

DESARROLLAR UN MODELO DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA
LOS MOTOSOLDADORES LINCOLN VANTAGE 500 DE LA EMPRESA
MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.S.

SERGIO ERNESTO NUÑEZ ALVIRA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MÉCANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MÉCANICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2016

DESARROLLAR UN MODELO DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA
LOS MOTOSOLDADORES LINCOLN VANTAGE 500 DE LA EMPRESA
MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.S.

SERGIO ERNESTO NUÑEZ ALVIRA

Monografía de grado para optar al título de especialista en gerencia de
mantenimiento

Director

HUGO ANDRES DELGADO CUERVO
INGENIERO ELECTROMECHANICO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MÉCANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MÉCANICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2016

DEDICATORIA

A mi madre, Alba Luz Alvira por su apoyo incondicional

Tú mereces todo los créditos de los éxitos en mi vida.

A mis amigos, Lilibeth Y Cristian

Gracias por estar siempre en todos los días de mi vida.

A mis sobrinos, Juan, Tomas y Emiliano

Son mi motor y toda mi alegría.

A mi Padre, Jaime Núñez Collazos por darme lecciones de vida.

A mis hermanos, Lucia, Edward y Ángela por creer en mí

Ustedes tres están todos los días en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

El autor de esta monografía expresa sus más sinceros agradecimientos a:

Hugo Andres Delgado Cuervo, Ingeniero Electromecánico, Especialista en Gerencia de Proyectos, Director de la monografía, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna para el desarrollo de este proyecto.

Mecanicos Asociados S.A.S. por brindarme el espacio y las facilidades para el desarrollo de este proyecto.

Todos los docentes de la ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO de la universidad Industrial de Santander por sus orientaciones para el desarrollo de esta monografía, y por transmitir sus conocimientos.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. MARCO CONTEXTUAL.....	19
1.1 MECANICOS ASOCIADOS S.A.S.....	19
1.1.1 Historia.....	19
1.1.2 Visión	22
1.1.3 Misión.....	22
1.1.4 Servicios	23
1.1.4.1 Facilidades Temporales	23
1.1.4.2 Servicios Industriales	23
1.1.4.3 Proyectos & Construcciones.....	23
1.1.4.4 Operación & Mantenimiento	24
1.2 OBJETIVOS	24
1.2.1 Objetivo General:	24
1.2.2 Objetivos Específicos	24
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.4 JUSTIFICACIÓN	27
2. MARCO TEORICO.....	28
3. MARCO CONCEPTUAL	30

3.1 LA EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	30
3.1.1 Primera generación	30
3.1.2 Segunda generación	30
3.1.3 Tercera generación	31
3.1.4 Cuarta generación	31
3.1.5 Quinta generación	32
3.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	33
3.2.1 Definición del RCM.....	33
3.2.2 Las siete preguntas básicas de la metodología RCM.	34
3.2.3 Funciones y parámetros de funcionamiento	34
3.2.4 Fallas funcionales	35
3.2.5 Efectos de Falla	35
3.2.6 Consecuencias de la Falla.....	36
3.2.7 Diagrama o Matriz de Riesgos.....	38
4. MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA COMPAÑÍA.	40
4.1 ORGANIGRAMA DE GESTION DE ACTIVOS.....	40

4.2	ACTIVOS MANTENIBLES CON DISPOSITIVOS DE REGISTRO DE TIEMPO Y/O DESPLAZAMIENTO.....	41
4.3	ACTIVOS MANTENIBLES POR TIEMPO CALENDARIO.	47
4.4	REPORTES.....	47
4.5	PLANEACIÓN.....	49
4.6	PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	49
4.7	EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	51
4.8	CIERRE DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	52
4.9	CIERRE DE LA ORDEN DE TRABAJO	52
4.10	INDICADORES DE MANTENIMIENTO DE ACTIVOS	54
5.	MODELO RCM PARA MOTOSOLDADOR LINCOLN VANTAGE 500	55
5.1	MOTOSOLDADOR LINCOLN VANTAGE 500	56
5.1.1	Motor	57
5.1.2	Generador	61
5.1.3	Sistema de Combustible.....	61
5.1.4	Sistema de Lubricación	63
5.1.5	Sistema de escape	65

5.1.6 Sistema de Refrigeración	65
5.1.7 Sistema de Admisión de Aire	66
5.1.8 Sistema de Control.....	67
5.1.9 Sistema Eléctrico.....	69
5.2 DEFINICIÓN DE FUNCIONES.....	70
5.3 FALLAS FUNCIONALES DEL MOTOSOLDADOR LINCOLN VANTAGE 500	71
5.4 MODOS DE FALLA DEL MOTOSOLDADOR LINCOLN VANTAGE 500....	73
5.5 VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS	75
5.5.1 Consecuencias de Seguridad.....	75
5.5.2 Consecuencias de Medio Ambiente	76
5.5.3 Consecuencias de costos	76
5.5.4 Consecuencias de producción.....	77
5.5.5 Consecuencias de calidad.....	77
5.6 RANGO DE CRITICIDAD.	78
5.7 TIPOS DE DECISIÓN Y TAREAS PARA EL MANTENIMIENTO.....	80
5.8 RUTINAS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO	82

6. CONCLUSIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Indicadores De Mantenimiento De Activos	54
Tabla 2. Características Técnicas del Motor	58
Tabla 3. Consumo Típico de Combustible motosoldador Lincoln Vantage 500	62
Tabla 4. Definición de Funciones del Motosoldador Lincoln Vantage 500	70
Tabla 5. Descripciones de Fallas Funcionales.....	72
Tabla 6. Modos de Falla y Descripción de Efectos	74
Tabla 7. Valoración de Consecuencias de Seguridad	75
Tabla 8. Valoración de Consecuencias Ambientales	76
Tabla 9. Valoración de consecuencias en costos	76
Tabla 10. Valoración de consecuencias en Producción.....	77
Tabla 11. Valoración de consecuencias en Calidad	77
Tabla 12. Rangos de Criticidad.....	78
Tabla 13. Tabla de valoraciones.	78
Tabla 14. Valoraciones de modos de falla Motosoldador	79
Tabla 15. Tipos de Decisión y Tareas.....	81
Tabla 16. Plan De Mantenimiento	82
Tabla 17. Tareas de Inspección Pre-Operacional.....	83

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Motosoldador montado sobre planchón de camión	26
Imagen 2. Evolución de las técnicas de mantenimiento	32
Imagen 3. Matriz de Riesgos	38
Imagen 4. Grafico De Valoración De Riesgo	39
Imagen 5. Organigrama Área Gestion Activos Mecanicos Asociados S.A.S.	41
Imagen 6. Retro Excavadora	42
Imagen 7. Excavadora	43
Imagen 8. Mini Cargador	43
Imagen 9. Brazo Articulado Montado Sobre Camión	44
Imagen 10. Tracto Camión	44
Imagen 11. Camión Turbo Doble Cabina.....	45
Imagen 12. Camionetas Doble Cabina	45
Imagen 13. Plantas Eléctrica	46
Imagen 14. Motosoldadores	46
Imagen 15. Activos Mantenibles Por Tiempo Calendario	47
Imagen 16. Formato Reporte Horometro	48
Imagen 17. Formato Solicitud De Servicio Para Mantenimiento De Activos	50
Imagen 18. Formato Para Reporte De Mantenimiento Equipos.....	53
Imagen 19. Diagrama de flujo del RCM	55
Imagen 20. Motosoldador Lincoln Vantage 500.....	57
Imagen 21. Motor Perkins 404D lado izquierdo	59
Imagen 22. Motor Perkins 404D lado derecho.....	60

Imagen 23. Filtro de combustible	63
Imagen 24. Esquema del sistema de lubricación.....	64
Imagen 25. Filtro de Aceite	64
Imagen 26. Tubo de escape Motosoldador.....	65
Imagen 27. Depósito de Refrigerante	66
Imagen 28. Filtro de Aire.....	67
Imagen 29. Tablero de Control	68

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
ANEXO A. TABLA RCM –VANTAGE 500	87
ANEXO B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – VANTAGE 500.....	90
ANEXO C. DIMENSIONES DEL MOTOSOLDADOR	91

RESUMEN

TITULO: DESARROLLAR UN MODELO DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LOS MOTOSOLDADORES LINCOLN VANTAGE 500 DE LA EMPRESA MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.S.¹

AUTOR: SERGIO ERNESTO NUÑEZ ALVIRA²

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, Diseño, RCM Mantenimiento centrado en confiabilidad, Motosoldador, Confiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad, Criticidad.

DESCRIPCIÓN:

En el desarrollo de esta monografía se utiliza la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM, como modelo para desarrollar el plan de mantenimiento de los motosoldadores Lincoln Vantage 500 pertenecientes a la empresa Mecanicos Asociados S.A.S.

Durante la monografía se describe la situación actual del mantenimiento que se realiza en Mecanicos Asociados S.A.S. después se realiza el procedimiento del análisis RCM del motosoldador donde se describen sus sistemas más importantes y se definen las funciones principales, se identifican las fallas funcionales, los modos de falla y sus efectos los cuales dan lugar para definir las tareas de mantenimiento necesarias para que el motosoldador continúe desempeñando la función para la cual fue diseñado.

Al final se podrán observar las tareas de mantenimiento establecidas para los motosoldadores Lincoln Vantage 500, estas tareas serán establecidas para que sean aplicadas en los diferentes contratos de la compañía donde se cuenta con este tipo de equipos ayudando así a que se garantice que sigan prestando el servicio para el cual fueron diseñados. La aplicación de estas tareas podrá permitir a la compañía disminuir pérdidas que se presentan por las fallas de estos motosoldadores y tener mejores niveles de productividad que satisfagan a los clientes y además generan ahorros para la empresa.

¹ Monografía de grado

² Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Hugo Andres Delgado Cuervo

SUMMARY

TITLE: DEVELOP A MODEL BASED MAINTENANCE RCM FOR MOTOSOLDADORES LINCOLN VANTAGE 500 OF COMPANY MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.S.³

AUTHOR: SERGIO ERNESTO NUÑEZ ALVIRA⁴

KEYWORDS: Maintenance, Design, Reliability Centered Maintenance RCM, Motosoldador, Reliability, Maintainability, Availability, criticality.

DESCRIPTION:

In this paper the development of methodology Reliability Centered Maintenance RCM is used as a model to develop the maintenance plan motosoldadores Lincoln Vantage 500 belonging to the enterprise Mecanicos Asociados S.A.S.

In the monograph the described current situation of maintenance is performed that on Mecanicos Asociados S.A.S. after, is performed the procedure of RCM analysis for the motosoldador, which describes its most important systems and main defined functions, functional failures, failure modes and effects which give rise to define the maintenance tasks necessary to identify the motosoldador continue to play the role for which it was designed.

At the end you can observe maintenance established for motosoldadores Lincoln Vantage 500, these tasks will be established so that they are applied in the various contracts of the company where you have this type of equipment thus helping to ensure that continue to provide the service for which they were designed. The implementation of these tasks will allow the company to reduce losses arising from failures of these motosoldadores and have better productivity levels that satisfy customers and also generate savings for the company.

³ Monograph

⁴ Physical – Mechanical Faculty. Maintenance Management Specialization. Director: Hugo Andres Delgado Cuervo

INTRODUCCIÓN

Diariamente las compañías se encuentran en una competencia donde solo sobrevive la que más se adapte a los cambios que se van generando continuamente en el mercado; se debe trabajar en la optimización de recursos y la aplicación de nuevas tecnologías para agilizar los servicios prestados por las compañías. La empresa Mecanicos Asociados S.A.S. es de las más importantes en el país en la prestación de servicios a las grandes compañías del sector energético preocupándose por desarrollar trabajos de calidad y a bajo costo.

Una buena opción para ahorrar dinero es aplicar técnicas de mantenimiento eficaces que nos garanticen una mayor disponibilidad de los activos y obtener el máximo beneficio de la inversión que se hace cuando se adquiere un equipo.

En la historia podemos observar que el RCM ha dado resultado a muchas compañías y aun en el presente es una de las técnicas de mantenimiento más eficaces desde su aparición en los años 60.

Es por ello que viendo la necesidad de controlar los equipos de la compañía, desde mi cargo como planeador de mantenimiento me propuse desarrollar el plan de mantenimiento basado en RCM para los motosoldadores Lincoln Vantage 500 y que este plan pueda servir de guía para que lo apliquen en distintos lugares donde se hace uso de estos equipos.

El mantenimiento basado en RCM es una herramienta poderosa y se describe como una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado cuya finalidad es que el mantenimiento debe ser orientado a mantener la función para la cual está diseñado el equipo, más que el equipo en sí mismo.

1. MARCO CONTEXTUAL

1.1 MECANICOS ASOCIADOS S.A.S.

1.1.1 Historia, Mecánicos Asociados nació en el departamento del Huila, como respuesta a las oportunidades que ofrecía el sector petrolero en la región. En medio de fuertes competidores con mayor trayectoria y experiencia, se dio inicio a un proceso de crecimiento sostenible que llevó a MASA a lograr un posicionamiento y reconocimiento como líder en la prestación de servicios para la industria de Oil & Gas y Minería. Cada uno de estos logros contribuyeron a hacer de esta organización un gran atractivo para Stork Technical Services, una multinacional con operaciones en Europa, América, Medio Oriente y Asia Pacífico, que permitiría integrar la experiencia internacional y fortalecer el conocimiento en cada uno de los servicios que ofrece.

Esta historia de logros inició el 20 de enero de 1983, como una iniciativa familiar que buscaba proponer soluciones a cada una de las necesidades que planteaba la región en el sector petrolero. Poco a poco se fue adquiriendo el conocimiento para especializarse en los servicios de Operación y Mantenimiento eléctrico, electrónico y mecánico tanto preventivo como correctivo, para así comenzar operaciones con Hocol S.A.

Tras varios años de operaciones, se ampliaron las fronteras y se fueron desarrollando proyectos en diferentes regiones del país, con clientes como Oxy, Petrobras y Ecopetrol, manteniéndose en el sector de hidrocarburos. Sólo hasta 1993 se obtiene el primer contrato de mantenimiento electromecánico, latonería y pintura de equipo de soporte minero con Cerrejón, lo que le abriría las puertas a una nueva industria.

Con la llegada de un nuevo siglo, MASA se enfrentó a nuevos retos y desafíos, lo que implicó un gran esfuerzo para prepararse, mejorar sus procesos y ampliar el

portafolio de servicios, de tal manera que lograra mantenerse en el mercado y sobresalir en medio de un mercado altamente competitivo. Ejemplo de esto fue la creación de la unidad de negocio Proyectos y Construcciones en el 2002, dedicada a la realización de proyectos desde su concepción hasta la puesta en marcha, garantizando altos estándares de calidad y eficiencia para los clientes.

Para el 2004 la compañía inició operaciones en plataformas off-shore con Chevron, única compañía operadora con plataformas marinas en el país. La adjudicación de dicho contrato, el cual incluye el soporte a la operación y mantenimiento de las instalaciones de producción de las plataforma Chuchupa A y Chuchupa B de la concesión de la Guajira; ha significado para MASA tener una experiencia exportable a otros países de la región que puedan requerir de estos servicios en un futuro cercano.

En el 2005 se creó la unidad de negocio Servicios Industriales, enfocada en la optimización de procesos que mejoren la actividad principal del cliente, a través de servicios complementarios como tratamiento de gas y suministro de energía. Paralelo a esto, nació el grupo de Consultoría Asset Management Solutions – AMS, con el objetivo de ofrecer acompañamiento a los clientes en el manejo integral de gestión de activos, garantizando un desempeño óptimo de los mismos. Hoy en día AMS se establece como una unidad de negocio de MASA, permitiendo ofrecer servicios de valor agregado a lo largo de toda la cadena de gestión de los activos de sus clientes, desde la planeación y diseño hasta el acondicionamiento y paradas.

En el año 2006 Mecánicos Asociados se estableció como pionero en el esquema de creación del Centro de Generación de Dina para Ecopetrol, implementando nuevas operaciones para Servicios Industriales, Operación y Mantenimiento y Proyectos y Construcciones. En este mismo año, surge para la compañía la unidad de negocio Facilidades Tempranas de Producción, enfocada en la operación y/o

alquiler de activos productivos móviles portátiles disponibles para acompañar al cliente en el desarrollo de sus actividades.

Posteriormente, en el 2008 comenzó a operar el Centro de Generación en Tello y un año más tarde, se toma la iniciativa de explorar nuevas tecnologías y procesos con la creación de la Planta de Gas en Dina. En efecto, los Centros de Generación Tello y Dina, resultan estratégicos a la hora de reducir las paradas no programadas del campo de producción debido a la continuidad y confiabilidad en el suministro de energía, resultando así en ejemplos de operación eficiente para otros clientes y otras industrias.

En el año 2007, Stork Technical Services se interesó en esta compañía y la incluyo en su red de adquisiciones a nivel mundial, y así logro expandir sus operaciones en otras latitudes del planeta.

STS (Stork Technical Services) buscaba una fuerte presencia en Latinoamérica, por lo que necesitaba una empresa que le ofreciera respaldo, experiencia y un gran potencial de crecimiento, y MASA había demostrado un desarrollo sostenible superior al de sus competidores. Es así como en ése año la empresa se convirtió en un 70% de capital holandés, entregando a los clientes una propuesta confiable y competitiva que dé respuesta a sus requerimientos y necesidades con estándares internacionales.

En el año 2008, surgió la oportunidad de ampliar las operaciones en el exterior y es así como nació Masa-Stork –Perú – MSP. Las actividades iniciaron en los campos petroleros del país mediante dos contratos de O&M en los Lotes 1AB y 8 que proveen la mayor producción de crudo en el país y consultoría constante en

Ingeniería de Mantenimiento para SAVIA Perú. Año tras año se ha ido consolidando y busca apoyar el crecimiento minero energético que este país demanda⁵.

En el año 2012 MASA paso a ser 100% parte de STS (Stork Technical Services); formando parte fundamental de esta multinacional.

A finales del año 2015 FLUOR firma un acuerdo para adquirir el 100 % de las acciones de Stork. Esta compañía es una de las empresas líderes mundiales en los campos de ingeniería, procura y construcción («EPC»), la dirección de proyectos y el mantenimiento en los sectores de energía, industria química, infraestructura y en el sector industrial. Fluor cuenta con 40.000 empleados y tiene operaciones y presencia en los seis continentes.

En el año 2016 se concluyen las negociaciones con FLUOR y MASA pasa a formar parte de esta gran empresa con presencia a nivel mundial.

1.1.2 Visión, Agregar valor a nuestros clientes ofreciendo soluciones integrales de gestión de activos, comprometidos con el progreso de nuestros colaboradores, y con los más altos estándares de seguridad, gestión de riesgos y responsabilidad social corporativa.

1.1.3 Misión, Para el año 2017, queremos ser una organización ágil y competitiva, con el mejor talento humano para convertirnos en la primera alternativa para nuestros clientes, al ofrecerles altos estándares en HSEQ y conocimiento durante el ciclo de vida de los activos. Asimismo, queremos lograr un crecimiento en la industria de manera rentable, sostenible y con capital intensivo enfocado en O&G,

⁵ MECANICOS ASOCIADOS S.A.S. [Online] [Citado 06 marzo de 2016]:
<http://www.masateam.com/website/wwwmasa/site/index.php/nuestra-empresa/historia>

Generación de Energía, Petroquímica y Minería de Colombia, Perú y apoyar el crecimiento de América del Sur⁶.

1.1.4 Servicios

1.1.4.1 Facilidades Temporales, Ejecución de los servicios de administración, operación y mantenimiento de activos productivos móviles portátiles, donde sea que los clientes desarrollen sus proyectos. Los servicios incluyen: Alquiler de equipos (bombas para inyección de aguas, transferencia de fluidos, generadores, facilidades temporales de superficie), construcción de facilidades temporales, generación eléctrica con gas, crudo y duales (crudo-diésel, gas-diésel), pruebas extensas, Lavado de tanques de almacenamiento de crudo (sin pérdidas de producción), paquetización de unidades de bombeo y mantenimiento a equipos de inyección.

1.1.4.2 Servicios Industriales, Planeación, definición e implementación de soluciones integrales que sean compatibles con el modelo de negocio del cliente y el marco regulatorio para la solución planteada. Los servicios incluyen: suministro de electricidad, compresión y tratamiento de gas, tratamiento de aire, compresión de aire, suministro de vapor, análisis y mejoramiento de procesos con metodologías como gestión de activos físicos.

1.1.4.3 Proyectos & Construcciones, Se orienta la propuesta al entendimiento de las necesidades del cliente y el alineamiento con los objetivos de su negocio, para garantizar la ejecución exitosa de los proyectos desde su concepción hasta la puesta en marcha, asegurando que el activo genere el valor esperado. los servicios incluyen: consecución de los recursos financieros para la construcción, montaje, pruebas, puesta en servicio y operación y mantenimiento,

⁶ MECANICOS ASOCIADOS S.A.S. Documento interno.

proyectos llave en mano, incluyendo ingeniería, compras y construcción en los mismos sectores, construcciones y montajes industriales, contratos macro de construcción, gerencia de proyectos, construcción de modificaciones y ampliaciones de facilidades de producción, construcción de oleoductos, gaseoductos y líneas de flujo, paradas de planta para su modernización.

1.1.4.4 Operación & Mantenimiento, Enfocado a entender y satisfacer las necesidades del cliente y sus procesos productivos con el fin de prestar la operación y mantenimiento de sus activos, de manera flexible, eficiente y ágil y mejorar sus niveles de productividad. los servicios incluyen: operación y mantenimiento de facilidades de producción y plantas industriales, operación y mantenimiento de ductos para transporte de hidrocarburos, mantenimiento integral de activos productivos, servicios especiales de mantenimiento (mantenimiento eléctrico, mecánico e instrumentación (correctivo y preventivo), mantenimiento por campaña, paradas de mantenimiento, gestión de paradas de planta, overhauls y soldadura de mantenimiento), definición/optimización de estrategias de gestión de mantenimiento, programas de mejoramiento de mantenimiento, basados en KPI'S y compensación por incentivos, alistamiento, pruebas y puesta en marcha de plantas y equipos industriales.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General: Desarrollar un modelo de mantenimiento basado en RCM para los motosoldadores Lincoln Vantage 500 de la empresa Mecánicos Asociados S.A.S.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar en los motosoldadores las fallas que más se presentan generando horas no disponibles de los equipos.

- Realizar un análisis de modo de falla y efectos en los motosoldadores.
- Determinar las tareas de mantenimiento adecuadas para los motosoldadores Lincoln Vantage 500.
- Realizar un modelo de mantenimiento para los motosoldadores que pueda ser aplicado por los contratos de Mecánicos Asociados S.A.S.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Mecánicos Asociados S.A.S. cuenta con varias líneas de negocios muy importantes entre las que se destacan algunas como: servicios de operación y mantenimiento (O&M) y proyectos y construcciones (P&C). En la actualidad es contratista de grandes compañías del sector oil & gas, energético y minero. Contando con un número importante de contratos distribuidos a nivel nacional.

En el desarrollo de las actividades de la empresa se hace uso de diversas herramientas y equipos entre los que figuran los motosoldadores Lincoln Vantage 500 que son utilizados para trabajos de soldadura en diferentes contratos.

Imagen 1. Motosoldador montado sobre planchón de camión



Se han evidenciado diversas falencias relacionadas con este tipo de equipos, adicionalmente no se tiene un control efectivo sobre los mantenimientos que se realizan a estos equipos en los contratos de la compañía, no se lleva a cabo un plan de mantenimiento preventivo, constantemente los equipos presentan fallas que derivan en que queden fuera de operación, en los contratos no tienen un modelo de aplicación de mantenimiento por lo que se limitan a realizar solo el cambio de aceite e inspecciones visuales que no son efectivas llevando a que el número de los mantenimientos correctivos sea mayor al de los preventivos, se observa que el número de paradas de los equipos ocasionados por fallas es elevado.

Todos estos problemas llevan a que en algunos casos no se preste un servicio adecuado además se producen pérdidas económicas y de tiempo considerables.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Actualmente las compañías cuya actividad económica depende del sector petrolero se encuentran en estado de alerta por el impacto negativo generado por la caída del precio del crudo. Por este motivo es necesario que se implementen nuevas estrategias que ayuden a evitar sobrecostos y saquen el mayor provecho de las actividades realizadas. Tenido en cuenta esta necesidad observamos que el mantenimiento de los motosoldadores que utiliza la compañía no está organizado, estos equipos presentan fallas y frecuentemente están fuera de servicio y en una empresa como Mecánicos Asociados S.A.S. caracterizada por prestar servicios de primera calidad se debe contar con equipos en buen estado y siempre disponibles para garantizar el cumplimiento de las actividades que realiza la compañía.

El presente trabajo pretende establecer un modelo de mantenimiento que una vez aplicado asegure una buena gestión sobre los motosoldadores y al mismo tiempo contribuya a que se eleve el tiempo de vida productiva de estos equipos, ayude a reducir los mantenimientos correctivos y aumente su disponibilidad. De igual manera se busca que este modelo de mantenimiento se pueda aplicar a los diferentes contratos que tiene la compañía satisfaciendo sus diferentes necesidades.

2. MARCO TEORICO

A lo largo de la historia se han venido utilizando diversas máquinas para que realicen desde las tareas más simples como apretar un tornillo hasta las más complejas, y a medida que se fueron utilizando también fuimos aprendiendo que el mantenimiento es muy importante para el buen desempeño de las diferentes maquinas usadas en las empresas.

Día a día surge la necesidad de que estas máquinas tengan el mayor tiempo productivo al menor costo posible, aparecen entonces conceptos como la confiabilidad, según Nieto González⁷, la probabilidad de que un equipo y/o proceso cumpla la función que tiene asignada, sin fallas y de acuerdo a condiciones determinadas durante un periodo de tiempo dado. Entre otros conceptos no menos importantes se tiene también la disponibilidad que se puede definir como una medida que nos indica el tiempo en que los equipos se encuentran operativos en relación al tiempo que se hubiera esperado que funcionara.

Entre abundantes investigadores que hablan sobre estos conceptos tenemos Grosso Peralta⁸, que dice: el mantenimiento actual tiene retos mucho más agresivos y difíciles, ya que la industria en todos los sectores ha avanzado hacia la automatización y la mecanización, con lo cual la disponibilidad y confiabilidad de los equipos cada vez afecta más de manera directa los ingresos de las empresas pues se depende de manera directa del buen y duradero desempeño en el tiempo de las maquinas, lo cual se logra con una acertada y disciplinada estrategia de mantenimiento.

⁷ NIETO GONZALEZ, Hernando, Modelo de optimización para el mantenimiento proactivo de los equipos críticos de un tren de laminación en frío basado en RCM, UIS, Trabajo de grado, 2011.

⁸ GROSSO PERALTA, Juan Carlos, Programa de mantenimiento basado en RCM para los hidrogenadores de la central la guaca, UIS, Trabajo de grado, 2004.

En cuanto a estrategias de mantenimiento existen varias clases que han aparecido a lo largo de la historia, todas muy buenas aunque unas más acertadas que otras pero siempre tratando de cumplir con las necesidades cambiantes de la industria que siempre avanza y evoluciona. Es así como hoy en día contamos con el mantenimiento basado en RCM (*Reliability Centered Maintenance*) que es una estrategia o técnica basada en conservar la función requerida del equipo y no del equipo como tal, enmarcado en su contexto operacional. RCM inicialmente fue desarrollada para el sector de la aviación en Estados Unidos, donde los altos costos derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas⁹. Por tratarse de una estrategia de mantenimiento muy exitosa más adelante se trasladó a los demás sectores industriales y ha sido objeto de investigación y aplicación a nivel mundial. Diaz Orduz¹⁰, desarrolla un modelo de mantenimiento basado en RCM para el generador de soldadura impulsado a motor Miller 302, este modelo nace por la necesidad creada a partir de la adquisición de este tipo de equipo en la empresa D&D ingenieros LIDA la cual se dedica al diseño, la construcción, el montaje y mantenimiento de estructuras soldadas para la planta DIACO S.A. Lo cual hace que este equipo sea de gran importancia para dicha empresa y la implementación del mantenimiento basado en RCM les representara beneficios de tipo económico y social.

En conclusión el mantenimiento basado en RCM está siendo más utilizado y aplicado a diferentes sectores de la industria debido a que se adapta a las exigencias operacionales de los equipos y en la mayoría de los casos representa beneficios económicos para las empresas que optan por utilizar esta metodología, además de mejorar la confiabilidad de los equipos y su disponibilidad.

⁹ GARCIA GARRIDO, Santiago. Plan de Mantenimiento Basado en RCM. Enero 2016. Available From Internet: <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Que+es+RCM>.

¹⁰ DIAZ ORDUZ, Javier, Diseño de un modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad o RCM para el generador de soldadura impulsado a motor Miller 302, UIS, Trabajo de grado, 2010.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 LA EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Desde que se empezó a utilizar el mantenimiento se pudo observar que era una herramienta que servía para alargar la vida útil de la maquinaria y herramientas y además también ayudaba a ahorrar costos. En el tiempo actual podemos hacer uso de variedad de metodologías de mantenimiento gracias a los grandes cambios y avances registrados a lo largo de la historia que fueron apareciendo según las necesidades de cada época, la mayoría de los libros hablan de tres generaciones del mantenimiento pero podríamos nombrar cinco generaciones de la siguiente manera:

3.1.1 Primera generación, En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban del cuidado y las reparaciones de los equipos, ellos consideraban que lo correcto era operar un equipo hasta que su funcionamiento fuera completamente defectuoso y perdiera toda posibilidad de prestar algún servicio¹¹. Las maquinas involucradas eran relativamente sencillas y los tiempos de parada no eran de preocupación. Las tareas de mantenimiento eran correctivas y en la mayoría de los casos el mismo operario era el encargado de realizarlas ya que era quien más conocía el funcionamiento y operación de las maquinas.

3.1.2 Segunda generación, Tiene su desarrollo durante la segunda guerra mundial las maquinas ya venían evolucionando y haciéndose más complejas, y en algunas fábricas ya se efectuaba la producción en serie y la exigencia de una continuidad en la producción llevo a buscar y desarrollar nuevas formas de aumentar el tiempo de producción en las máquinas y es aquí donde aparece el concepto de mantenimiento preventivo sistemático, los encargados del

¹¹ BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de mantenimiento, pag 18 Colombia, 2015.

mantenimiento empezaron a preocuparse no solo por prevenir las fallas sino también por prevenirlas mediante acciones preventivas de carácter periódico que se planifican con antelación.

3.1.3 Tercera generación, Más adelante ya entrados en los años 80 se empieza a pensar en el buen funcionamiento de los equipos, maquinaria o herramientas en el entorno y tiempo de vida para el cual fueron diseñados. La aviación y la industria automotriz lideran las innovaciones en esta generación. Los objetivos en los cuales se centra esta tercera generación son: la disponibilidad de los equipos y sistemas, fiabilidad de los mismos, optimización de los costos, aumento de la seguridad, incremento de la calidad (aparecen las certificaciones ISO 9001 e ISO 9002), aumento de la conciencia de preservar el medio ambiente (teniendo en cuenta la certificación ISO 14001), aumento de la duración de los equipos y vigilancia de la normativa vigente. Las actividades de mantenimiento preventivo dejan de ser únicamente rutinarias, sino que se ajustan a la utilidad de los equipos teniendo cuenta su rentabilidad. Aparecen los mantenimientos según condición, los mantenimientos predictivos y otras técnicas como el RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) y el TPM (mantenimiento productivo total). Los sistemas de gestión se extienden masivamente a equipos, sistemas e instalaciones¹². Se empieza a considerar la tercerización del mantenimiento como modo de optimizar los costos y de ocupar del mantenimiento a empresas especialistas ya que de esa manera las empresas se pueden concentrar directamente en la producción.

3.1.4 Cuarta generación, La denominada cuarta generación del mantenimiento nace en los años 90, el objetivo es la competitividad, y busca el desarrollo de

¹² LOPEZ GARCIA, Jorge. blog, Gestión de mantenimiento eficiente. 2013
<http://gestionmantenimientoefficiente.blogspot.com/2013/02/las-cinco-generaciones-del-mantenimiento.html>

métodos de trabajo eficaces y eficientes enfocados en la aplicación de metodologías y procedimientos rigurosos para analizar cada tipo de falla o avería, pero siempre teniendo en cuenta las normas y leyes de seguridad y medio ambiente vigentes en cada país. Podemos decir que en este mantenimiento moderno se busca como principal punto cuidar la seguridad y luego la operación.

Imagen 2. Evolución de las técnicas de mantenimiento



Fuente:

http://web.ing.puc.cl/power/alumno06/OED/archivos/mantenimiento_clip_image006.jpg

3.1.5 Quinta generación, La quinta generación del mantenimiento está centrada en la tecnología. La cual se basa en el estudio y gestión de la vida de un activo o recurso desde su adquisición hasta darlo de baja teniendo en cuenta las formas de disponer del mismo, desmantelar, etc.). En esta generación se integran prácticas gerenciales, financieras, de ingeniería, de logística y de producción a los activos físicos buscando costos de ciclo de vida (CCV) económicos. El objetivo principal de su aplicación es mejorar y mantener la efectividad técnica y económica de un proceso o equipo a lo largo de todo su ciclo de vida combinando experiencia y conocimiento para lograr una visión global del impacto del mantenimiento sobre la

calidad de los elementos que constituyen un proceso de producción, y para producir continuamente mejoras tanto técnicas como económicas¹³.

3.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

3.2.1 Definición del RCM, Son varias las definiciones que podemos encontrar sobre el RCM y distintos autores se refieren a una o varias de ellas; a continuación citaremos algunas de las definiciones más importantes:

Uno de los referentes en RCM el autor John Moubray lo define en sus libros de la siguiente manera:

“RCM es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual¹⁴”

En la norma SAE JA1011 define el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad de la siguiente manera:

“RCM es un proceso específico usado para identificar las políticas que deben ser implementadas para administrar los modos de falla que pueden causar fallas funcionales que cualquier activo físico en su contexto operacional¹⁵”

El RCM se puede definir como un proceso o una metodología, por la cual un grupo de trabajo con integrantes de diferentes áreas, se encargan de optimizar la confiabilidad de un equipo, dentro de los parámetros establecidos para dicho equipo

¹³ GARCIA GARRIDO, Santiago. Foro, las cinco generaciones del mantenimiento.

<https://www.xing.com/communities/posts/las-cinco-generaciones-de-mantenimiento-1004976130>

¹⁴ MOUBRAY, John. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. P.7.

¹⁵ SAE JA1011 EVOLUTION CRITERIA FOR RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM). Processes Society of Automotive Engineers, Inc 1999.

analizando y estudiando las tareas de mantenimiento más adecuadas, teniendo en cuenta las consecuencias que las fallas puedan causar al proceso operativo, la seguridad y el ambiente.

3.2.2 Las siete preguntas básicas de la metodología RCM, Moubray en su libro RCM II plantea siete preguntas básicas acerca del activo o sistema que se intenta revisar:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿de qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿En qué sentido es importante cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

3.2.3 Funciones y parámetros de funcionamiento, Las funciones del activo son aquellas que garantizan que el activo físico continúen haciendo aquello que los usuarios quieren que haga dentro de su contexto operacional, se requiere determinar qué es lo que los usuarios quieren que haga el activo y asegurarse de que es capaz de hacerlo. El primer paso en la aplicación del RCM es definir las

funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseados. Las funciones pueden dividirse en:

- **Funciones Primarias:** Inicialmente determina la razón principal por la que se adquirió el activo. Tiene en cuenta parámetros técnicos tales como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente.
- **Funciones secundarias:** Donde se reconoce que se espera del activo que haga más que cubrir sus funciones primarias. Se relacionan funciones como confort, seguridad, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de parámetros ambientales y hasta apariencia.

3.2.4 Fallas funcionales, Los objetivos del mantenimiento son definidos por las funciones y expectativas de funcionamiento asociadas al activo, lo único que puede hacer que el activo no se desempeñe conforme a las funciones esperadas por sus usuarios es que se presente una falla. Los estados de falla son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

3.2.5 Efectos de Falla, El siguiente paso tiene que ver con hacer un listado de los efectos de falla, que describen lo que ocurre con cada modo de falla. Se debe incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de falla, tal como: Evidencia existente de que la falla se haya presentado, modo por el cual se presenta una amenaza para la seguridad o el medio ambiente, la manera en la falla afecta a la producción o a las operaciones, daños físicos causados por la falla y las acciones que se deben realizar para reparar la falla.

Existen varias clases de efectos de falla y se pueden enmarcar en las siguientes categorías¹⁶:

- Visibilidad de la falla: fallas ocultas o visibles por el operador: Una falla oculta es aquella que no es detectable por los operarios en condiciones normales de operación, si se produce por si sola.
- Efectos en las personas: Seguridad: Se evalúa si el modo de falla puede lesionar o causarle la muerte a una persona.
- Efectos en el medio ambiente: Se evalúa si el modo de falla puede contaminar o conlleva a una infracción de cualquier norma relacionada con el medio ambiente.
- Efectos Operacionales: Cuando el modo de falla puede tener un efecto adverso directo sobre la capacidad operacional.
- Efectos en la Imagen corporativa: Estima el impacto en la sociedad de los modos de falla.

3.2.6 Consecuencias de la Falla, Cada falla que se presenta afectara a la compañía de algún modo pero los efectos pueden ser diferentes dependiendo del caso. Pueden afectar operaciones, la calidad del producto, el servicio al cliente, la seguridad o el medio ambiente. Todas demandaran la inversión de tiempo y dinero. Las consecuencias son las que más influyen en el intento de prevenir cada falla. El RCM reconoce que las consecuencias de las fallas son más importantes que sus características técnicas, de hecho reconoce que la única razón para hacer cualquier

¹⁶ Notas de clase, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) Daniel Ortiz Plata, UIS 2016.

tipo de mantenimiento proactivo no es evitar las fallas si no evitar o reducir las consecuencias de las fallas.

El RCM clasifica estas consecuencias en cuatro grupos de la siguiente manera:

- Consecuencias de fallas ocultas.
- Consecuencias ambientales y para la seguridad.
- Consecuencias operacionales.
- Consecuencias no operacionales.

El proceso de evaluación de las consecuencias también cambia el énfasis de la idea de que toda falla es negativa y debe ser prevenida. De esta manera focaliza la atención sobre las actividades de mantenimiento que van a influir en evitar las consecuencias que tendrán mayor efecto sobre la compañía, y resta importancia a aquellas que tendrán escasos efectos negativos.

Las técnicas de manejo de fallas se dividen en dos categorías:

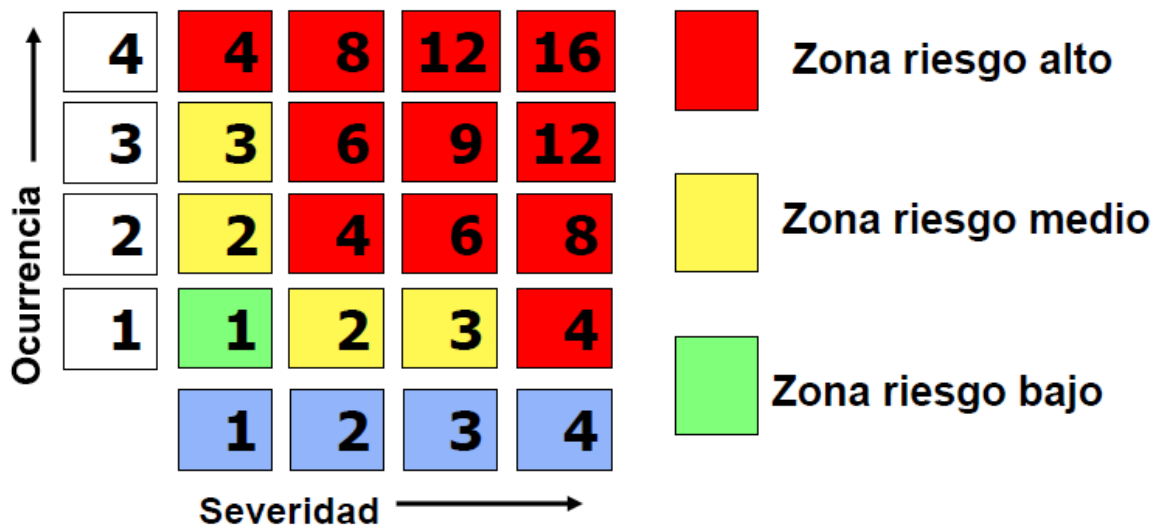
- Tareas proactivas: estas tareas se emprenden antes de que ocurra una falla, para prevenir que el ítem llegue al estado de falla. Abarca lo que se conoce tradicionalmente como mantenimiento “predictivo” o “preventivo”.
- Acciones a falta de: estas tratan directamente con el estado de falla, y son elegidas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva. Las

acciones a falta de incluyen búsqueda de falla, rediseño, y mantenimiento a rotura. ¹⁷

3.2.7 Diagrama o Matriz de Riesgos, Es necesario realizar un análisis profundo a las fallas y sus efectos y establecer que tan importantes son para determinar cuál es el riesgo o probabilidad de que las consecuencias de las fallas desencadenen contratiempos negativos para la operación.

El diagrama o matriz de riesgo permite valorar cada uno de las consecuencias de las fallas y de esta manera poder establecer la mejor tarea de mantenimiento para mitigar dichas consecuencias.

Imagen 3. Matriz de Riesgos

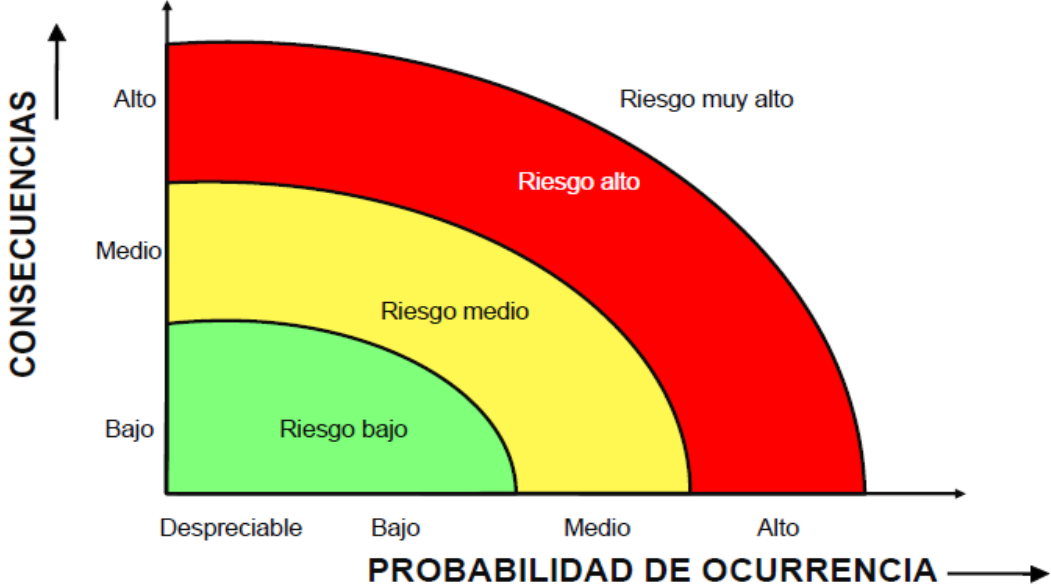


Fuente: Clase Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Daniel Ortiz Plata.

La valoración es importante para determinar qué tan importante va a ser la falla, y sirve para tomar decisiones en cuanto a las tareas que se van a establecer.

¹⁷ MOUBRAY, John. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. P.7-11.

Imagen 4. Gráfico De Valoración De Riesgo



Fuente: Clase Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Daniel Ortiz Plata.

4. MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA COMPAÑÍA.

Antes de continuar con el RCM para el motosoldador Lincoln Vantage 500 haremos un resumen del mantenimiento actual de Mecanicos Asociados S.A.S.

En Mecanicos Asociados S.A.S. se cuenta con un área de gestión de activos encargada tanto de controlar y mantener de todos los activos de la compañía. El objetivo general de esta área está establecido de la siguiente manera: “Proporcionar a la unidad de mantenimiento un sistema de procesos administrativos. Mediante etapas de planeación, organización, ejecución, control e inspección, que contribuyan como un apoyo en las actividades de mantenimiento de los diferentes activos”¹⁸.

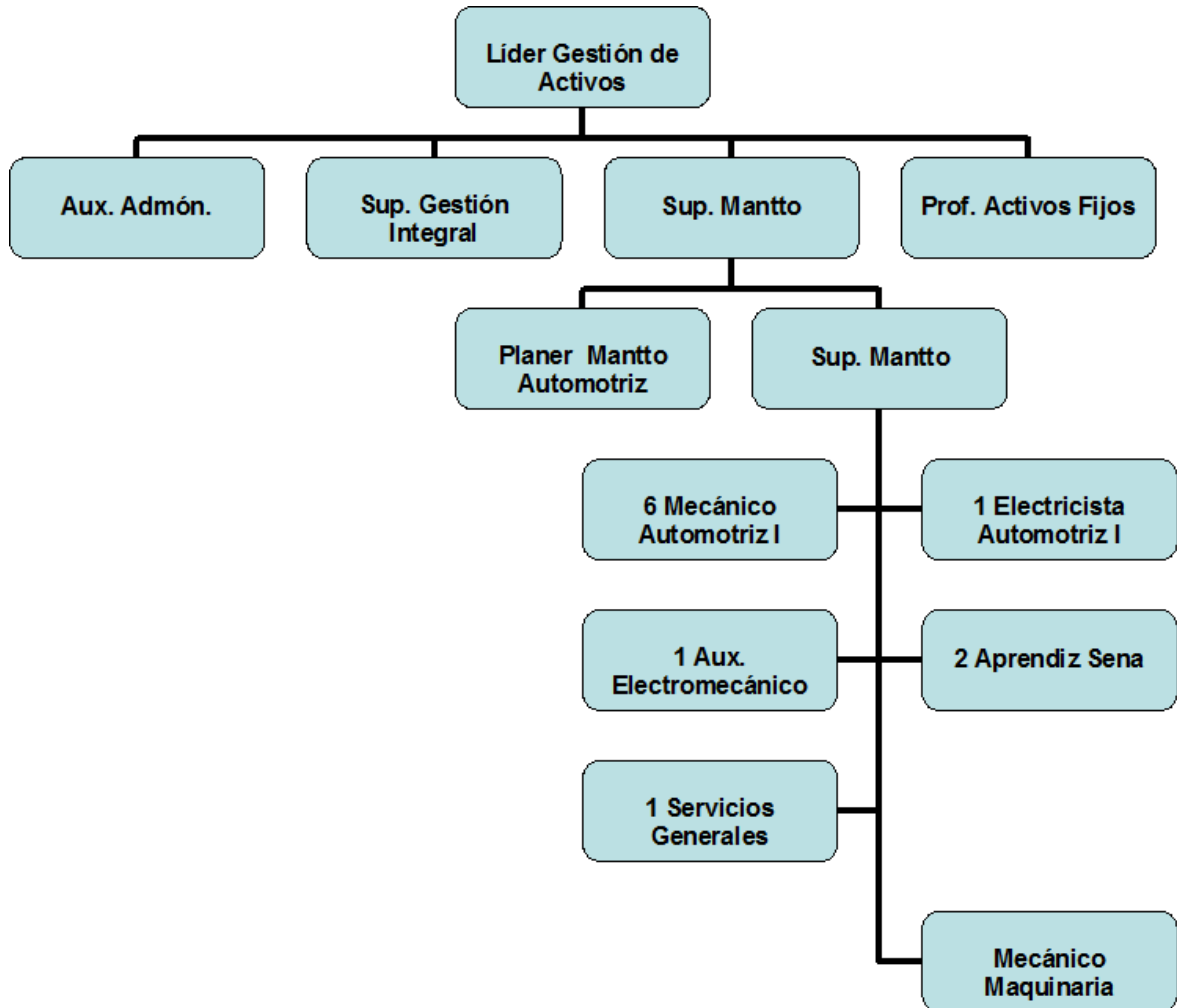
Como guía para los mantenimientos cuenta con un manual de gestión de activos el cual está diseñado como una guía para la adquisición de activos, la gestión del mantenimiento de los activos y el procedimiento para dar de baja los activos; este documento en la mayoría de los casos no es aplicado en los contratos de la compañía los cuales gestionan los activos según sus necesidades y en la mayoría de los casos se limitan a realizar mantenimientos correctivos.

4.1 ORGANIGRAMA DE GESTION DE ACTIVOS.

El área de gestión de activos de Mecanicos Asociados S.A.S. cuenta con diferentes colaboradores para el desarrollo de sus funciones a continuación observaremos el organigrama del área de gestión de activos de la compañía.

¹⁸ MECANICOS ASOCIADOS S.A.S, MANUAL DE GESTION DE ACTIVOS 2015.

Imagen 5. Organigrama Área Gestion Activos Mecanicos Asociados S.A.S.



Fuente: Manual Gestion Activos, Mecanicos Asociados S.A.S.

4.2 ACTIVOS MANTENIBLES CON DISPOSITIVOS DE REGISTRO DE TIEMPO Y/O DESPLAZAMIENTO.

Activos que contengan dispositivos de registro de tiempo y/o desplazamiento (horometro y Odómetro) Maquinaria pesada, compresores, plantas eléctricas iguales o superiores a 40 Kva, Motosoldadores, Manlift, Scissorlift, Vehículos, Grúas, Dobladoras de tubo de 22” o mayor; los cuales deben cumplir como mínimo con la siguientes Características:

- Horometro y Odómetro.
- Valor Comercial igual o superior a \$20.000.000.
- Motor de 4 tiempos.
- De Sistema Electromecánicos.

Entre los activos mantenibles de la compañía se tienen los siguientes:

- Retro excavadoras

Imagen 6. Retro Excavadora



- Excavadoras

Imagen 7. Excavadora



- Mini Cargadores

Imagen 8. Mini Cargador



- Brazos Articulados Montados Sobre Camión

Imagen 9. Brazo Articulado Montado Sobre Camión



- Vehículos Pesados

Imagen 10. Tracto Camión



- Vehículos Medianos

Imagen 11. Camión Turbo Doble Cabina



- Vehículos livianos

Imagen 12. Camionetas Doble Cabina



- Plantas Eléctricas

Imagen 13. Plantas Eléctrica



- Motosoldadores

Imagen 14. Motosoldadores



4.3 ACTIVOS MANTENIBLES POR TIEMPO CALENDARIO.

Son activos cuyo Mantenimientos son programados con un tercero de acuerdo a tiempo de funcionamiento y que no cumplen con las características del numeral anterior; entre ellos tenemos:

- Medición.
- TIC.
- Muebles y enseres.
- Equipos menores (plantas eléctricas, motobombas, compactadores, mezcladoras, dobladoras, bombas de cabezal, compresores, baños portátiles, etc.)


Imagen 15. Activos Mantenibles Por Tiempo Calendario



4.4 REPORTEES.

El funcionario asignado por el contrato, debe reportar en el formato km y horómetros, al planeador de Gestión de Activos al correo corporativo gestión.activos@stork.com. Dentro de los 5 primeros días calendario de cada mes.

Imagen 16. Formato Reporte Horometro

		AÑO 2016					
A STORK COMPANY						MES	
ITEM	PLACA	TIPO EQUIPO	MARCA	CONTRATO	HORA INICIAL	HORA FINAL	TOTAL HR.
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

ALQUILADOS	0								
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">MES</td> </tr> <tr> <td colspan="2">HR Total</td> </tr> <tr> <td>total horas mes EQUIPOS PROPIOS</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>total horas mes CONSOLIDADO</td> <td>0</td> </tr> </table>		MES		HR Total		total horas mes EQUIPOS PROPIOS	0	total horas mes CONSOLIDADO	0
MES									
HR Total									
total horas mes EQUIPOS PROPIOS	0								
total horas mes CONSOLIDADO	0								

Fuente: Mecanicos Asociados S.A.S.




4.5 PLANEACIÓN.

El Planner de mantenimiento de Activos Recibe el informe de kilometrajes y Horometros, el cual es ingresado a la base de mantenimiento, este informe permite planear los mantenimientos preventivos y envía dicha programación a la persona encargada de cada contrato, mensualmente.

4.6 PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO.

El funcionario asignado por el contrato y según la programación enviada debe programar los mantenimientos de acuerdo a disponibilidad y criticidad de cada activo, para ello debe diligenciar el formato “formato solicitud de servicio para mantenimiento de activos” y enviarlo al planner de mantenimiento al correo corporativo gestion.activos@stork.com

Imagen 17. Formato Solicitud De Servicio Para Mantenimiento De Activos

 <small>A STORK COMPANY</small>		FORMATO PARA SOLICITUD DE SERVICIO PARA MANTENIMIENTO ADMINISTRACION GESTION DE ACTIVOS	Versión: 1 Código: P001-GA-ADM-00-13-001								
DATOS DEL VEHICULO Y/O EQUIPO											
CONTRATO: _____		Fecha de Envío a Taller: <input style="width: 100px;" type="text"/>									
		Día Mes Año									
PLACA: _____	MARCA: _____	LINEA _____									
Km: _____	Tipo de vehículo: _____										
Marque con una línea el nivel de combustible al ingresar 											
REPORTE DE ANOMALIAS DEL VEHICULO Y/O EQUIPO											
1	_____										
2	_____										
3	_____										
4	_____										
5	_____										
6	_____										
7	_____										
8	_____										
9	_____										
10	_____										
11	_____										
12	_____										
13	_____										
Nombre de quien entrega: _____		Cel: _____	Firma: _____								
Nombre de quien recibe: _____		Cel: _____	Firma: _____								
INVENTARIO VEHICULO											
	OBJETOS	SI	NO	OBJETOS	SI	NO	OBJETOS	SI	NO	OTROS OBJETOS	
	Radio Musical			Herramientas			Documentos			Tacos	
	Radio Comunicación			Copas			Llave Pernos			Señales	
	Linterna			Alarma			Botiquin			Forros	
	Tapetes			Gafas			Gato			Palanca Repuesto	
	Encendedor			Llanta Ppto.			Extintor			Tapa Tanque combustible	
Observaciones del servicio: _____ _____ _____ _____ _____											
								Día Mes Año			
								FECHA DE SALIDA:	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>
Nombre de quien recibe y acepta: _____								Firma: _____			

MODELO CI-ADM-14-006 v.2.0 (18/03/2016)

** Fin del formato **

Nota de propiedad: Los derechos de propiedad intelectual sobre este documento y su contenido le pertenecen exclusivamente al grupo STORK. Por lo tanto, queda estrictamente prohibido el uso, divulgación, distribución, reproducción, modificación y/o alteración de los mencionados derechos, con fines distintos a los previstos en este documento, sin la autorización previa y escrita del grupo STORK.

Fuente: Mecanicos Asociados S.A.S.

4.7 EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

El Proveedor asignado y/o Taller Gestión de Activos realiza el respectivo mantenimiento ejecutando las actividades descritas en la Orden de Trabajo y/o rutinas de mantenimiento previamente establecidas por los fabricantes.

Si se generan acciones correctivas producto de la revisión durante el mantenimiento preventivo el proveedor y/o taller de gestión de activos, informará las anomalías encontradas en un reporte donde debe indicar lo siguiente:

Componentes del sistema que presentan fallas junto con las cotizaciones de los repuestos requeridos y tiempo de entrega del bien. Para los vehículos de Renting, de igual forma el proveedor realiza el mismo informe que debe ser enviado al proveedor del Renting y este a su vez debe informar a Gestión de Activos. El área de Gestión de Activos debe informar al respectivo contrato los hallazgos encontrados y los costos de estas reparaciones, para la aprobación.

El coordinador de contrato o administrador, deben autorizar las reparaciones e informar a Gestión de Activos.

Para la modalidad de Renting existen dos (2) opciones:

Realizar estas reparaciones a través del proveedor de Renting, asumiendo un costo adicional de administración, quien hará llegar la respectiva cotización incluyendo este costo.

No autorizar las reparaciones a través del Renting y realizarlas en un proveedor directo de la compañía, el cual informara bajo las mismas condiciones anteriormente mencionadas.

Para los contratos de Neiva y sus alrededores las acciones correctivas se realizaran en el taller de Gestión de Activos.

4.8 CIERRE DE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

El funcionario asignado por el contrato realiza la recepción del bien, verificando los trabajos realizados según la solicitud de mantenimiento y el inventario realizado, recibiendo este a satisfacción.

En el caso que se presente alguna no conformidad se informa al área de Gestión de Activos la cual se encarga de prestar soporte con el fin de solucionar la no conformidad en el menor tiempo posible.

4.9 CIERRE DE LA ORDEN DE TRABAJO

El Planner de Mantenimiento se encarga de verifica la recepción del activo a satisfacción y procede a cerrar la orden de trabajo correspondiente en el sistema alimentando la base de mantenimientos preventivos.

Cuando el mantenimiento del activo se realiza en otra ciudad el contrato debe enviar el reporte de los mantenimientos preventivos cada vez que se ejecuten, al planeador de Gestión de Activos al correo corporativo gestión.activos@stork.com, de acuerdo al formato establecido.

Imagen 18. Formato Para Reporte De Mantenimiento Equipos

 <small>A STORK COMPANY</small>		FORMATO PARA BD MTTO EQUIPOS MASA	Versión: 1 Código: P001-GA-MEC-10-13-002
---	---	--	--

ITEM	PLACA	MARCA	LINEA	APLICACIÓN	CONTRATO	ULTIMO MTTO	
						FECHA MTTO	HR MTTO
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							

COMENTARIOS:

** Fin del formato **

Nota de propiedad: Los derechos de propiedad intelectual sobre este documento y su contenido le pertenecen exclusivamente al grupo STORK. Por lo tanto, queda estrictamente prohibido el uso, divulgación, distribución, reproducción, modificación y/o alteración de los mencionados derechos, con fines distintos a los previstos en este documento, sin la autorización previa y escrita del grupo STORK.

Fuente: Mecanicos Asociados S.A.S.

4.10 INDICADORES DE MANTENIMIENTO DE ACTIVOS

Los indicadores de mantenimiento para los activos de Mecanicos Asociados S.A.S. están relacionados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Indicadores De Mantenimiento De Activos

Nombre	Formula	Frecuencia	Utilidad	Tendencia	Fuente
% Cumplimiento planeación	$\frac{\# \text{ Mantenimientos preventivos ejecutados} * 100}{\# \text{ Mantenimientos preventivos programados}}$	Mensual	Medir el cumplimiento de la programación del mantenimiento preventivo	↑	MP2
% Confiabilidad de las actividades del mantenimiento preventivo	$\frac{\# \text{ Mantenimientos Preventivos ejecutados} * 100}{\# \text{ Total de Mantenimientos ejecutados}}$	Mensual	Conocer la efectividad del Mantenimiento Preventivo	↑	MP2
% Confiabilidad de las actividades del Mantenimiento Correctivo	$\frac{\# \text{ Mantenimientos Correctivos Ejecutados}}{\# \text{ total de Mantenimientos Ejecutados}}$	Mensual	Conocer la efectividad del Mantenimiento Correctivo	↓	MP2
% Disponibilidad de la flota de Transporte	$\frac{(\# \text{ Activos} - \# \text{ Horas No Disponibles por Mantenimiento}) * 100}{\# \text{ Activos}}$	Mensual	Muestra la efectividad del uso de los Activos	↑	MP2
% Desempeño de los trabajos	$\frac{\# \text{ Horas Ejecutadas} * 100}{\# \text{ Horas Programadas}}$	Mensual	Indica la efectividad del uso del recurso humano	↑	MP2

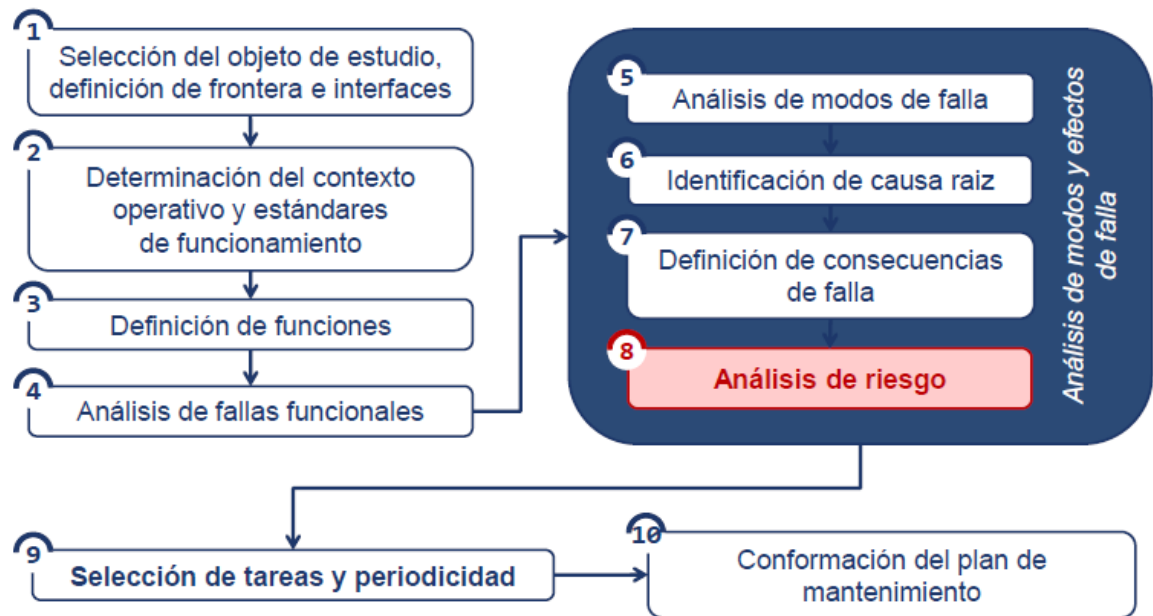
Fuente: Mecanicos Asociados S.A.S.

5. MODELO RCM PARA MOTOSOLDADOR LINCOLN VANTAGE 500

El RCM se define como un método organizado y lógico para construir o modificar un plan de mantenimiento conservando un óptimo costo.¹⁹ Permite determinar cuáles serán las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico.

Para el desarrollo del modelo de mantenimiento basado en RCM de esta monografía se utiliza como herramienta el diagrama de flujo de RCM el cual también es esencial para contestar las siete preguntas básicas de la metodología RCM, dicho diagrama lo podemos observar en la imagen 3.

Imagen 19. Diagrama de flujo del RCM



Fuente: Clase Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Daniel Ortiz Plata

¹⁹ NUÑEZ ALVIRA, Sergio Ernesto. Memorias Clase Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO. Bogotá: UIS 2015

5.1 MOTOSOLDADOR LINCOLN VANTAGE 500

El equipo objeto de esta monografía es el motosoldador Lincoln Vantage 500 utilizado en los procesos de soldadura de la empresa Mecanicos Asociados S.A.S.

El Motosoldador Vantage 500 es fuente de corriente de soldadura Multiproceso DC y genera corriente AC. Contiene un motor diésel que acciona un generador el cual suministra corriente trifásica para el circuito de soldadura DC, y corriente monofásica y trifásica para las salidas auxiliares AC útiles para la conexión de herramientas de menor consumo como lo son pulidoras, motortool, gratas y demás herramientas menores necesarias en los procesos de soldadura. La soldadura por electrodo se basa en el principio de corriente constante, para lo cual se requiere que la corriente suministrada por el generador del motosoldador no debe variar cuando el operador mueve el electrodo de la pieza.

Las características operacionales de este equipo son Alimentación trifásica, salida nominal: 500 Amp. a 60 V, Peso: 586 Kg.

En la empresa Mecanicos Asociados S.A.S. se cuenta con un total de 25 motosoldadores del modelo Lincoln Vantage 500 como los que se muestran en la imagen 20, estos motosoldadores están distribuidos a nivel nacional en diferentes contratos de la compañía.

Imagen 20. Motosoldador Lincoln Vantage 500



Fuente: <http://www.lincolnelectric.com.co/maquinas.aspx>

A continuación se describen los sistemas que hacen parte del Motosoldador Lincoln Vantage 500 y que son necesarios para el correcto funcionamiento del equipo.

5.1.1 Motor, El motor es una máquina capaz de transformar una energía para hacer funcionar un sistema, transformándola, en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.

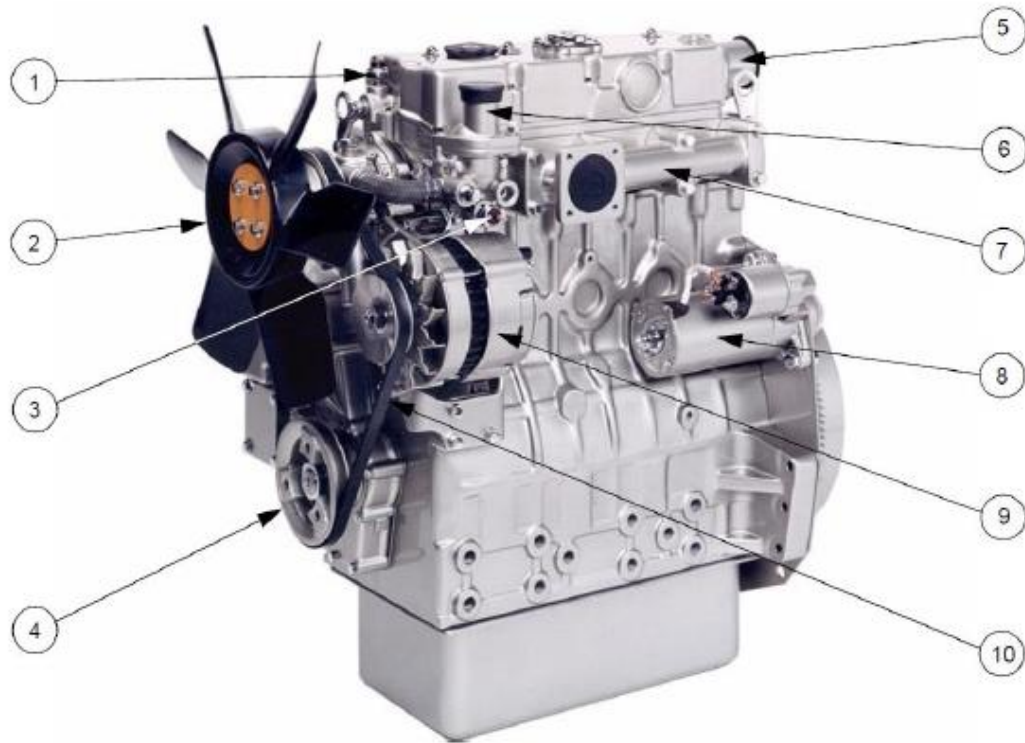
El motosoldador Lincoln Vantage 500 está dotado de un motor Perkins 404D-22T el cual es el encargado de producir la fuerza que mueve al generador.

Tabla 2. Características Técnicas del Motor

Características Generales	
Modelo	Perkins 404D-22T
Diámetro	84.0 mm
Carrera	100.0 mm
Desplazamiento	2.2 litros
Aspiración	Turbo cargado
Numero de Cilindros	4 En Línea
Ciclos	4 Tiempos
Relación de Compresión	23.3:1
Sistema de Combustible	Inyección indirecta
Sistema de Refrigeración	Líquido
Capacidad de Refrigerante	8.9 litros
Capacidad de Lubricante	10.6 litros
Dimensiones del Motor	
Longitud	661.0 mm
Ancho	489.0 mm
Altura	698.0 mm
Peso en Seco	194.0 kg
Potencia Nominal	
Potencia Mínima	36.3 kW
Potencia Máxima	45.5 kW
Velocidad Nominal	2600-3000 rpm
Torque Máximo	189.1 Nm @ 1800 rpm

Fuente: manual del usuario Perkins serie 400

Imagen 21. Motor Perkins 404D lado izquierdo

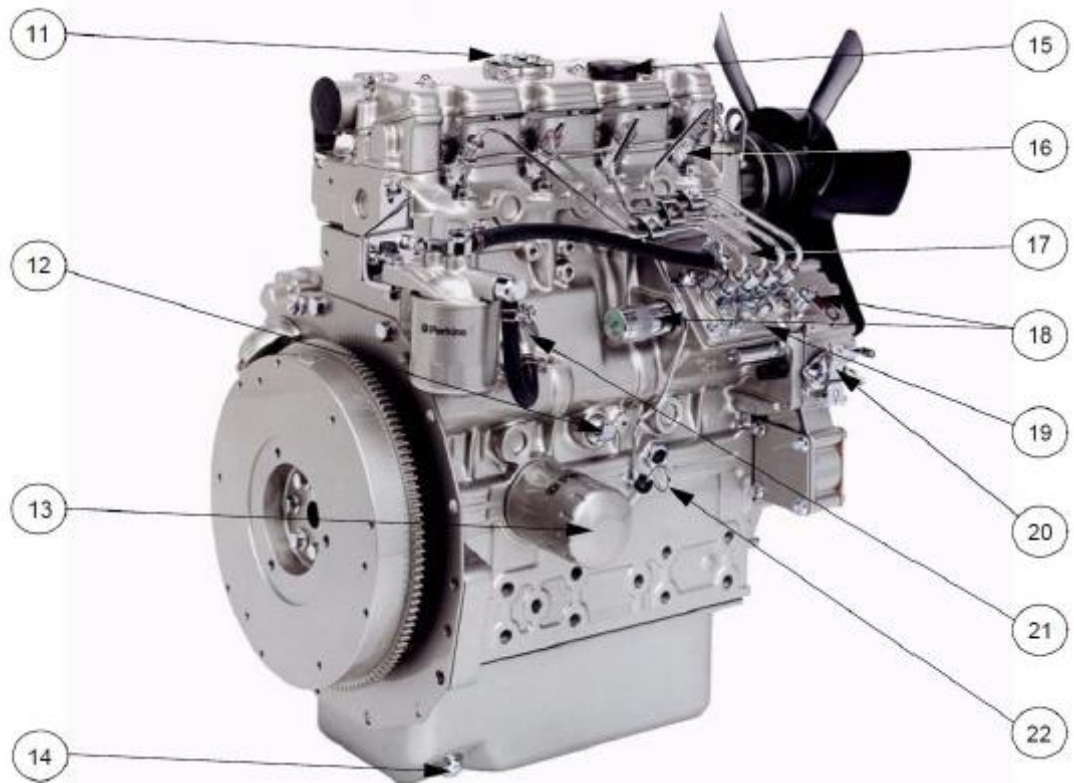


Fuente: manual del usuario Perkins serie 400

Los componentes del motor que se enumeran en la imagen 6 están relacionados a continuación:

- 1- Interruptor de presión del aceite.
- 2- Ventilador.
- 3- Interruptor de refrigerante.
- 4- Polea del cigüeñal.
- 5- Colector de admisión.
- 6- Salida de refrigerante.
- 7- Colector de escape.
- 8- Motor de arranque.
- 9- Alternador.
- 10-Correa de la distribución.

Imagen 22. Motor Perkins 404D lado derecho



Fuente: manual del usuario Perkins serie 400

Los componentes del motor que se enumeran en la imagen 6 están relacionados a continuación:

- 11-Respiradero del motor.
- 12-Tapón de drenaje del refrigerante.
- 13-Filtro de aceite.
- 14-Tapón de drenaje del aceite.
- 15-Tapa de aceite.
- 16-Inyector.
- 17-Etiqueta de identificación del motor.
- 18-Mando de parada mecánica.
- 19-Bomba de inyección.

20-Palanca de control de régimen.

21-Bomba de alimentación del combustible.

22-Varilla medidora de aceite.

5.1.2 Generador

Es el elemento de la maquina por el cual es posible obtener una corriente eléctrica a partir de energía mecánica de rotación, en otras palabras se encarga de convertir la energía mecánica entregada por el motor, en energía eléctrica necesaria para el proceso de soldadura, el motosoldador Lincoln Vantage 500 está dotado de un generador trifásico de 4 polos capaz de entregar las siguientes potencias de salida:

- 13000 Watts Pico / 12000 Watts Continuos, 60 Hz 120/240 Voltios Monofásica.
- 22000 Watts Pico / 20000 Watts Continuos, 60 Hz 240 Voltios Trifásica.

5.1.3 Sistema de Combustible, El sistema de combustible consta de un sistema de inyección indirecta en la cual el combustible se inyecta fuera de la cámara de combustión en una pre cámara, ubicada en la culata y conectada con la cámara principal de combustión dentro del cilindro mediante un orificio de pequeña sección. El motor cuenta con una bomba mecánica la cual es la encargada de enviar el combustible a presión por los tubos de admisión hasta los inyectores, el tanque de depósito del combustible tiene una capacidad de 20 galones los cuales le pueden dar hasta 52 horas de tiempo de funcionamiento dependiendo del modo de uso.

Los elementos que conforman el sistema de combustible son:

- Tanque de combustible.

- Conductos.
- Filtros de combustible.
- Bomba de inyección.
- Inyectores.

Tabla 3. Consumo Típico de Combustible motosoldador Lincoln Vantage 500

	PERKINS 404D-22T LITROS/HR (GAL./HR)	Tiempo de Funcionamiento para 20 Galones / Hora
Baja Velocidad - Sin carga 1400 R.P.M.	.38(1.44)	52.63
Alta Velocidad - Sin carga 1850 R.P.M.	.59(2.23)	33.90
Salida de Soldadura de CD 500 Amps a 40 Voltios	2.15(8.14)	9.30
20,000 Watts 3 Fases	1.91(7.23)	10.47
12,000 Watts 1 Fase	1.30 (4.92)	15.38

Fuente: Manual del Operador Vantage 500

Imagen 23. Filtro de combustible

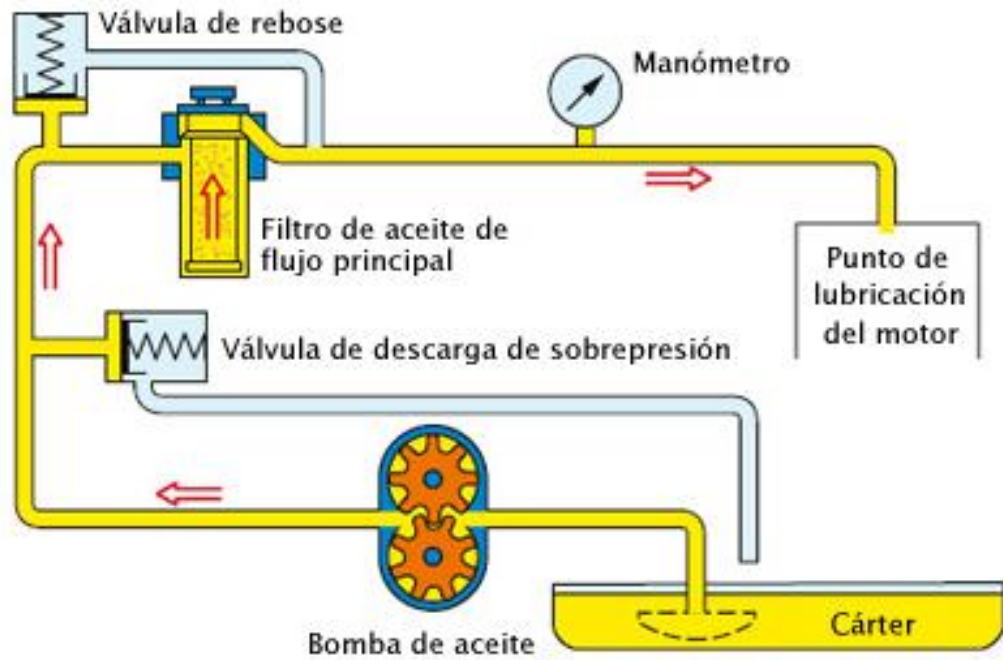


5.1.4 Sistema de Lubricación, Este sistema es el encargado de hacer llegar una película de aceite lubricante a cada una de las superficies de las piezas móviles del motor, para evitar que se generen desgastes excesivos y/o prematuros que causan la disminución de la vida útil del motor.

Principalmente la lubricación busca evitar el contacto del metal con el metal entre dos piezas que interactúan entre sí, la fricción ocasionada por ese contacto causa graves daños a las partes internas del motor.

El funcionamiento de este sistema consiste en una bomba mecánica que succiona el aceite desde el Carter (deposito), y lo impulsa a presión para que pase por el filtro de aceite donde este se encarga de retener las impurezas, luego el aceite continua hasta llegar a los puntos de lubricación del motor ubicados en puntos específicos dentro del motor donde se encuentran las partes móviles de este.

Imagen 24. Esquema del sistema de lubricación



Fuente: <https://www.ro-des.com/mecanica>

Imagen 25. Filtro de Aceite



5.1.5 Sistema de escape, Este sistema es el encargado de llevar los gases resultantes de la combustión del motor hacia el exterior valiéndose del múltiple de escape del motor que dirige los gases hacia el silenciador el cual disminuye el nivel de ruido generado por el motor, luego los gases son dirigidos por el conducto o tubo de escape hasta que llegan al exterior.

Su constitución arranca desde las válvulas de escape y su orificio de escape en la culata del motor, el múltiple de escape, el silenciador y el tubo de escape.

Imagen 26. Tubo de escape Motosoldador



5.1.6 Sistema de Refrigeración, Durante el funcionamiento del motor la temperatura producida por la combustión, es muy elevada, el sistema de refrigeración se encarga de eliminar el exceso de calor acumulado en el motor.

Este sistema lo constituyen principalmente los siguientes elementos:

- Radiador.
- Tanque de expansión.
- Mangueras.
- Bomba de agua.
- Termostato.
- Ventilador.
- Correas.

Imagen 27. Depósito de Refrigerante



5.1.7 Sistema de Admisión de Aire, Por ser un motor diésel requiere de gran cantidad de aire para quemar completamente el combustible y realizar la combustión de una manera adecuada y eficiente, para ayudar a aumentar la eficiencia el motor cuenta con un turbo el cual utiliza el flujo de los gases de escape para impulsar un rotor que aspira aire desde el exterior haciéndolo pasar por el filtro, y luego lo introduce a presión en la cámara de combustión.

Imagen 28. Filtro de Aire

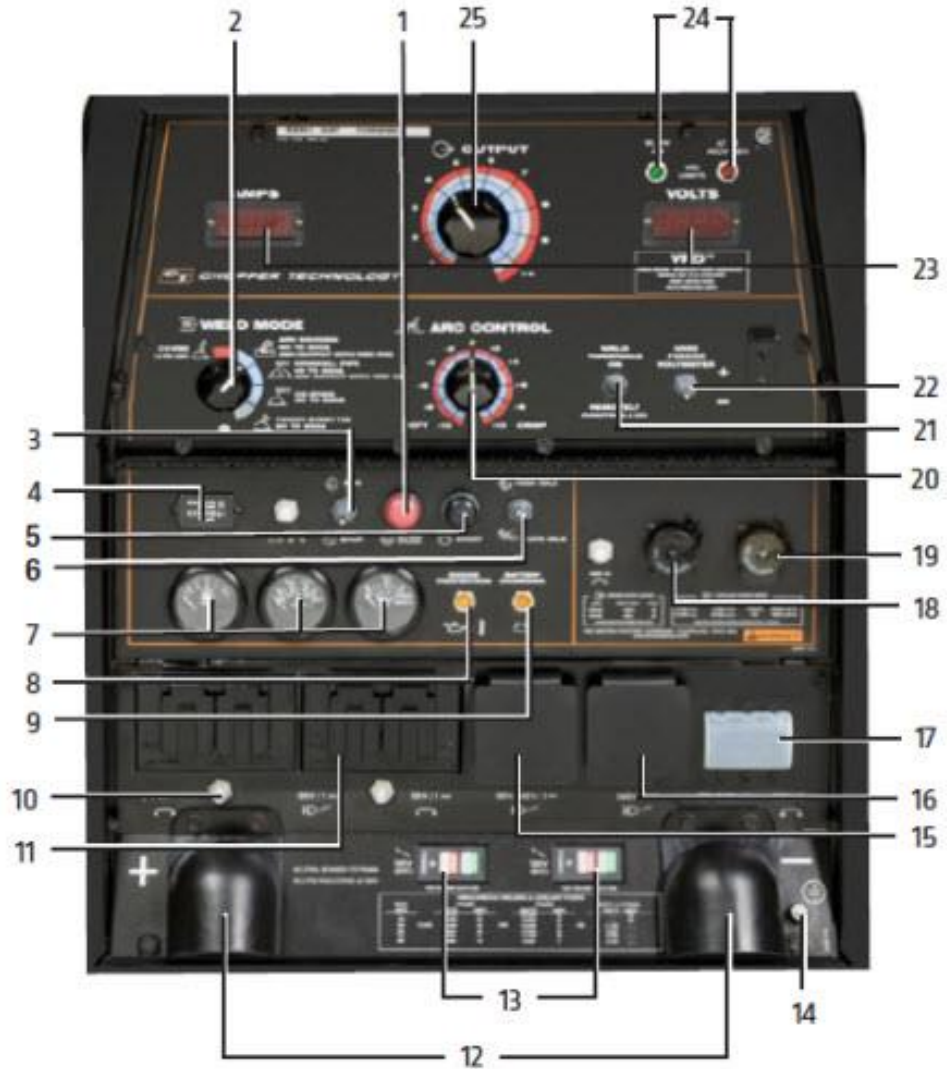


5.1.8 Sistema de Control, El motosoldador está dotado de un panel de control donde el operador tiene acceso para manipular los rangos de operación del motosoldador según el tipo de trabajo de soldadura que se vaya a realizar, también en este panel se pueden observar niveles de operación y alertas. Se apoya del módulo electrónico y el filtro electrónico para permitir la manipulación de los rangos de trabajo y asegurar que la corriente no tenga variaciones en el momento de aplicar la soldadura.

Este sistema lo constituyen principalmente los siguientes elementos:

- Tablero de control.
- Sensores (temperatura, presión.)
- Modulo electrónico.
- Filtros electrónicos.
- Arnés electrónico.

Imagen 29. Tablero de Control



Fuente: <http://www.lincolnelectric.com>

Los componentes del panel de control que se enumeran en la imagen 30 están relacionados a continuación:

- 1- Botón de bujías incandescentes.
- 2- Interruptor selector de modo de soldadura.
- 3- Interruptor Funcionamiento / parada.
- 4- Contador de horas.
- 5- Botón de inicio.

- 6- Interruptor de ralentí del motor.
- 7- Nivel de combustible, temperatura del motor y medidor de presión de aceite.
- 8- Luz de protección del motor.
- 9- Luz de carga de la batería.
- 10-120 VAC conector de salida.
- 11-120 VAC conector de entrada.
- 12-Cubiertas terminales de salida de soldadura positivo y negativo.
- 13-Módulos GFCI sellados.
- 14-Borne de puesta a tierra.
- 15-120/240 VAC Full-KVA 1-Fase receptáculo.
- 16-240 VAC Full-KVA 3 - Fase receptáculo.
- 17-Full-1- KVA 3 – Fases interruptor de circuito.
- 18-Conector de 14 pines.
- 19-Conector de 6 pines para control remoto.
- 20-Control de fuerza de arco e inductancia.
- 21-Interruptor de control de terminales de soldadura.
- 22-Interruptor del voltímetro del alimentador de alambre.
- 23-Medidores de salida digitales de amperímetro y voltímetro.
- 24-Luces indicadoras del VRD (Dispositivo de reducción de voltaje).
- 25-Control de salida.

5.1.9 Sistema Eléctrico, El sistema eléctrico comprende el conjunto de elementos encargados de transformar y conducir la energía eléctrica.

Este sistema consta de los siguientes elementos:

- Batería.
- Motor de arranque.
- Alternador.
- Conductores.

- Generador.
- Diodos rectificadores.
- Relés.
- Escobillas.
- Tomas (120 / 240 V).
- Fusibles.
- Polo a tierra.

5.2 DEFINICIÓN DE FUNCIONES

La función principal del motosoldador Lincoln Vantage 500 es la de alimentar el arco eléctrico presente entre el material base y el electrodo sin que se presenten variaciones de corriente.

Tabla 4. Definición de Funciones del Motosoldador Lincoln Vantage 500

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	FRONTERAS (PLANO-DIAGRAMA)	INTERFASES (Entradas/Salidas)	Cód. Fun.	FUNCIONES
Generador con salida nominal de 13000 Watts Pico / 12000 Watts Continuos, 60 Hz 120/240 Voltios Monofásica y 22000 Watts Pico / 20000 Watts Continuos, 60 Hz 240 Voltios Trifásica.	Control del arco en inductancia manual.	Gases Inflamables, Humos de soldadura, Partículas sólidas en el ambiente, Temperatura ambiente y Humedad Relativa sujeta a ubicación geográfica del equipo.	Incluye Motor, generador y Panel de control. No incluye vehículo para el transporte del motosoldador.	Energía Mecánica producida por la combustión del motor, Energía eléctrica que entrega en generador.	F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.
	Control de salida manual.					
	Interruptor selector de modo de soldadura manual.					
	Cinco tipos de procesos de soldadura: - Corriente Constante CD - Corriente de Tubería CD - TIG Touch-Start - Voltaje Constante CD - Desbaste					
	VRD Dispositivo de reducción de voltaje.					
Motor Diésel de 4 cilindros, 49 Hp, 1850 RPM turbocargado enfriado por agua.	Interruptor de estado Encendido / Apagado.				F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.
	Botón de precalentamiento bujías incandescentes.					
	Botón de encendido o inicio.					
	Interruptor de Ralentí del Motor.					
	Velocidades del motor: Alta velocidad 1850 RPM, Carga máxima 1850 RPM y Baja velocidad 1400 RPM.					

5.3 FALLAS FUNCIONALES DEL MOTOSOLDADOR LINCOLN VANTAGE 500

La falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario²⁰.

Se definen los sistemas principales a analizar en el modelo:

1. Motor.
2. Generador.
3. Sistema de combustible.
4. Sistema de lubricación.
5. Sistema de escape.
6. Sistema de refrigeración.
7. Sistema de admisión de aire.
8. Sistema de control.
9. Sistema eléctrico.

Para todos los sistemas se define una falla funcional que permitirá determinar un modo de falla, teniendo estos datos se podrán determinar las tareas de mantenimiento.

Por ejemplo para el generador, la función es “Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente”, analizando se puede definir una falla funcional la cual queda enunciada de la siguiente manera “Se presenta variación de la corriente al momento de soldar”, la definición de esta falla funcional permitirá determinar el motivo por el cual la función no se cumple, es decir, el modo de falla.

²⁰ MOUBRAY, John. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. p.50.

Tabla 5. Descripciones de Fallas Funcionales

Código de Función	Función	Código de Falla F.	Descripción Falla Funcional
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F12	No genera corriente para soldadura.
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F12	No genera corriente para soldadura.
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F12	No genera corriente para soldadura.

5.4 MODOS DE FALLA DEL MOTOSOLDADOR LINCOLN VANTAGE 500

Los modos de falla se definen como la causa de falla o una posible manera en la que un sistema puede fallar, teniendo definidas las fallas funcionales del motosoldador Lincoln Vantage 500 se puede continuar con la definición de los modos de falla.

Por ejemplo para el generador, una falla funcional es “Se presenta variación de la corriente al momento de soldar”, investigando sobre las posibles causas de la falla podemos definir el modo de falla que queda definido de la siguiente manera “Conexión deficiente del cable remoto de control al conector” la definición de este modo de falla permitirá determinar cuáles son los efectos causados por dicha falla.

Tabla 6. Modos de Falla y Descripción de Efectos

Código de Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
F11.1	Conexión deficiente del cable remoto de control al conector.	Se debe parar la maquina 5 minutos, se requiere revisar las conexiones y ajustarlas. El costo de este mantenimiento seria de \$20.000.
F11.2	Cable remoto con falla.	Se debe parar la maquina 8 minutos, se requiere cambiar el cable remoto \$250.000.
F11.3	Potenciómetro de control con falla.	Se debe parar la maquina 3 días, se requiere solicitar el Repuesto, el costo por mto seria \$1.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.
F11.4	Tarjeta de control con falla.	Se debe parar la maquina 15 días, se requiere solicitar el Repuesto, el costo por mto seria \$3.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.
F12.1	Conexión deficiente del cable de trabajo al trabajo.	Se debe parar la maquina 5 minutos, se requiere revisar las conexiones y verificar que la pinza de trabajo esté bien conectada a metal limpio de la base. Esta actividad no tiene costo.
F11.4	Tarjeta de control con falla.	Se debe parar la maquina 15 días, se requiere solicitar el Repuesto, el costo por mto seria \$3.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.
F12.2	Generador con falla.	Se debe parar la maquina 20 días, se requiere solicitar garantía de producto, se genera costo por traslado de equipo por \$1.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.

5.5 VALORACIÓN DE CONSECUENCIAS

La falla del equipo puede traer diferentes consecuencias y es así como cada modo de falla identificado en el análisis de RCM debe ser clasificado según las categorías de efectos de fallas.

5.5.1 Consecuencias de Seguridad

Tabla 7. Valoración de Consecuencias de Seguridad

SEGURIDAD	CONSECUENCIA	VALOR
ALTA probabilidad de accidente en caso de fallo.	Alta	5
MEDIA probabilidad de accidente en caso de fallo.	Media	4
BAJA probabilidad de accidente en caso de fallo.	Baja	3
MUY BAJA probabilidad de accidente en caso de fallo.	Muy Baja	2
Ninguna.	Ninguno	1

5.5.2 Consecuencias de Medio Ambiente

Tabla 8. Valoración de Consecuencias Ambientales

AMBIENTALES	CONSECUENCIA	VALOR
ALTA probabilidad de daño ambiental en caso de fallo	Alta	5
MEDIA probabilidad de daño ambiental en caso de fallo	Media	4
BAJA probabilidad de daño ambiental en caso de fallo	Baja	3
MUY BAJA probabilidad de daño ambiental en caso de fallo	Muy Baja	2
No afecta el medio ambiente	Ninguno	1

5.5.3 Consecuencias de costos

Tabla 9. Valoración de consecuencias en costos

COSTOS	CONSECUENCIA	VALOR
Costo de Mantenimiento es mayor a \$ 1 .700.000	Alta	5
Costo de Mantenimiento esta entre \$ 500.000 y \$ 1 .700.000	Media	4
Costo de Mantenimiento esta entre \$ 100.000 y \$ 500.000	Baja	3
Costo de Mantenimiento esta entre \$ 50.000 y \$ 100.000	Muy Baja	2
Costo de Mantenimiento es menor a \$ 50.000	Ninguno	1

5.5.4 Consecuencias de producción

Tabla 10. Valoración de consecuencias en Producción

PRODUCCION	CONSECUENCIA	VALOR
Presenta paros mayores a 1 día.	Alta	5
Presenta paros entre 3 horas y 8 horas.	Media	4
Presenta paros entre 1 hora y 3 horas.	Baja	3
Presenta paros entre 30 Minutos y 1 hora.	Muy Baja	2
Presenta paros menores a 30 minutos.	Ninguno	1

5.5.5 Consecuencias de calidad

Tabla 11. Valoración de consecuencias en Calidad

CALIDAD	CONSECUENCIA	VALOR
Ocasiona defectos en el producto críticos(Aquel que incumple con una característica especial)	Alta	5
Ocasiona defectos en el producto graves (Aquel que por su apariencia no es aceptado por el cliente)	Media	4
Ocasiona defectos en el producto bajos (Aquellos que se pueden corregir inmediatamente por el operador)	Baja	3
Ocasiona defectos en el producto leves (Aquel que el cliente no percibe)	Muy Baja	2
No ocasiona defectos.	Ninguno	1

5.6 RANGO DE CRITICIDAD.

El análisis de criticidad es un estudio semi-cuantitativo de los eventos de fallas posibles en los activos y el ordenamiento de estos de acuerdo con la gravedad de las consecuencias, los valores que se tuvieron en cuenta para evaluar las consecuencias de las fallas son los siguientes:

Tabla 12. Rangos de Criticidad

RANGOS CRITICIDAD	
1---10	BAJA
11---20	MEDIA
21---30	ALTA

La tabla de valoraciones en la matriz queda de la siguiente manera:

Tabla 13. Tabla de valoraciones.

CONSECUENCIA	VALOR	PROBABILIDAD					
		IMPOSIBLE	IMPROBABLE	REMOTO	OCASIONAL	MODERADO	FRECUENTE
Alta	5	5	10	15	20	25	30
Media	4	4	8	12	16	20	24
Baja	3	3	6	9	12	15	18
Muy Baja	2	2	4	6	8	10	12
Ninguno	1	1	2	3	4	5	6
		>=5 Años	<2 Años	<1 Años	<6 Meses	<3 Meses	± 1 Mes
		A	B	C	D	E	F
		1	2	3	4	5	6

Con la tabla anterior se pueden valorar los efectos de los modos de falla para el RCM del Motosoldador Lincoln Vantage 500 y se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 14. Valoraciones de modos de falla Motosoldador

Código de Modo Falla	Modo de Falla	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Seguridad	Riesgo Costos	Riesgo Producción	Riesgo Calidad	Valor del riesgo económico
F11.1	Conexión deficiente del cable remoto de control al conector.	NO	C1	C1	C1	C1	C4	\$ 20.000,00
F11.2	Cable remoto con falla.	NO	B1	B1	B3	B1	B4	\$ 250.000,00
F11.3	Potenciómetro de control con falla.	NO	A1	A1	A4	A3	A4	\$ 1.000.000,00
F11.4	Tarjeta de control con falla.	NO	A1	A1	A5	A3	A4	\$ 3.000.000,00
F12.1	Cable de trabajo desconectad	NO	D1	D1	D1	D1	D1	\$ -
F11.4	Tarjeta de control con falla.	NO	A1	A1	A5	A3	A1	\$ 3.000.000,00
F12.2	Generador con falla.	NO	A1	A1	A4	A3	A1	\$ 1.000.000,00

5.7 TIPOS DE DECISIÓN Y TAREAS PARA EL MANTENIMIENTO

Los tipos de decisión tienen como objetivo reducir los paros imprevistos de los motosoldadores Lincoln Vantage 500 y lograr mantener todos los motosoldadores en buen estado, la empresa Mecanicos Asociados S.A.S. para asegurar la disponibilidad a la operación, cuenta con motosoldadores de respaldo lo cual hace que las consecuencias de los efectos de las fallas en producción sean menores; las decisiones y tareas de mantenimiento buscan que se pueda mantener toda la flota de motosoldadores en buen estado y a un costo de mantenimiento más bajo.

Los tipos de decisión serán:

- Mantenimiento preventivo.
- Búsqueda de falla o inspección.
- Correr a falla.

Cada uno de los tipos de decisión se ejecutara en un tiempo definido con el fin de prevenir los modos de falla que se establecen en el RCM y de esta manera disminuir el número de fallas presentadas y aumentar la disponibilidad de los motosoldadores.

Tabla 15. Tipos de Decisión y Tareas

TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECUENCIA (mes)	RECURSOS	Cód.. Tarea
BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a cada una de las conexiones de los cables remotos en búsqueda de desajustes.	2	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, Limpiador de contactos - EPP	INS.1
CORRER A FALLA	Reemplazar cable remoto por correctivo.		1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MCO.11.2
CORRER A FALLA	Reemplazar Potenciómetro de control por correctivo.		1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MCO.11.3
BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a la tarjeta de control, y realizar pruebas de amperaje y voltaje.	6	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro, voltímetro- EPP	INS. 11.4
PREVENTIVO	Realizar inspección visual a cada una de las conexiones de los cables en búsqueda de desajustes.	0,25	Operador de soldadura, EPP	INS. 12.1
BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a la tarjeta de control, y realizar pruebas de amperaje y voltaje.	3	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro, voltímetro- EPP	INS. 11.4

5.8 RUTINAS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

El análisis RCM realizado define las tareas de mantenimiento a realizar y la periodicidad con que deben aplicarse dichas tareas. Ordenando dichas tareas se obtiene un plan de mantenimiento periódico con unas tareas definidas que se deberán aplicar según el mes que corresponda.

Tabla 16. Plan De Mantenimiento

TIPO DE TAREA	DESCRIPCIÓN TAREA	RECURSOS	Cód. Tarea	FREC (mes)	MESES											
					2	3	4	6	8	9	10	12				
BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a cada una de las conexiones de los cables remotos en búsqueda de desajustes.	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, Limpiador de contactos -EPP	INS.1	2	x		x	x	x			x	x			
PREVENTIVO	Realizar cambio de Filtro de Aire.	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 23.2	2	x		x	x	x			x	x			
PREVENTIVO	Realizar cambio de Filtro de Combustible.	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 24.1	2	x		x	x	x			x	x			
PREVENTIVO	Realizar cambio de Aceite y Filtro de Aceite.	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 25.2	2	x		x	x	x			x	x			
BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a la tarjeta de control, y realizar pruebas de amperaje y voltaje.	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro, voltímetro-EPP	INS. 11.4	3		x		x			x		x			
PREVENTIVO	Realizar inspección visual de la correa de accesorios.	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 26.1	4			x		x				x			
BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a la tarjeta de control, y realizar pruebas de amperaje y voltaje.	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro, voltímetro-EPP	INS. 11.4	6				x					x			
BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a la tarjeta VRD, y realizar pruebas de amperaje y voltaje.	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro, voltímetro-EPP	MCO.11.4	6				x					x			
PREVENTIVO	Realizar análisis de aceite en busca de Cr y Fe, en caso de encontrar desviaciones evaluar y planear la reparación del motor. Incluir análisis de desgaste.	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, Tomador de muestra-EPP	MP. 22.1	6				x					x			
PREVENTIVO	Realizar análisis de aceite, en caso de encontrar desviaciones evaluar y planear el cambio de pistones y anillar el motor. Incluir análisis de desgaste.	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, Tomador de muestra-EPP	MP. 22.2	6				x					x			
PREVENTIVO	Realizar calibración de válvulas, en caso de que persista la falla se deben cambiar las válvulas.	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 22.3	6				x					x			
PREVENTIVO	Realizar pruebas de compresión al motor.	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, Compresímetro -EPP	MP. 22.4	12									x			

Adicionalmente se obtienen tareas de inspección que se deben aplicar con más frecuencia convirtiéndolas en tareas de inspección diaria o pre-operacionales.

Tabla 17. Tareas de Inspección Pre-Operacional

TIPO DE TAREA	DESCRIPCIÓN TAREA	RECURSOS	Cód. Tarea	FREC (mes)
BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a cada una de las conexiones de los cables en búsqueda de desajustes.	Operador de soldadura, EPP	INS. 12.1	0,25
PREVENTIVO	Realizar medición del nivel de aceite.	Operador de soldadura, EPP	MP. 25.1	0,1
PREVENTIVO	Realizar medición del nivel de Refrigerante.	Operador de soldadura, EPP	MP. 26.2	0,1

De la tabla 16 se pueden extraer las diferentes rutinas de mantenimiento que se derivan del análisis RCM tales como las rutinas de los 2 meses, 3 meses, 4 meses, 6 meses, 8 meses, 9 meses, 10 meses y 12 meses.

6. CONCLUSIONES

- Se cumplió el objetivo general de la presente monografía al realizar un modelo de mantenimiento basado en RCM para los motosoldadores Lincoln Vantage 500 el cual podrá ser aplicado por cualquier contrato de la compañía que tenga asignados este tipo de equipos.
- Se identificaron las fallas más frecuentes en los motosoldadores Lincoln Vantage 500 las cuales permiten realizar un análisis para determinar cuáles serán las tareas de mantenimiento más adecuadas para evitar que dichas fallas se presenten.
- Se realizó un análisis de modo de falla y efectos identificando aquellas fallas que presentan mayor riesgo para las personas, el medio ambiente y la compañía.
- El análisis RCM permitió determinar las tareas de mantenimiento más adecuadas que contribuyen a preservar que el motosoldador Lincoln Vantage 500 continúe prestando la función para la cual fue diseñado.
- El modelo de mantenimiento basado en RCM para los motosoldadores Lincoln Vantage 500 podrá ser aplicado tanto por los contratos de la empresa Mecanicos Asociados S.A.S. como también por cualquier persona o empresa que posea este mismo tipo de equipo bajo las mismas condiciones operacionales de los equipos de Mecanicos Asociados S.A.S.

BIBLIOGRAFÍA

BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: 2015.

DIAZ ORDUZ, Javier, Diseño de un modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad o RCM para el generador de soldadura impulsado a motor Miller 302. Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2010.

GARCIA GARRIDO, Santiago. Foro, las cinco generaciones del mantenimiento. Julio, 2008. [Online] [Citado 06 Junio de 2015]: <https://www.xing.com/communities/posts/las-cinco-generaciones-de-mantenimiento-1004976130>

GROSSO PERALTA, Juan Carlos, Programa de mantenimiento basado en RCM para los hidrogenadores de la central la guaca. Monografía Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2004.

LOPEZ GARCIA, Jorge. Gestión de mantenimiento eficiente. Febrero, 2013. [Online] [Citado 14 junio de 2105]: <http://gestionmantenimientoeficiente.blogspot.com/2013/02/las-cinco-generaciones-del-mantenimiento.html>

MECANICOS ASOCIADOS S.A.S., Manual de Gestión de Activos MASA V4. Documento de primer nivel. Neiva 2015.

MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. México: Aladon, 2004. P.10.

MOUBRAY, John. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. p. 7-11, p. 50.

NIETO GONZALEZ, Hernando, Modelo de optimización para el mantenimiento proactivo de los equipos críticos de un tren de laminación en frío basado en RCM. Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, 2011.

Notas de clase, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) Daniel Ortiz Plata, UIS 2016.

NUÑEZ ALVIRA, Sergio Ernesto. Memorias Clase Principios de Mantenimiento. ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO. Bogotá: UIS 2015

SAE JA1011 Evolution criteria for Reliability Centered Maintenance (RCM) Processes Society of Automotive Engineers, Inc 1999.

ANEXO A. TABLA RCM –VANTAGE 500

Cód. de Función	Función	Cód. de F. F.	Descripción Falla Funcional	Cód. de M. F.	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	Riesgo Ambiental	Riesgo Seguridad	Riesgo Costos	R. Producción	Riesgo Calidad	Valor económico	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FREC (mes)	RECURSOS	Có d. Tar ea
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.	F11.1	Conexión deficiente del cable remoto de control al conector.	Se debe parar la maquina 5 minutos, se requiere revisar las conexiones y ajustarlas. El costo de este mantenimiento sería de \$20.000.	NO	C1	C1	C1	C1	C4	\$ 20.000	BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a cada una de las conexiones de los cables remotos en búsqueda de desajustes.	2	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, Limpiador de contactos -EPP	INS .1
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.	F11.2	Cable remoto con falla.	Se debe parar la maquina 8 minutos, se requiere cambiar el cable remoto \$250.000.	NO	B1	B1	B3	B1	B4	\$ 250.000	CORRER A FALLA	Reemplazar cable remoto por correctivo.		1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas,-EPP	MC O.1 1.2
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.	F11.3	Potenciometro de control con falla.	Se debe parar la maquina 3 días, se requiere solicitar el Repuesto, el costo por mtto sería \$1.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.	NO	A1	A1	A4	A3	A4	\$ 1.000.000	CORRER A FALLA	Reemplazar Potenciometro de control por correctivo.		1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas,-EPP	MC O.1 1.3
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.	F11.4	Tarjeta de control con falla.	Se debe parar la maquina 15 días, se requiere solicitar el Repuesto, el costo por mtto sería \$3.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.	NO	A1	A1	A5	A3	A4	\$ 3.000.000	BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a la tarjeta de control, y realizar pruebas de amperaje y voltaje.	6	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro , voltímetro-EPP	INS . 11. 4
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F11	Se presenta variación de la corriente al momento de soldar.	F11.5	Tarjeta VRD con falla.	Se debe parar la maquina 15 días, se requiere solicitar el Repuesto, el costo por mtto sería \$1.200.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.	NO	B1	B1	B4	B3	B3	\$ 1.200.000	BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a la tarjeta VRD, y realizar pruebas de amperaje y voltaje.	6	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro , voltímetro-EPP	MC O.1 1.4
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F12	No genera corriente para soldadura.	F12.1	Cable de trabajo desconectado	Se debe parar la maquina 5 minutos, se requiere revisar las conexiones y verificar que la pinza de trabajo esté bien conectada a metal limpio de la base. Esta actividad no tiene costo.	NO	D1	D1	D1	D1	D1	\$ -	PREVENTIVO	Realizar inspección visual a cada una de las conexiones de los cables en búsqueda de desajustes.	0,25	Operador de soldadura, EPP	INS - 12. 1
F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F12	No genera corriente para soldadura.	F11.4	Tarjeta de control con falla.	Se debe parar la maquina 15 días, se requiere solicitar el Repuesto, el costo por mtto sería \$3.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.	NO	A1	A1	A5	A3	A1	\$ 3.000.000	BUSQUEDA DE FALLA	Realizar inspección visual a la tarjeta de control, y realizar pruebas de amperaje y voltaje.	3	1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro , voltímetro-EPP	INS 11. 4

F1	Generar corriente para alimentar el arco eléctrico sin que se presenten variaciones de corriente.	F12	No genera corriente para soldadura.	F12.2	Generador con falla.	Se debe parar la maquina 20 días, se requiere solicitar garantía de producto, se genera costo por traslado de equipo por \$1.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.	NO	A1	A1	A4	A3	A1	\$ 1.000.000	CORRER A FALLA	Enviar Motosoldador a taller del fabricante, se debe cambiar el generador.		1 Técnico Electro-Mecánico, Caja Herramientas, amperímetro, voltímetro-EPP	MC O. 12. 2
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F22	Entregar menos de 49 HP en el eje de salida a 1850 RPM.	F22.1	Camisas desgastadas.	Se debe parar la maquina 15 días, se debe reparar motor. Se genera costo de mantenimiento por 2.500.000. Se genera residuos de aceite moderados. Se tiene la alternativa de utilizar el motosoldador de respaldo.	NO	A4	A1	A5	A3	A2	\$ 2.500.000	PREVENTIVO	Realizar análisis de aceite en busca de Cr y Fe, en caso de encontrar desviaciones evaluar y planear la reparación del motor. Incluir análisis de desgaste.	6	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, Tomador de muestra-EPP	MP. 22. 1
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F22	Entregar menos de 49 HP en el eje de salida a 1850 RPM.	F22.2	Pistones desgastados	Se debe parar la maquina 15 días, se debe reparar motor. Se genera costo de mantenimiento por 2.000.000. Se genera residuos de aceite moderados. Se tiene la alternativa de utilizar el motosoldador de respaldo.	NO	A4	A1	A5	A3	A2	\$ 2.000.000	PREVENTIVO	Realizar análisis de aceite, en caso de encontrar desviaciones evaluar y planear el cambio de pistones y anillar el motor. Incluir análisis de desgaste.	6	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, Tomador de muestra-EPP	MP. 22. 2
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F22	Entregar menos de 49 HP en el eje de salida a 1850 RPM.	F22.3	Válvulas desgastadas.	Se debe parar la maquina 4 días, se deben reemplazar las válvulas. Se genera costo de mantenimiento por 1.000.000. Se genera residuos de aceite moderados. Se tiene la alternativa de utilizar el motosoldador de respaldo.	NO	A4	A1	A4	A3	A1	\$ 1.000.000	PREVENTIVO	Realizar calibración de válvulas, en caso de que persista la falla se deben cambiar las válvulas.	6	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 22. 3
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F22	Entregar menos de 49 HP en el eje de salida a 1850 RPM.	F22.4	Guías y asientos desgastados	Se debe parar la maquina 2 días, se deben reemplazar la Culata. Se genera costo de mantenimiento por 1.400.000. Se genera residuos de aceite moderados. Se tiene la alternativa de utilizar el motosoldador de respaldo.	NO	A4	A1	A4	A3	A1	\$ 1.400.000	PREVENTIVO	Realizar pruebas de compresión al motor.	12	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, Compresimetro -EPP	MP. 22. 4
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F23	Motor arranca con dificultad o no arranca.	F23.1	Batería con carga baja.	Se debe parar la maquina 20 minutos, se requiere cambiar la Batería. Se genera costo de mantenimiento por \$245.000. Se genera residuo de batería.	NO	C2	C1	C3	C1	C1	\$ 245.000	CORRER A FALLA	Reemplazar la Batería		1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MC O. 23. 1
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F23	Motor arranca con dificultad o no arranca.	F23.2	Filtro de Aire tapado.	Se debe parar la maquina 10 minutos, se requiere cambiar el filtro de aire. Se genera costo de mantenimiento por \$30.000	NO	F1	F1	F1	F1	F1	\$ 30.000	PREVENTIVO	Realizar cambio de Filtro de Aire.	2	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 23. 2

F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F24	La Potencia desarrollada es insuficiente.	F24.1	Desgaste de la bomba de inyección.	Se debe parar la maquina 2 días, se deben reemplazar la Bomba de Inyección. Se genera costo de mantenimiento por 800.000. Se genera residuos de combustible moderados. Se tiene la alternativa de utilizar el motosoldador de respaldo.	NO	A2	A1	A4	A3	A1	\$ 800.000	PREVENTIVO	Realizar cambio de Filtro de Combustible.	2	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 24. 1
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F25	Motor se frena.	F25.1	Lubricación insuficiente por bajo nivel de Aceite.	Se debe parar la maquina 15 días, se debe realizar reparación de motor, el costo por mtto seria \$2.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.	NO	A1	A1	A5	A3	A4	\$ 2.000.000	PREVENTIVO	Realizar medición del nivel de aceite.	0,1	Operador de soldadura, EPP	MP. 25. 1
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F25	Motor se frena.	F25.2	Lubricación insuficiente por falla del filtro.	Se debe parar la maquina 15 días, se debe realizar reparación de motor, el costo por mtto seria \$2.000.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.	NO	A1	A1	A5	A3	A4	\$ 2.000.000	PREVENTIVO	Realizar cambio de Aceite y Filtro de Aceite.	2	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 25. 2
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F26	Motor se sobrecalienta.	F26.1	Rotura de la correa de accesorios.	Se debe parar la maquina 4 Horas, se debe realizar instalación de la correa de accesorios, el costo por mtto seria \$40.000. Se tiene la alternativa de utilizar Motosoldador de Respaldo.	NO	B1	B1	B1	B4	B1	\$ 40.000	PREVENTIVO	Realizar inspección visual de la correa de accesorios.	4	1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, -EPP	MP. 26. 1
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F26	Motor se sobrecalienta.	F26.2	Bajo nivel de refrigerante.	Se debe parar la maquina 15 Minutos, se debe completar el nivel de refrigerante, el costo por mtto seria \$15.000.	NO	D1	D1	D1	D1	D1	\$ 15.000	PREVENTIVO	Realizar medición del nivel de Refrigerante.	0,1	Operador de soldadura, EPP	MP. 26. 2
F2	Proveer hasta 49 HP a 1850 RPM en el eje de salida.	F26	Motor se sobrecalienta.	F26.3	Rotura del radiador.	Se debe parar la maquina 2 días, se debe reemplazar el radiador, el costo por mtto seria \$400.000. Se tiene la posibilidad de utilizar motosoldador de respaldo.	NO	A2	A1	A3	A3	A1	\$ 400.000	CORRER A FALLA	Reemplazar radiador.		1 Técnico Mecánico, Caja Herramientas, Radiador-EPP	MC O. 26. 3

ANEXO B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS – VANTAGE 500 INSTALACIÓN

A-1

A-1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - VANTAGE® 500 (K2686 - 1)

ENTRADA – MOTOR DIESEL					
Tipo /Modelo	Descripción	Velocidad (RPM)	Desplazamiento litros (pulgs. Cúbs.)	Sistema de Arranque	Capacidades
PERKINS 404D-22T	4 cilindros 49 HP	Alta Velocidad 1850	135.6(2.2)	Batería de 12VCD y Arrancador (Grupo 34;650 amps de arranque en frío) Alternador de 65 amps c/Regulador Integrado	Combustible: 20 gal. (75.7 L) (20 galones) Aceite: 8 L (8.45 Qts.) Anticongelante del Radiador 10.9 L (11.5 Qts.)
	1850 RPM	Carga Máxima 1850	Pulgs. de Diámetro y Desplazamiento (mm) 3.43 X 3.64 (87.1 x 92.5mm)		
	Turbocargado Enfriado por Agua Motor Diesel	Baja Velocidad 1400			
SALIDA NOMINAL A 40°C (104°F) – SOLDADORA					
Proceso de Soldadura	Corriente/Voltaje/Ciclo de Trabajo de Salida de Soldadura	Rango de Salida	OCV de Soldadura Máximo a RPM de Carga Nominal		
Corriente Constante CD	500A / 40V / 100%	30 A 525 AMPS	60 Voltios ⁽²⁾		
	525A / 38V / 60%				
Corriente de Tubería CD	300A / 32V / 100%	40 A 300 AMPS			
TIG Touch-Start™	250A / 30V / 100%	20 A 250 AMPS			
Voltaje Constante CD	500A / 40V / 100%	14 A 40 VOLTIOS	60 Voltios		
	525A / 38V / 60%				
Desbaste	500A / 40V / 100%	90 A 500 AMPS			
SALIDA NOMINAL A 40°C (104°F) – GENERADOR					
Potencia Auxiliar ⁽¹⁾					
13000 Watts Pico / 12000 Watts Continuos, 60 Hz 120/240 Voltios Monofásica					
22000 Watts Pico / 20000 Watts Continuos, 60 Hz 240 Voltios Trifásica					
MOTOR					
LUBRICACION	EMISIONES	SISTEMA DE COMBUSTIBLE		GOBERNADOR	
Presión Total con Filtro de Flujo completo	Cumple Mientras Tanto con EPA Tier 4	Bomba de Combustible Mecánica, Sistema Automático de Purga de Aire, Solenoide de Apagado Eléctrico, Inyección de Combustible Indirecta		Electrónico	
LIMPIADOR DE AIRE	GOBERNADOR DEL MOTOR	MOFLE		PROTECCIÓN DEL MOTOR	
Un Solo Elemento	Gobernador Automático	Mofle de bajo ruido: La salida superior se puede girar. Hecho de acero aluminizado de larga duración.		Apagado ante baja presión de aceite y alta temperatura del anticongelante del motor	
GARANTIA DEL MOTOR: 2 años / 2000 horas, todos los componentes no eléctricos, 3 años para los componentes principales no eléctricos. Para detalles, vea la garantía Perkins.					
DIMENSIONES FÍSICAS					
ALTURA	ANCHO	PROFUNDIDAD	PESO		
35.94 ⁽⁴⁾ in. 913 mm	27.05 in 687 mm	62.59 in. 1590 mm	1290 lbs. (586kg.)		

(1) La capacidad nominal de salida en watts es equivalente a los voltios-amperios al factor de potencia unitario. El voltaje de salida está dentro de +/- 10% a todas las cargas hasta alcanzar la capacidad nominal. Al soldar, se reducirá la potencia auxiliar disponible.

(2) Reducido a menos de 30V en el Modo de Varilla CC cuando el VRD (DISPOSITIVO DE REDUCCIÓN DE VOLTAJE) está encendido.

(3) Máximo conforme a la capacidad nominal del interruptor automático.

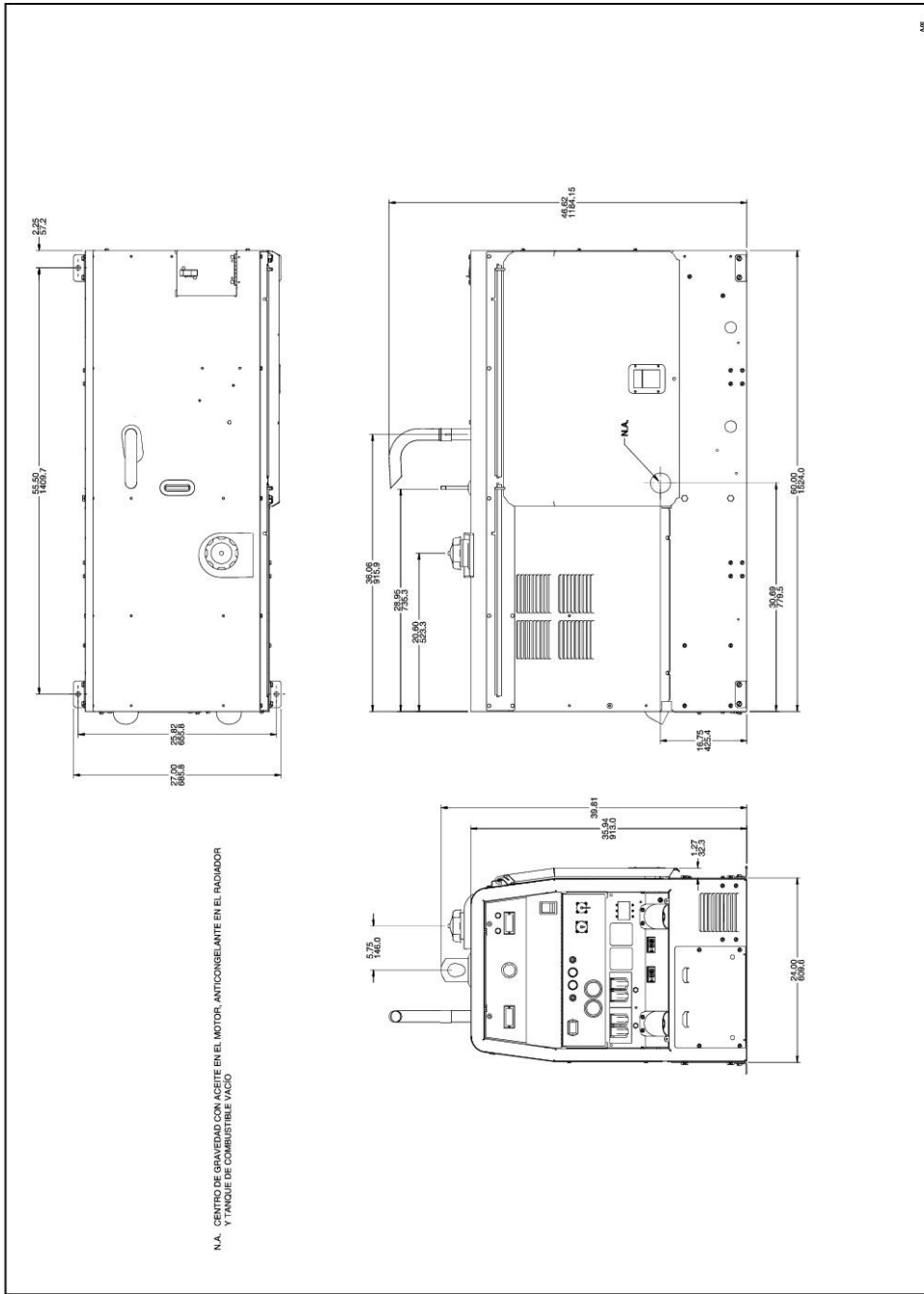
(4) Hasta parte superior de la cubierta. Agregue 186.7 mm (7.35") hasta parte superior del escape. Agregue 98.3 mm (3.87") hasta la parte superior de la oreja de levante.

ANEXO C. DIMENSIONES DEL MOTOSOLDADOR

F-11

DIBUJO DE DIMENSIÓN

F-11



L13699

VANTAGE® 500

