de procesos directos o indirectos a los equipos e instalaciones con el objetivo de asegurar su operación en las condiciones óptimas. El mantenimiento es una necesidad latente en cada una de las empresas o instalaciones en las que se genere cualquier tipo de actividad, desde la reparación de una máquina industrial hasta el cambio de tubería de agua en una casa el mantenimiento está presente en muchas de las actividades diarias y en el ámbito industrial tiene muchísima más presencia (Ortiz, 2010).

Es por ello por lo que las empresas con el pasar de los años se han preocupado por formar un área de mantenimiento muy equilibrada con especialistas en diferentes funciones y área del conocimiento industrial. Como se mencionó anteriormente existen dos categorías que se desglosan del mantenimiento.

Mantenimiento de tipo general: Refiere a todas aquellas actividades de reparación u operación que se desarrollen en sistemas y equipos domiciliarios como hoteles, escuelas, oficinas o más exactamente a sistemas de no producción.

Mantenimiento industrial: Va ligado a operar o reparar todos aquellos sistemas que intervienen en la producción o fabricación de algún bien o servicio, ya se puede incluir el concepto de criticidad como eslabón de la cadena productiva y podemos hablar no sólo de maquinaria industrial sino también de flotilla de buses, camiones o cualquier otro vehículo que preste un servicio.

Para comprender por qué la herramienta óptima para el mantenimiento de los activos es el mantenimiento basado en condición hay que remitirse a los orígenes, pasando por su historia y evolución, incluso a como se define en el principal diccionario que tiene el español como idioma (Diccionario de la lengua española).

Se define la palabra mantenimiento como el “conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, puedan seguir funcionando adecuadamente”.

De este punto partimos, pues las industrias son las que han desarrollado desde siempre la forma en que se deben realizar las operaciones de aseguramiento de herramientas y equipos para extender su vida útil.

De la historia del mantenimiento se puede decir que, de acuerdo con (Linares, 2012), está dividida en cinco fases, la primera, abarcó los años 1733 a 1938, se conoce como una gestión de mantenimiento con enfoque correctivo, la segunda entre 1939 y 1966, de carácter preventivo, luego, en la tercera durante los años 1967 a 1989 es de preferencia predictivo, entre los años 1990 y 2002 que se podría llamar TPM-RCM por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance - Reliability Centered Maintenance), lo que en español significa: Mantenimiento Productivo Total y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y, la última, como Ingeniería de Mantenimiento, pero como en muchos casos, estas fases se traslapan entre sí y son retomados conceptos en nuevas generaciones para hacer más variadas y completas las metodologías.

Por ende, como lo aborda (Tavares, 2002), al analizar la historia, en sus distintas generaciones, se evidencia que esta práctica ha acompañado a la industria, desde la Primera Revolución Industrial, a finales del siglo XIX, donde se practicaba exclusivamente con un enfoque de reparación de la máquina averiada, sin ningún planeamiento y siendo los mismos operarios los que realizaban dicha actividad, dedicando sus esfuerzos a solucionar las fallas de esta que, en su gran mayoría, se llevaba a su punto de falla inminente, sin tener en cuenta las recomendaciones del fabricante o de buenas prácticas que se comprendiesen en aquel tiempo.

Dando continuidad a lo expuesto por (Tavares, 2002), hacia los inicios de la Primera Guerra Mundial las industrias empezaron a mecanizarse y al finalizar la Segunda, expone (Volkswagen de Brasil, 2017).

Con el nacimiento de la cadena de producción implementada por primera vez por Henry Ford en su compañía, cuando evidenció que los costos aumentaban por tener maquinarias fuera de servicio o con averías y esto detenía la producción forzosamente, se impulsó a establecer los primeros departamentos de mantenimiento enfocados no solo en la reparación de las maquinarias, sino también en la búsqueda de daños, además de detenciones de inspección; esto empezó a regir en los periodos

recomendados por el fabricante, lo cual llevo a que la industria fuera bastante dependiente de este enfoque basado en el tiempo, dándole un mayor grado de confiabilidad del buen funcionamiento de las máquinas.

Según indica (Linares, 2012) y basado netamente en la necesidad de intentar prever fallas críticas, surge la idea de buscar métodos de prevención, lo cual desencadenó en el concepto de Mantenimiento Preventivo, definido como el conjunto de actividades planificadas de forma periódica basadas en el conocimiento técnico de la máquina que, busca dar una mayor confiabilidad, disponibilidad y por consiguiente un aumento de la productividad. En la época de posguerra, hacia los años 50, de acuerdo con (Kardec & Nascif, 2001) la aceleración del consumo de bienes que se vio como un resurgimiento de la economía, repercutió en la necesidad de un aumento en la productividad de las plantas de producción, lo que significó más máquinas especializadas por operación y menos personal operativo; esto conllevó, según (Linares, 2012), a que se buscaran nuevas estrategias desde otro enfoque y, por ende, se debía encontrar la manera de no dejar de atender las necesidades del mercado y, a su vez permitiese que empresas de un mismo sector fueran reconocidas por temas de confiabilidad y durabilidad de sus productos, pues en ese entonces se intuía que estos eran dos aspectos que serían fundamentales para la diferenciación y recordación como marca.

De acuerdo con (Linares, 2012) gracias a los aportes del Dr. William Edwards Deming dentro de la gestión de calidad total y posteriores metodologías y herramientas de gestión como el Justo a Tiempo, nace la filosofía de Total Productive Maintenance TPM, que significa en español, mantenimiento Productivo Total, en el seno de la compañía Nippon Denso, filial del grupo Toyota, en Japón, pues se arraigó más el enfoque preventivo, que venía desde los años 50, donde se impulsaba una acción de mejora al momento de automatizar la planta, ya que se tenía la percepción de que los operarios debían realizar los bienes con sus herramientas y el grupo de mantenimiento se dedicaba de forma independiente al mantenimiento de estas, por lo cual, durante los años de 1960, la administración decidió capacitar a la cuadrilla operativa de planta, en mantenimiento de rutina de los equipos, haciendo que este se ejecutara más rápido por el conocimiento sobre experiencia que tenían los colaboradores.

Unidades Wire Line

Especificaciones generales

Especificaciones del chasis y del motor del camión

- Chasis
- Marca y modelo Peterbuilt 1668
- Dimensiones
- Altura 12.9' (medida desde el suelo hasta la parte superior de las unidades de aire acondicionado montadas en el techo)
- Ancho 8'
- Longitud 44,75'
- Distancia entre ejes 22,9'
- Cabina a ejes traseros 16'

Para obtener más detalles sobre el motor, consulte las Especificaciones del chasis previsto.

Especificaciones de la cabina de troncos Exterior

- Material Aluminio
- Construcción CNC base troquelada, remachada y soldada
- Aislamiento de espuma de uretano de 2", madera contrachapada de 0,250"
- Entrada(s) Puerta única

Interior

- Material Piel de aluminio anodizado cepillado
- Consola del operador del cabrestante con Benchmark, controles de elevación, indicadores
- Ensamblaje de carrete y marco con vista de ventana grande de doble panel Window One
- Panel de distribución de energía
- Luces directas Luces directas LED de 12 VDC

Proyectores

- LED de 12 voltios CC

Acondicionadores de aire

- Tres: 13 500 BTU de refrigeración y 5600 BTU de calefacción cada uno Intercomunicador
- Megafonía
- Portaherramientas en la acera para la parte superior del cuerpo (conbolsas de aire)
- 1 (Halfback) o 2 (Full back) Cada uno capaz de sostener tres (3)herramientas de 2.5" de diámetro, longitud máxima 11'
- Inferior Cada uno capaz de contener tres herramientas de 2,5" dediámetro, longitud máxima de 11'

Sistema hidráulico

A continuación se encuentran las especificaciones generales para la unidad hidráulica:

- Sistema principal Acciona el tambor y la transmisión planetaria de 2 velocidades.
- Bomba principal Bomba de desplazamiento variable Rexroth de 90 cc
- Motor Rexroth 80cc motor de cilindrada variable

Sistema Eléctrico

- Generador Eléctrico Onan Generador 20Kw Diesel
- Distribución de potencia. Panel 120 VCA
- Toma de corriente de la casa ubicada en el compartimiento de almacenamiento inferior al borde de la carretera
- Cables incluidos (2) Conexión a tierra, intercomunicador, presión encabeza de pozo

Sistema Neumático

El aire para el sistema neumático se extrae de los tanques de aire del sistema de frenos del camión, que son llenados por un compresor montado en el motor. La parte trasera del camión está montada sobre un sistema de suspensión neumática para reducir el impacto en la instrumentación.

Puesta en marcha de la unidad

- Asegúrese de que la manija de control de la bomba hidráulica esté en la posición neutral
- Verifique que el freno de tambor esté en la posición ON
- Ponga la marcha del camión en PUNTO MUERTO, arranque el motor
- Engrane el embrague y la transmisión de la TDF (no engrane la TDF sin un mínimo de 90 PSI)
- Mueva el interruptor de carretera/bomba en la sección derecha del tablero a la posición de bomba
- La unidad ahora se puede controlar desde la cabina del polipasto

Comprobaciones posteriores al arranque

La presión del sistema hidráulico, la presión de carga hidráulica, la presión de aire y la presión hidráulica temperatura se ven en el indicador Beijer montado en el panel de distribución de energía.

La presión de carga debe estar entre 350 y 470 PSI. Comprobar la carga de la bomba hidráulica presión.

Mantenimiento de la Unidad

En una mesa cerca de esta sección se enumeran los intervalos de mantenimiento principal, instrucciones detalladas de mantenimiento e intervalos específicos para el chasis Peterbuilt y el motor Cummins se pueden ubicar en los documentos o manuales proporcionados por Peterbuilt y Cummins. Comprobaciones “antes de la salida” debe hacerse cada vez que el camión parte hacia o desde un lugar de trabajo.

Mantenimiento enumerado en “Después del trabajo”

Se debe realizar después de que se complete un trabajo con cable. Las "100 horas", "250 horas", El mantenimiento de "500 horas" y "1000 horas" debe realizarse en esos intervalos respectivos de operación unitaria. Se debe mantener y conservar todos los registros de mantenimiento de la unidad.

Mantenimiento diario

Los siguientes procedimientos de mantenimiento deben realizarse una vez cada 24 horas mientras el camión maderero está en uso (Motor Diesel)

- Revisar el nivel de aceite
- Revise el tanque de Diesel y llénelo si es necesario
- Comprobar el nivel de líquido refrigerante sistema hidráulico
- Revisar el nivel de fluido hidráulico y también utilizar únicamente líquido ATF tipo F
- Verifique los indicadores Delta P en todos los filtros hidráulicos (si corresponde) el tanque de aire
- Drene el agua del tanque de aire abriendo la válvula debajo del tanque y permitiendo que cualquier agua acumulada para drenar el tanque de engrasador de línea
- Verifique el nivel y llene según sea necesario con el inhibidor de cable recomendado

Después del mantenimiento del trabajo

Los siguientes procedimientos deben realizarse después de cada trabajo:
Limpie a fondo todo el camión maderero:

- Use jabón y desengrasante (cuando sea necesario) para eliminar por completo toda la suciedad, sal, aceite, líquido hidráulico, etc. de la plataforma del tambor, el ensamblaje del bastidor y el molinete, la cabina y los componentes del cabezal de medición. Tire de los tapones y drene las bandejas de goteo. Recoja el líquido en recipientes para eliminación adecuada. Enjuague bien el camión con agua limpia.

- Retire las alfombrillas del interior de la cabina y límpielas.
- Limpie el interior de la cabina. Use trapos y limpiadores apropiados para las computadoras, monitores, consola del operador, etc. Trapeetoda la suciedad y el agua del piso.
- Use un limpiador de ventanas para limpiar las ventanas y las luces del aparejo
- Reemplazo de alfombras en cabina
- Verifique los suministros de consumibles en la cabina y repóngalos cuando sea necesario
- Realice el mantenimiento diario
- Limpie y dé servicio al cabezal de medición:
- Limpiar con agua y jabón
- Aplique grasa a todos los accesorios
- Verifique que los rodillos se muevan libremente y que las ruedas y losrodillos no estén desgastados.
- Inspeccione todas las conexiones entre las líneas neumáticas y los dispositivos. Aplicar agua jabonosa a cada accesorio y esté atento alas burbujas que indican fugas de aire. Verifique que cada accesorioesté unido de forma segura.
- Revise los accesorios para detectar corrosión.
- Inspeccione todos los dispositivos neumáticos para comprobar el estado general y la seguridad de la instalación.
- Repita lo anterior para todas las líneas y dispositivos neumáticos ubicados en el carrete y el marco montaje, en la plataforma del tambory en el sistema de despliegue de bolsas de aire en los bastidores deherramientas
- Reemplace o repare cualquier línea, accesorios o componentesdefectuosos
- Realice una verificación de fugas y estado del sistema hidráulico:
- Inspeccione el estado general de todas las líneas hidráulicas del camión. Busque rasgaduras, torceduras y abrasiones.

- Inspeccione todas las conexiones entre las líneas neumáticas y los dispositivos. Aplicar agua jabonosa a cada accesorio y esté atento a las burbujas que indican fugas de aire. Verifique que cada accesorio esté unido de forma segura.
- Revise los accesorios para detectar corrosión.
- Inspeccionar todos los dispositivos neumáticos para comprobar el estado general y la seguridad de la instalación
- Repita lo anterior para todas las líneas y dispositivos neumáticos ubicados en el carrete y el marco montaje, en la plataforma del tambor y en el sistema de despliegue de bolsas de aire en los bastidores de herramientas
- Reemplace o repare cualquier línea, accesorios o componentes defectuosos y realice una verificación de fugas y estado del sistema hidráulico:
- Inspeccione el estado general de todas las líneas hidráulicas del camión. Busque rasgaduras, torceduras y abrasiones.
- Inspeccione todas las conexiones entre las líneas hidráulicas y los dispositivos. Comprobar en cada montaje para fluido hidráulico, indicando fugas. Verifique que cada accesorio esté bien sujeto.
- Revise cada accesorio por corrosión. Inspeccione todos los dispositivos en busca de condiciones generales y fluido hidráulico, indicando fugas. Inspeccione el enfriador en busca de corrosión en el núcleo o las aletas. Mirar si las bombas y los motores estén bien sujetos.
- Reemplace o repare cualquier línea o componente defectuoso
- Inspeccione y lubrique el carrete y el marco:
- Asegúrese de que los pernos de montaje del carrete y del marco estén apretados
- Asegúrese de que el anillo deslizante esté montado de forma segura en el eje del carrete.

- Revise todos los componentes del carrete y del marco para detectar corrosión
- Inspeccione las pastillas de freno de disco. Reemplácelo si está desgastado. Retire la cubierta debajo del panel de control para acceder a los componentes del freno. Compruebe que el freno de mano esté apretado en su posición máxima antes de que se llega al límite de recorrido.
- Inspeccione los accesorios y las mangueras en busca de fugas.
- Si es necesario, agregue líquido de frenos Dot 3 normal al depósito

Mantenimiento de 100 horas

Los siguientes procedimientos deben realizarse cada 100 horas de funcionamiento del camión maderero.

- Inspeccionar tanques, bombas hidráulicas, carretes de motores e instrumentos
- Limpie el carrete y el marco y el interior de la cabina
- Lubrique y ajuste el cabezal de medición Benchmark
- Limpiar con agua y jabón
- Aplique grasa a todos los accesorios.
- Verifique que los rodillos se muevan libremente y que las ruedas y los rodillos no estén desgastados.
- Lubrique e inspeccione los componentes del cabezal de medición, los cables eléctricos y los carretes.
- Reemplace lo siguiente:
- Iluminación (si corresponde)
- Aires acondicionados (si corresponde)
- Aceite de motor
- Filtros de línea de combustible, filtros de aire y combustible diésel y refrigerante del motor (si es necesario)
- Inspeccione y lubrique el sistema de engrase de línea
- Active la válvula del engrasador de línea en el panel de distribución de energía, verifique que el flujo sea uniforme en todo el cable.

- Cierre la válvula del engrasador de línea, inspeccione y llene (si es necesario) el depósito del engrasador de línea ubicado en la pared interior del lado de la acera.
- Revise la manguera del engrasador de línea, los accesorios y las boquillas en busca de condiciones generales y fugas. Inspeccione el contrapeso del spooler superior:
- Verifique el cilindro de contrapeso del carrete superior, el acumulador y las líneas hidráulicas
- Libere el cabezal de medición del ancla y mueva el brazo de dirección hacia arriba y hacia abajo para verificar operación de contrapeso. El brazo de dirección debe moverse libremente hacia arriba y hacia abajo, pero no debe tener tendencia a moverse en una dirección más que en la otra.
- Si el brazo de dirección se hunde o se mueve en una dirección con más facilidad que en la otra, abra la llave hidráulica.
- Tire de los pasadores de bloqueo y retire la rueda de medición de la cabeza. Retire el cable e inspeccione ruedas de medición para el desgaste excesivo. Use una pistola de grasa para bombear grasa en todos los puntos de grasa en el cabezal de medición hasta que aparezca un exceso. Limpie el exceso de grasa.
- Verifique que todos los rodillos guía giren libremente
- Reemplace las ruedas guía desgastadas
- Inserte el cable y la rueda de medición nuevamente en la cabeza. Inserte pasadores para bloquear la rueda en su lugar e inspeccione el sistema eléctrico:
- Verifique el estado general de TODOS los cables en el camión maderero, en busca de aislamiento cortado o roto y cables rotos. Asegúrese de que los cables estén alejados de posibles daños moviendo partes.
- Asegúrese de que todos los conectores eléctricos estén bien conectados a los receptáculos correctos y lubrique todos los ejes de las ruedas de cable con aceite. Inspeccione el interior de la cabaña de troncos en busca de desgaste general y limpieza.

- Inspeccionar el funcionamiento y estado general de los acondicionadores de aire.
- Inspeccione el exterior de la cabaña de troncos:
- Inspeccione TODAS las soldaduras en busca de grietas por fatiga, incluidas las soldaduras alrededor de puertas y ventanas. También verifique que todos los herrajes de puertas y ventanas no presenten corrosión y que estén bien sujetos. Lubrique la puerta y las bisagras de las ventanas y revise todos los sellos para ver si tienen rasgaduras. Reemplace los sellos según sea necesario.
- Inspeccione los paneles, los carretes de cable y todos los conectores en busca de daños y corrosión.
- Inspeccione la pintura y los logotipos. Retoque con pintura según sea necesario.
- Inspeccionar puertas y ventanas
- Lubrique e inspeccione las poleas (si corresponde):
- Bombee grasa en los zerts de ambas ruedas hasta que aparezca unexceso. Limpie el exceso.
- Inspeccione las dos poleas y el gancho del elevador en busca de piezas rotas o grietas
- Inspeccione las ranuras de las poleas en busca de desgaste excesivo

4.2 Marco Conceptual

Mantenimiento: Se define mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible buscando la máxima disponibilidad, al menor costo y con máximo rendimiento.

Tipos de Mantenimiento

Tradicionalmente se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de tarea que incluyen según (Ortiz, 2010):

Mantenimiento correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los diferentes equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de estos.

Mantenimiento preventivo: Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

Mantenimiento Predictivo: Es el mantenimiento más tecnológico que existe persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de las variables, representativas de tal estado y operatividad, para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

Mantenimiento cero horas: Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados antes que aparezca un fallo, o también cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva, básicamente lo que hacemos es dejar el equipo como si fuera nuevo, asegurando una gran probabilidad de buen funcionamiento fijado de ante mano.

Mantenimiento en uso: Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios de este, consiste en una serie de tareas elementales (toma de datos, inspecciones visuales, limpiezas, lubricación, reapriete de tornillos.) para las que no se necesita una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve, este tipo de mantenimiento es la base del tpm (Garrido, 2003).

4.3 Marco Legal

Norma/Ley/Decreto	Numeral	Observación
NTC ISO/IEC17025:2005 "Gestión técnica de laboratorios de ensayo y calibración"	Equipamiento	Se establecen los requerimientos técnicos referentes al acceso y disponibilidad de equipos, así como los requerimientos para la declaración de conformidad de estos.
ISO 9001, Sistemas de	Recursos de seguimiento y	Se establece que se debe definir una metodología para el

Gestión de Calidad	medición	mantenimiento a los diferentes equipos utilizados.
NCTGP 1000, Calidad en Gestión Pública.	Infraestructura Control de los equipos de seguimiento y medición.	Se establece que la entidad debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura (incluye equipos) necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto y/o servicio. Se establece que la entidad debe determinar el seguimiento y la medición por realizar, y los equipos de seguimiento y medición necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto y/o servicio con los requisitos determinados.

Fuente: *Propia*

5. Diseño Metodológico

Este proyecto se desarrolla a partir del planteamiento del problema soportado en el marco teórico, conceptual y normativo, dentro de este contexto, el trabajo pretende llevar a cabo un diseño de un programa de mantenimiento preventivo para unidades de wireline de la empresa Expro Group.

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se tomó como base el método descriptivo, ya que con la información recopilada por medio de encuestas a los trabajadores de la empresa Expro Group. De esta manera la investigación se considera de tipo descriptivo, ya que no solo buscará la relación causal, sino que a su vez se quiere describir o acercar a un problema que intenta encontrar las causas de este.

El tipo de información a utilizar será de tipo cualitativo, puesto que será necesario hacer adecuadamente la caracterización y análisis del problema planteado.

A sí mismo se recurrirá a fuentes de información secundarias, como son los documentos, revistas, artículos que permitan asegurar la calidad de la información del presente trabajo.

Tipo de Investigación: Concluyente descriptiva

El tipo de investigación es descriptiva, ya que se identificaron los problemas que generaron el no tener un programa de mantenimiento preventivo para unidades de wireline de la empresa Expro Group.

Método de Investigación: Descriptiva

El método de investigación que se utilizó es de campo, porque está fundamentado en brindar a los usuarios una herramienta de orientación para realizar el proceso de mantenimiento preventivo de las unidades de wireline en la empresa Expro Group y les permita evaluar los beneficios que les ofrece el utilizar este sistema, mejoramiento y manipulación.

Por medio de encuestas a todo el personal que está directa o indirectamente relacionado con las unidades de wireline y su funcionamiento, y de allí analizarlas y sacar conclusiones que ayuden al desarrollo del programa de mantenimiento.

Población: Empleados indirectos o directos que manipulen las unidades de wireline en la empresa Expro Group.

Muestra: Se realizaron encuestas según el tiempo y la disposición de las personas que trabajan en la empresa Expro Group y que manipulan las unidades de wireline. La muestra es de (25) personas y es no probabilística.

6. Resultados

Objetivo 1:

- Realizar un diagnóstico del estado actual del mantenimiento de las unidades de wireline en Expro Group Colombia.

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 tabla 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 garantiza el correcto funcionamiento de los equipos que operan de manera armónica con la Unidad.

Figura 1. Programación mantenimiento preventivo

Componentes	Diario	Trabajo Posterior	100 Hr	500 Hr	1000 Hr
Tanques aéreos		OI			
Tanques hidráulicos de fluidos (ATF Tipo F)					IR
Líneas hidráulicas y conexión					
Filtros, hidráulicos y alta presión				IR	IC
Zapatillas hidráulicas					
Motores hidráulicos				ICIL	
3- Velocidades Transmisiones Funk				CIL	CIL
Carrete y Marco		CI	CIL	AI	CIL
Freno de disco				AIL	AI
Cola de impresión superior		C	AI	AIL	AIL
Engrasador de línea		ACIL	AIL	IL	AIL
Cables eléctricos y bobinas	IL	IL	IL	CI	IL
Luces				CI	
Instrumentos		CI	IR		CI
Aire acondicionado					CI
Cabina Interior			IR	CI	
Nivel aceite de motor	CI	CI	CI		CI
Línea de combustible			IR		
Filtros de aire del motor			IR		

Refrigerante del motor 5- años reemplazar	I	I	IR	I	I
Combustible Diesel	I	I	I	I	I
Cabina interior	I	I	R	I	I
Cabina exterior	I	I	I	CI	CI
Cabezal de medición (polea, elevador y gancho)	CI	CI	CI	I	CI

Fuente: *Manual mantenimiento Expro Group*

Factor de frecuencia **(Ff)**

Factores de consecuencias **(Fc)**

Impacto operacional **(Io)**

Factor flexibilidad operacional **(Fo)**

Costos de mantenimiento **(Cm)**

Impacto medio ambiente **(Ima)**

Impacto seguridad **(Is)**

Esta figura 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 pérdidas deliberadas de tiempo.

Diagnostico

- La mayoría de los modos de falla encontrados en los archivos de órdenes de trabajo, no tienen un patrón de desgaste identificado y son de tipo aleatorio, se ha reconocido que se cambian los componentes sin aprovechar la totalidad de su vida útil, en ocasiones al intervenir el equipo se le inducen a fallas que hacen incurrir en tiempo de inactividad adicional, incrementando el costo de los repuestos ya que se cambian sin necesidad y costo de mano de obra.
- También se identificó que algunos equipos fallan antes de la programación de sustitución de componentes definidos, por lo cual, se concluye que no se tiene información veraz respecto a la vida útil de los componentes.
- Según el análisis de los indicadores del área se observa tendencia al aumento de la cantidad de órdenes correctivas, tiempos improductivos y costo de mano de obra, estos factores también conllevan al desperdicio de materia prima, lo

que hace evidente que la estrategia de mantenimiento preventivo que se está ejecutando no es efectiva.

- No funcionan los tacómetros y las luces del tablero de manera adecuada, ya que mediante una inspección del estado de carga de las baterías y mediante una prueba funcional se verifico el mal estado en que se encuentran (soldaduras defectuosas, cables y clavijas en mal estado, contactos sulfatados).
- En las mangueras se presentan fugas del líquido hidráulico y las válvulas de alivio se encuentran sucias y en mal estado.

Objetivo 2:

- Realizar un estudio de criticidad para las unidades de Wireline, para priorizar mantenimientos y establecer los tipos de gestión más adecuados de acuerdo con la criticidad.

Análisis de criticidad. De acuerdo con (Da quinta *et al*, 2018) el análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y necesario mejorar la confiabilidad operacional basado en la realidad actual.

Según (Huerta, 2020), los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con:

- Seguridad
- Medio ambiente
- Producción
- Costos de operación y mantenimiento
- Intervalos de falla
- Tiempo de reparación

El resultado del análisis de criticidad permite establecer prioridades para focalizar los esfuerzos en los puntos más vulnerables de la operación, esto, a fin de garantizar el éxito maximizando la rentabilidad. Para iniciar, es necesario fijar los criterios de evaluación, a partir de lo cual, se podrán clasificar las posibles consecuencias de la operación.

Debido a que las instalaciones de Expro Group cuentan con un gran número de sistemas y equipos, se definieron las unidades de negocio con mayor impacto en la producción para así, identificar los sistemas más críticos.

Partiendo de la información extraída del SIIP en cuanto al Área de Mantenimiento, los criterios para tener en cuenta para realizar el análisis de criticidad en la empresa fueron: los tiempos totales de reparación y los costos de operación y mantenimiento.

Cálculo de criticidad: Tomando como referencia los factores de frecuencia y consecuencias asociados a los impactos operacionales, disponibilidad de repuestos en almacén, costos de mantenimiento, impacto en la seguridad e impacto ambiental, los cuales son los principales factores en los cuales se basan las normas para realizar este tipo de análisis, sin embargo en los impactos operacionales no se pudo acceder a la información de los ingresos monetarios de la máquina en cada mes para establecer este factor acorde a la norma, sin embargo se planteó las pérdidas a nivel de porcentaje durante el mes de operación.

Tabla 1. Factores, frecuencias y consecuencias

FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, Mas de 3 eventos al año	5
Probable, 1-3 eventos al año	4
Posible, 1 evento en 3 años	3
Improbable, 1 evento en 5 años	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1
FACTORES DE CONSECUENCIAS	
Impacto operacional (IO)	Ponderación
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Perdidas inferiores 10% producción mes	1
Factor flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock Suficiente, procedimiento reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1
Costos de mantenimiento (CM)	Ponderación
Costos materiales superior 20000 USD	5
Costos materiales superior 10000-20000 USD	4

Costos materiales superior 3000-10000 USD	3
Costos materiales superior 200-3000 USD	2
Costos materiales inferior 200 USD	1
Impacto medio ambiente (IMA)	Ponderación
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños mínimos al ambiente	2
Sin daño ambiental	1
Impacto seguridad (IS)	Ponderación
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

Fuente: Manual mantenimiento Expro Group

El cálculo de la criticidad se realiza a partir de los factores de frecuencia y consecuencia estipulados en la tabla 1, este procedimiento consiste en el producto entre la frecuencia y la ponderación de las consecuencias, según la cantidad de fallos presentados en los equipos. Es importante mencionar que la cantidad de fallos tomados para este análisis está sujeta a los equipos que presentaron fallos relevantes, es decir, mayor tiempo y costo de intervención según el análisis de disponibilidad y componentes críticos.

Tabla 2. Matriz de Criticidad

CRITICIDAD																						
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	10	11	11	12	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	CONSECUENCIAS (CO)																					

Fuente: Manual mantenimiento Expro Group

Motor compresor						1	1	1	1	1	1	5	5
Electroválvulas neumáticas						1	1	1	1	1	1	5	5
Bomba						1	1	1	1	1	1	5	5
Electroválvulas hidráulicas						1	1	1	1	1	1	5	5
Motor bomba						1	1	1	1	1	1	5	5
Líneas de presión hidráulica	1					1	1	1	1	1	1	5	5
Cilindros plataforma		1				1	1	1	1	1	1	5	5
Plataforma fija						1	1	1	1	1	1	5	5

Fuente: *Manual mantenimiento Expro Group*

Como se aprecia en la tabla 3, los elementos de mayor criticidad dentro de la atracción son los, PLC, templetos y variador, por su afectación en la seguridad, cantidad de fallos presentados y costos de reparación. Las estrategias de mantenimiento a efectuar para estos elementos se relacionan más adelante en la parte de análisis y recomendaciones de mantenimiento.

Objetivo 3:

- Desarrollar un plan de mantenimiento programado, preventivo y correctivo para las unidades de wireline.

El mantenimiento de las unidades de wireline representa un caso atípico si lo comparamos con el mantenimiento de otros equipos de perforación.

- a) Se trata de una planta transportable que, según la zona cambia su ubicación cada cierto tiempo.
- b) El equipo de perforación, salvo reparación general no se para y se debe llevar un control
- c) En general, no se implementan programas de reparación y lo más usual es la planilla de chequeo semanal o quincenal, según sea el caso
- d) Hasta el presente se ha utilizado el sistema reparación “a demanda”. La atención de un mantenimiento a demanda en estas condiciones hace necesario contar con:
 - Proveedores con stock amplio de repuestos para entrega inmediata o en su defecto
 - Stock en almacenes que cubra las necesidades.

Además estos equipos pueden tener mantenimiento por el tiempo en horas de trabajo como por ejemplo:

CADA 8 HORAS

Control de aceite de:

- Mesa rotaria
- Cabeza de inyección
- Compresores
- Accesorio de preventor de reventones
- Bombas centrífugas
- Bombas de inyección
- Transmisión
- Motores
- Convertidores

Tensión de Correas:

- Compresores
- Bombas
- Motores

Revisar Pérdidas:

- Circuito de aire
- Motores (aceite, combustible, agua)
- Transmisión Convertidores

Sistema de Lubricación de Vástago:

- Bombas de inyección

Corona y Aparejo:

- Revisar y engrasar

CADA 48 HORAS

- Servicio suplementario equipo
- Inspección cuerpo hidráulico bombas

CADA 250 HORAS

Motores:

Todos de acuerdo con su programa de mantenimiento

CADA 500 HORAS

Motores: Todos de acuerdo con su programa de mantenimiento

Mesa Rotaria:

- Cambio de aceite y revisar sistema de transmisión

Cabeza de Inyección:

- Cambio de aceite y revisar sistema de transmisión

Compresores:

- Cambio de aceite y revisar sistema de transmisión

Grupo Electrónico:

- Engrasar cojinetes, revisar carbones y anillos Bombas

Centrífugas:

Revisar juego entre rotor y voluta

CADA 750 HORAS

Motores:

- Cambio de aceite y filtros

CADA 1,000 HORAS

Motores:

- Revisión niveles y fugas

Freno Hidráulico:

- Revisión

Freno Manual:

- Revisión

CADA 1,500 HORAS

Cuadro maniobras y transmisión:

- Revisar cadenas, cabillas, engranajes, lubricación etc.

Compresores:

- Cambio de filtros de aire Bombas

Centrífugas:

- Cambio de aceite
- Embragues Circunferenciales y Ventilados Inspección y/o cambio Eje vibratorio

Zarandas:

- Cambio

CADA 2,000 HORAS

Motores:

- Servicio según programa de mantenimiento

Compresores:

- Revisión y/o reparación

CADA 3,000 HORAS

Mesa Rotaria:

- Control de huelgos

Buje Maestro:

- Control de conicidad

CADA 5,000 HORAS

Motores:

- Todos según programa de mantenimiento

Corona, Aparejo y Gancho:

- Revisar garganta y juego de cojinetes

Cabeza de Inyección:

- Reparación general

Bomba de Inyección:

- Limpieza filtros y cambio de aceite

Bomba Centrífuga:

- Reparación general

Embragues frontales:

- Inspección y/o cambio

CADA 7,000 HORAS

Válvulas neumáticas y Actuadores:

- Cambiar

Cambiar Motores:

- Revisión o reparación parcial

Compresores:

- Reparación general

CADA 10,000 HORAS

Caja o Eje Selectivo:

- Revisar

CADA 15,000 HORAS

Corona, Aparejo y Gancho:

- Reparación integral Mesa

Rotaria:

- Reparación integral

Tambor:

- Revisión general BOP y Accionador

Rectificación Caja o Eje Selectivo:



- Cambio

Objetivo 4:

- Desarrollar un sistema de información para las unidades de wireline donde se encuentre fichas técnicas, hoja de vida, indicadores de gestión, costos, planes de mantenimiento, formatos de inspección y así poder realizar mantenimiento más adecuado y optimizado.

El Área de Mantenimiento de Expro Group tiene como objetivo asegurar la disponibilidad de todas las máquinas y equipos involucrados en el proceso productivo, con un estado óptimo mediante la estrategia de mantenimiento preventivo, que se basa en tareas de sustitución realizadas a intervalos fijos de tiempo con base en protocolos de cambio de componentes recomendados por los fabricantes o a partir de patrones de desgaste y vida útil supuestos, con el fin de disminuir el número de órdenes correctivas así como el costo de mantenimiento y operación.

Figura 2. Ficha técnica costos de mantenimiento

 EXPRO		SERVICE TICKET No. T-126465	
NIT: 900.182.346-8 Dirección: Calle 110 # 9-25 . Oficina 801 Edificio: TORRE PACIFIC PISO 8 TEL: 57 1-7561726 Ciudad: BOGOTA - COLOMBIA		Cliente: PERENCO OIL AND GAS COLOMBIA LIMITED 	
		NIT: 800571658-1 Contrat. No.: PEND	
		Objeto: REGISTRO DE INTEGRIDAD	
Representante del contratista: Dora Piedrahita		Nombre del proveedor: CARUPANA 2	
Teléfono: 57 1-3102642979		Ubicación: PORE	
Email: dora.piedrahita@exprogroup.com		Fecha inicio: 0 de enero de 1900	
		Fecha fin: 0 de enero de 1900	

Instalarlos ajustelos con el torque adecuado segun las tablas correspondientes						
SISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCION DE LA TAREA			EST	INC
OBSERVACIONES:						
Verificar que todos los componentes remplazados y / o las herramientas utilizadas en el trabajo hayan sido retiradas, chequear que guardas y elementos de protección de partes móviles queden en su sitio. Dejar todo ORDENADO y ASEADO, libre de manchas.						
COLABORADOR		NOMBRE	FIRMA			
Técnico(s)						
Auxiliar(es)						
REVISO/APROBO						
Ingeniero de Mtto E.N.D., Eléctrico, y/o Mecánico						
ENTREGA LISTO PARA OPERAR		DIA	HORA	A.M	P.M	

Fuente: Manual mantenimiento Expro Group

Propósito del Área: El Área de Mantenimiento cubre los requerimientos para la disponibilidad de todas las unidades productivas de la empresa en cuanto a las unidades de wireline que son de cuidado y deben estar con un mantenimiento preventivo para garantizar su funcionalidad.

Actividades

1. Los jefes de mantenimiento realizan la recolección de la información, teniendo en cuenta los listados de las tareas pendientes, fallas recurrentes reportadas en el módulo correspondiente del Sistema Integrado de Información de [SIIP], así como las fallas potenciales detectadas y reportadas en el mantenimiento preventivo y recomendaciones por parte del fabricante.
2. La Dirección de mantenimiento elabora mensualmente en el sistema el plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, incluyendo los equipos periféricos, el cual es comunicado a las áreas de Programación, Producción y Sistemas para la asignación de los recursos necesarios (disponibilidad de repuestos, tiempo de parada).

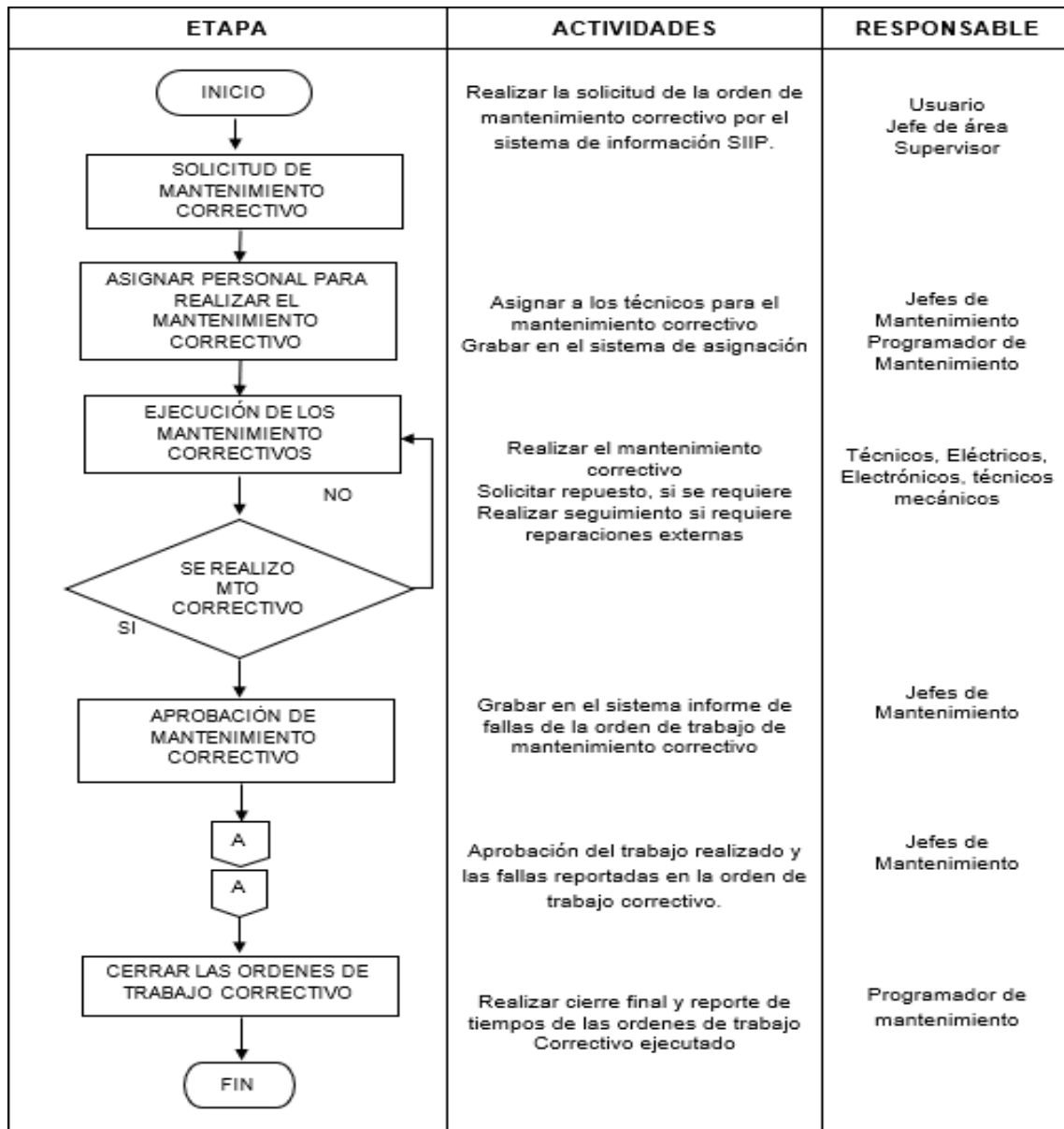
3. La Dirección del Área de Mantenimiento asigna personal para atender las órdenes correctivas que se presentan durante la jornada productiva.

Figura 4. Diagrama actividades Mantenimiento preventivo

ETAPA	ACTIVIDADES	RESPONSABLE
	<p>Generar programa de mantenimiento preventivo</p> <p>Asignar los Técnicos para el mantenimiento preventivo. Grabar en el sistema asignación. Generar órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.</p> <p>Digitar asignación en el sistema. Realizar mantenimiento preventivo. Solicitar repuesto, si se requiere. Elaborar informe de cierre de orden de trabajo preventivo.</p> <p>Imprimir y hacer firmar por el operario.</p> <p>Realizar seguimiento de acuerdo con orden de trabajo e informe de cierre orden de trabajo preventivo.</p> <p>Realizar el informe de tareas pendientes en el sistema Firmar en el formato de Informe de Cierre Orden de Trabajo Preventivo – como trabajo ejecutado. Pasar informe al auxiliar de mantenimiento</p> <p>Realizar en el sistema el cierre final de los informes de los mantenimientos preventivos ejecutados.</p>	<p>Programador de Mantenimiento</p> <p>Jefes de Mantenimiento Programador de Mantenimiento</p> <p>Técnicos eléctricos, electrónicos, técnicos mecánicos.</p> <p>Técnicos eléctricos, electrónicos, técnicos mecánicos.</p> <p>Jefes de Mantenimiento</p> <p>Técnicos Ingenieros Operarios</p> <p>Auxiliar de Mantenimiento</p>

Fuente: Manual mantenimiento Expro Group

Figura 5. Diagrama de actividades Mantenimiento Correctivo



Fuente: Manual mantenimiento Expro Group

Conclusiones

Es importante mantener repuestos, partes e insumos como stock mínimo en el almacén, ya que muchos de los problemas se generan a partir de la baja disponibilidad de dichos elementos. Por tanto, se realizó, la clasificación taxonómica de la atracción con el fin de brindar información clara de cuales elementos hacen parte de los diferentes equipos de la máquina y cuales deben manejarse en stock.

Es necesario manejar e implementar en la mayor brevedad el procedimiento de inspección, ya que este es el componente de mayor criticidad dentro de las unidades, no solo porque afecta la disponibilidad de esta en caso de fallo, sino que también puede afectar gravemente la seguridad de los operadores y de la máquina misma, generando un incremento de costos bastante considerable.

Los componentes eléctricos y electrónicos de los tableros de mandos, fuerza y control deben ser cambiados periódicamente según las horas de trabajo que determina el fabricante, para evitar fallos inesperados en éstos, los cuales causan paros parciales o cierres totales, dependiendo del grado de importancia del componente en la atracción.

Se recibe los entrenamientos básicos en el área de registros de formación de manejo de unidades wireline.

Se realizó el programa de mantenimiento para las unidades de wireline atendiendo a las necesidades inmediatas de la empresa Expo Group.

Se estableció una organización en la gestión del mantenimiento, siguiendo lineamientos establecidos por la empresa y acudiendo a sugerencias realizadas por la misma.

El conocimiento de las especificaciones técnicas, comprensión y entendimiento de nuevas tecnologías, la correcta aplicación de los sistemas existentes de mantenimiento, así como la capacitación de personal técnico y administrativo, proporcionan resultados satisfactorios que se reflejan en una mayor y mejor disponibilidad de los equipos.

Se debe estar atento a la actualización permanente del personal, en sus diferentes aspectos dentro de la empresa, para que éstos desarrollen el buen desempeño de sus actividades.

Recomendaciones

Para las unidades de wireline cada supervisión deberá ser más rigurosa conforme el tiempo continuo de uso de los equipos, para descubrir posibles fallas

Todas las personas que manejen estos equipos deben recibir capacitación constante sobre mantenimiento preventivo y correctivo para la utilización de estas unidades de wireline.

No está de más recordar que los fabricantes están obligados por política de mercadotecnia y por aspectos legales con su cliente como prestadores de servicios, a proporcionar toda la información que se requiera para la correcta operación y mantenimiento de los equipos que presentan ellos.

Bibliografía

- DAQUINTA-GRADAILLE, Antonio, *et al.* Metodología de Análisis de criticidad integral de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH. En: Revista Ingeniería Agrícola. [Base de datos en línea]. 2018, vol. 8. p. 56 (Recuperado en 24 julio 2020). Disponible en: <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/938/1315>
- GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto y DE LA VARA SALAZAR, Román. Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF). En: Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. [En línea]. 2 ed. México: Mc Graw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2009. p. 408. ISBN: 978-970-10-6912-7. [Consultado: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>
- HERNÁNDEZ, Roberto, *et al.* Metodología de la investigación. 6 ed. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. p. 536.
- HUERTA - MENDOZA, R. El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. En: Ingeniería Mecánica. [Base de datos en línea]. 2000, vol. 4. p. 13 (Recuperado en 24 julio 2020). Disponible en: <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/364/704>
- KARDEC PINTO, Alan y NASCIF XAVIER, Julio Aquino. Mantenimiento, Función Estratégica. Brasil: Qualitymark. 2001. Citado por: *Ibíd*, p. 8.
- LINARES DEPESTRE, Luis Orlando. Del Mantenimiento Correctivo al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. En: Centro Azúcar. [Base de datos en línea]. 2012, vol. 39 (3). p. 8 (Recuperado en 25 julio 2020). Disponible en: <http://centroazucar.uclv.edu.cu/media/articulos/PDF/2012/3/2.pdf>
- Ortiz, D. (2010). *Memorias Clase de Mantenimiento Centrado de Confiabilidad- RCM Especialización de Gerencia de Mantenimiento*. Bucaramanga: UIS.

TAVARES, Lourival Augusto. ¿Por qué el Mantenimiento es un Centro de Ingresos?
En: Administración Moderna de Mantenimiento: La evolución organizacional del mantenimiento [en línea]. Edición en español. Brasil: Novo Polo Publicações, 2002. p. 1. [Consultado: 25 de julio de 2020]. Disponible en: <https://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-de-mantenimiento.pdf>

VOLKSWAGEN DE BRASIL. Mantenimiento Preventivo en Volkswagen de Brasil S/A. División de Mantenimiento de Planta I. São Bernardo do Campo, São Paulo, 1974. Citado por: *Ibíd.*, p. 1.

Anexos

Hoja de Vida Equipo

	HOJA DE VIDA EQUIPO	CÓDIGO:
		VERSIÓN 0
		FECHA:
FECHA : DD/MM/AAAA		PAGINA _1_ DE _4_
CONTRATO:	OBJETO:	
IDENTIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO		
NOMBRE EQUIPO:	MODELO:	
MARCA:	INVENTARIO:	
SERIE:	UBICACIÓN:	
SERVICIO:	VIDA UTIL:	
EQUIPO: <input type="radio"/> MOVIL <input type="radio"/> FIJO		

DATOS DEL PROVEEDOR

FABRICANTE:	CORREO DEL PROVEEDOR:
LUGAR DE ORIGEN:	DIRECCION DEL PROVEEDOR:
NOMBRE DEL PROVEEDOR:	TELEFONO PROVEEDOR:

MANTENIMIENTO INDICADO POR EL FABRICANTE O PROVEEDOR:

HOJA DE VIDA EQUIPO	CÓDIGO:
	VERSIÓN 0
	FECHA:

FECHA : DD/MM/AAAA		PAGINA 2 DE 4
---------------------------	--	----------------------

CONTRATO:			OBJETO:		
COMPONENTES / ACCESORIOS DEL EQUIPO					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					

PERIODICIDAD DEL MANTENIMIENTO:						
REQUIERE CALIBRACION: SI			NO		PERIODICIDAD DE CALIBRACION:	
			○ ○			
EQUIPO:				MARCA:		
SERIE:				MODELO:		
HOJA DE VIDA EQUIPO				CÓDIGO:		
				VERSIÓN 0		
				FECHA:		
FECHA : DD/MM/AAAA			PAGINA 3 DE 4			
CONTRATO:			OBJETO:			
MANTENIMIENTO SEMESTRAL						
EQUIPO:				MODELO:		SERIE:
FECHA		PRESION	HORA DE INICIO	HORA FINAL	FIRMA QUIEN REALIZA EL MANTENIMIENTO	FIRMA DE QUIEN APRUEBA EL MANTENIMIENTO
						58

HOJA DE VIDA EQUIPO					
				CÓDIGO:	
				VERSIÓN 0	
				FECHA:	
FECHA : DD/MM/AAAA			PAGINA _4_ DE _4_		
CONTRATO:			OBJETO:		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
EQUIPO:			MODELO:		SERIE:
FECHA	PRESION	HORA DE INICIO	HORA FINAL	FIRMA QUIEN REALIZA EL MANTENIMIENTO	FIRMA DE QUIEN APRUEBA EL MANTENIMIENTO

OBSERVACIONES:

	HOJA DE VIDA EQUIPO	CÓDIGO:
		VERSIÓN 0
		FECHA:
FECHA : DD/MM/AAAA		PAGINA 4 DE 4

CONTRATO: 3038122		OBJETO:			
REGISTRO FOTOGRAFICO					
EQUIPO:			MODELO:		SERIE:

Inspección Diaria

	INSPECCIÓN PRE-OPERACIONAL DE VEHICULOS				CODIGO:
					VERSION:
					FECHA:
PROYECTO:		/	ODS	FECHA:	PLACAS
MARCA:	MODELO:	CONTRATO N°		COMBUSTIBLE:	
		COLOR:			
		KILOMETRAJE:			
NOMBRE DEL CONDUCTOR		CEDULA			CONVENCIONES
		No.			B: Bueno/M: Malo/R: Regular/ N/A: No Aplica

IMPLEMENTOS/ACCESORIOS SEGURIDAD	L	M	M	J	V	S	D	OBSERVACIONES
ESTADO DE LA CINTA DE CINTAS RETRO REFLECTIVAS								
CINTURONES DE SEGURIDAD								
EXTINTOR								
BOTIQUIN								
CHALECO REFLECTIVO								
TRIANGULOS DE SEGURIDAD								
CUNAS O TACOS								
GATO-CRUCETA								
LLANTA DE REPUESTO*								
HERRAMIENTAS (Llave expansiva y fija, destornillador, alicate, linterna)								
PITO								
PITO DE REVERSA								
LLANTAS DELANTERAS*								
LLANTAS TRASERAS*								
RINES								
ESPEJOS								
VIDRIOS								
LIMPIABRISAS-PLUMILLAS								
LAVAPARABRISAS								
LUCES DELANTERAS								
LUCES TRASERAS								
LUCES DE PARQUEO								
LUCES DE STOP								
LUCES DE PLACA								
ASIENTOS								
DE PARQUEO								

DE MOTOR											
DE PEDAL											
NIVEL DE LIQUIDO REFRIGERANTE											
NIVEL DE LIQUIDO DE FRENOS											
NIVEL DE ACEITE											
ESTADO Y TENSION DE LAS CORREAS											
CIERRE DE PUERTAS Y VENTANAS											
LAS PUESTAS DE LA CARROCERIA CUENTAN CON TENSOTES O SEGUROS											
EXOSTO-SIELNCIADORES											
SISTEMA ELECTRICO AISLADO											
BATERIA EN BUEN ESTADO											
ESTADO DE LA DIRECCION											
ESTADO DE LA SUSPENSION											
INSTRUMENTOS INDICADORES											
CONTROL DE LA FATIGA											
CERTIFICA QUE HA TOMADO LAS 8 HORAS REQUERIDAS PARA SU DESCANSO, ANTES DE INICIAR LA JORNADA LABORAL											
FECHAS DE VENCIMIENTO DE DOCUMENTOS											
SOAT		TECNICO MECANICA			POLIZAS:		CONTRACTUAL		EXTRA CONTRACTUAL		
	KM INICIAL	KM FINAL	TOTAL KM DIA	RESPONSABLE	FECHA CIERRE		KM INICIAL	KM FINAL	TOTAL KM DIA	RESPONSABLE	FECHA CIERRE
Lun						Vie					
Mar						Sab					
Mie						Dom					
Jue						TOTAL RECORRIDO SEMANA:					
FIRMA					FIRMA SUPERVISOR HSE						
A CONDUCTOR											

Reporte de Inspección

		REPORTE DE INSPECCIÓN		CÓDIGO:
				VERSIÓN #
				FECHA:
CONTRAT		OBJETO	:	
FECHA:				
1. DATOS GENERALES- INSPECCION				
ELEMENTO A INSPECCION				
ACTIVIDAD O INSPECCION				
UBICACIÓN				
2. INSPECCIONAR DE ACUERDO A :				
2.1 Documentos.				
<input type="checkbox"/>	PLANO	<input type="checkbox"/>	CODIGO	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	NORMA	<input type="checkbox"/>	PROCEDIMIENTO	OTRO: _____
2.2. Detall				
3. DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN				
<div style="font-size: 2em; opacity: 0.5;">Página 1</div>				