

# Plan de Mantenimiento Preventivo a un Sistema de Bombeo en Conjunto Motor Bomba Centrifuga

*Autores: Ramón Rodríguez Torres 73.582653*

*Antonio Escolar Chica 73.137.032*

*Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.*

*Programa Académico Tecnología Electromecánica*

*Universidad Antonio Nariño*

*Sede Cartagena*

*Ramrodriguez53@uan.edu.co*

*Aescolar32@uan.edu.co*

*Director*

*Diofanor Acevedo*

*dioacevedo@uan.edu.co*

**RESUMEN:** El presente trabajo de grado se basa en la realización de un plan de mantenimiento preventivo para un sistema de transmisión de potencia y transporte de fluido compuesto por un motor eléctrico y bomba centrifuga, ubicada en la planta de Mexichem Resinas Colombia, dicha planta está ubicada en el km 8 vía Mamonal y que dada las condiciones del lugar donde se ubica y los largos periodos de trabajo. Por lo anterior se hace necesaria la realización de un plan que permita ser de instrumento para el desarrollo sistemático y programado de cada mantenimiento a implementar al sistema de transmisión de potencia compuesto por un motor y una bomba centrifuga, logrando tener los resultados de rendimiento máximo esperados por el sistema en mención.

El mantenimiento industrial se ha convertido en un factor de gran importancia para las grandes industrias, debido a que esto depende del adecuado y óptimo funcionamiento de las máquinas y equipos de producción, convirtiéndose en uno de los principales elementos generadores de rentabilidad para la compañía, ya que si los equipos y maquinas funcionan correctamente se producirá a mayor escala. Sin dejar de lado que desde el momento en que el hombre fue reemplazado por las maquinas, estas han permitido un incremento productivo de las empresas sobre todo el sector manufacturero, quien demanda de este tipo de herramientas y equipos para minimizar costos y producir en menos tiempo mayores cantidades, la planta Mexichem no es la excepción.

**Este proyecto es de tipo industrial aplicado, su desarrollo consta de varias etapas, teniendo en cuenta aspectos tales como: recolección de datos teóricos que permitan un mejor conocimiento de los distintos componentes del sistema, sus fallas críticas y los beneficios que traen, el desarrollo de mejoramiento de las mismas. El diagnóstico del sistema se realizará a través de la observación directa de los equipos y maquinas de estudio, para la obtención de los datos necesarios y construir el plan de mantenimiento preventivo propuesto.**

***PALABRAS CLAVE: plan de mantenimiento, Bomba centrífuga, motor eléctrico, sistema de transmisión de potencia.***

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La universidad Antonio Nariño, Cuenta con la Facultad de Ingeniería Mecánica Electrónica y Biomédica (FIMEB) en la sede Cartagena, en donde se encuentra el programa de ingeniería electromecánica, donde los estudiantes y egresados han trabajado en una serie de proyectos e implementación de plantas mecánicas y de producción didácticas, que han permitido la aplicación práctica de los estudiantes, pasando del conocimiento teórico adquirido en las aulas a la práctica sobre el diseño de las mismas.

Por lo anterior, dichos proyectos se destacan por el desarrollo de planes de mantenimiento teóricos y prácticos que permiten identificar y poner en práctica todos los conocimientos adquiridos, por tal razón este trabajo dentro de sus investigaciones de consultas, referencia estos planes identificados, como apoyo

para fortalecer las estrategias y últimas tendencias en implementación de mantenimientos para este proyecto de elaboración e implementación de un plan de mantenimiento preventivo a un sistema de bombeo compuesto por un conjunto motor bomba centrífuga. Por lo anterior primeramente se observa que en el proceso de inyección de MVC (monómero de cloruro de vinilo) se han encontrado varios inconvenientes referentes al mantenimiento de este tipo de equipos debido a su alto nivel tecnológico y elementos con sellos especiales que actualmente son solo conocido por los proveedores y fabricantes. Dichos inconvenientes han llevado a fallas parciales o totales en diferentes componentes del equipo con elevados costos de mantenimiento y tiempos de paradas prolongados

En el desarrollo de este plan se han podido detectar puntos de mejoras como por ejemplo la instalación de RTD (detectores de temperaturas, sensores de flujo), sistemas de protección en motores e instalaciones de válvulas motorizadas.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto de un plan de mantenimiento preventivo en un sistema de bombeo compuesto por un conjunto motor bomba centrífuga, durante el presente trabajo se pretende afianzar todos los conocimientos teóricos practico del mantenimiento basado en confiabilidad bajo el proceso aplicado a la mejora del mantenimiento. El perfil de un tecnólogo electromecánico permite a este participar en este proyecto en donde se hace

necesario que aplique todo el conocimiento recolectado o asimilado durante la carrera.

Por consiguiente, el desarrollo de este proyecto permitirá generar estrategias muy importantes para el proceso de desmonte, reparación, mantenimiento y montaje de este tipo de equipos teniendo en cuenta las precauciones para el desarme hasta donde se pondrá en marcha el funcionamiento del mismo, teniendo en cuenta en los aspectos tantos (puntos eléctricos, puntos de enfriamiento del sello mecánico y mantenimiento general del sistema los procedimientos electrónicos y mecánicos de la planta.

Logrando que se desarrollen procedimientos idóneos para el funcionamiento de los equipos, a través del adecuado mantenimiento .

Además, se convertirá en una herramienta de consulta y de practica aplicada por los futuros tecnólogos de los programas de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Electrónica y Biomédica (FIMEB), de la Universidad Antonio Nariño Sede Cartagena, en el desarrollo de su vida laboral beneficiando a dichos estudiantes y permitiendo que algunos direccionen sus proyectos de investigación por esta línea, o quizás planteando nuevos ajustes mecánicos y electrónicos a dichos equipos.

### iii. OBJETIVOS

#### Objetivo General

Diseñar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo a un conjunto de sistemas de transporte de fluidos (motor -bomba), como estrategia para el adecuado funcionamiento del sistema y disminución de los altos costes que son generados por las continuas suspensiones de operación del mismo.

#### Objetivos específicos

1. Diagnosticar las condiciones actuales del sistema de transporte de fluidos, para determinar el plan de mantenimiento preventivo.
2. Identificar un modelo industrial de plan de mantenimiento preventivo, que se ajuste a dar solución al problema presentado por el sistema de transporte de fluidos.
3. Diseñar la propuesta del plan de mantenimiento preventivo a desarrollar para mitigar el problema del sistema de transporte de fluidos.

### iv. MARCO TEORICO

El mantenimiento es un procedimiento técnico cuyo propósito es mantener los equipos de operaciones mecánicas, eléctricas o electrónicas en estados óptimos para sus funciones específicas, sea que se encuentren en una fábrica o se utilicen como herramientas de enseñanza y aprendizaje para estudiantes de carreras a fines de las instituciones de educación superior.

#### Antecedentes históricos del mantenimiento de equipos y máquinas.

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento". El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (entretenimiento) hasta la concepción actual del mantenimiento con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global, DONIZ MAGALLON, Aaron, (2011).

**En ese orden de ideas, se referencian algunos proyectos sobre el mantenimiento de algunos equipos de bombeo.**

### **Referencia Nacional**

Según Bolaño y Chaves (2012), en su proyecto de grado sobre el “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las bombas hidráulicas que trasiegan combustible diesel marino del bote Urabá de la empresa Petro comercial S.A., la cual tiene como objeto diseñar un plan de mantenimiento preventivo bajo la metodología del mantenimiento centrado en el riesgo, en el sistema de bombas hidráulicas de diesel marino del bote Urabá para mejorar la seguridad y disponibilidad operativa. En este proyecto de mantenimiento se desarrollaron unas fases o paso a paso que permitieron ejecutar un plan de mantenimiento preventivo exitoso, las cuales inician con la primera fase de caracterización y diagnóstico del estado de las bombas hidráulica, la segunda fase consiste en la

descripción de los componentes críticos de las bombas hidráulicas, en la tercera fase se hizo un análisis de los modos de fallas y sus efectos, y en la cuarta y última fase se diseñó el plan de mantenimiento. Concluyendo que el diagnóstico pudo determinar las condiciones técnicas de operaciones de las bombas, permitiendo identificar los elementos más críticos, también se identificó que al trabajar con un combustible altamente inflamable como el Diesel marino debe trabajarse con personal calificado utilizando los estándares de seguridad para reducir riesgos. Al obtener los resultados de la frecuencia de fallos de las bombas, se calculó mediante la modelación de una distribución exponencial, se planteó un calendario de mantenimiento preventivo de cada 4 meses, para prevenir riesgos en el proceso y altos costos y dando un mejor rendimiento.

El proyecto denominado “Diseño e implementación de un plan de mejoramiento basado en rcm para el mantenimiento de las bombas horizontales de Inyección de agua de campo jaguar – masa stork”. El cual tiene como objeto el diseño e implementación de un plan de mantenimiento basado en rcm para bombas horizontales multietapa. Lo anterior se propone para el equipo más crítico del proceso de inyección de agua de la empresa Masa – Stork los actuales operadores del mantenimiento de la locación campo jaguar. A través de esta propuesta identificaron los siguientes problemas al iniciar la operación de las plantas de inyección de agua en campo Jaguar, los cuales son referentes al

mantenimiento de este tipo de equipos debido tecnología y elementos con sellos especiales conocidos solo por los proveedores o fabricantes. Tales inconvenientes han llevado a fallas parciales o totales en diferentes elementos de las bombas horizontales, con elevado costo de mantenimiento y tiempos de parada largos. Este trabajo pretende afianzar los conocimientos teórico – prácticos del RCM (Reliability Centered Maintenance) o Mantenimiento centrado en Confiabilidad bajo el proceso de aprendizaje aplicado a la optimización del mantenimiento de las bombas horizontales de operación de inyección de agua de campo JAGUAR (Cepeda, 2017, Duitama).

### **Referencia Internacional**

El proyecto denominado “Propuesta de mejoras para la gestión de mantenimiento del taller de la empresa constructora de servicios industriales c.a. (COSICA).” Durán, M. N. C. (2010). En esta propuesta el autor permite entender la importancia del mantenimiento de las maquinas cuando expresa que el criterio fundamental de orientación en las empresas se ha basado en la exigencia de producción, dando lugar a la instauración de una estrategia de mantenimiento correctivo, como medida única para enfrentar los problemas de disponibilidad de la maquinaria, apartando casi por completo la práctica del mantenimiento preventivo. Esta costumbre se generaliza conduciendo progresivamente, y en un plazo de tiempo relativamente corto, al deterioro de los equipos, llevándolos a condiciones tales

que los costos de penalización y reparación terminaban por colocarse muy por encima de lo que habría significado adoptar y seguir una estrategia de mantenimiento acorde con las características operativas y la dinámica de fallas de las instalaciones.

### **A continuación, se describe la funcionalidad del mantenimiento desde su misión, objetivos y organización en general.**

El mantenimiento como **misión** establece los siguientes aspectos (Renovetec, 2013).

- Mantener vigilancia permanente y/o periódica.
- Establecer las acciones preventivas.
- Identificar las acciones correctivas (reparaciones).
- Definir el reemplazo de maquinaria.

**Los objetivos** del mantenimiento en general según Heintzelman (1987) son:

- Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.
- Preservar el valor de las instalaciones, minimizando el uso y el deterioro.
- Conseguir estas metas en la forma más económica posible y a largo plazo.

**La organización** del mantenimiento según Durán, m. n. c. (2010):

Debe contar con una infraestructura adecuada de planificación de las acciones de mantenimiento preventivo para cumplir con el objetivo de mejorar la disponibilidad y operatividad de los activos, ejecutando las actividades de manera organizada, deben estar

preestablecidas las actividades diarias y semanales, asignando los ejecutores responsables, así como también contar con un stock de materiales y herramientas de mayor uso para este tipo de mantenimiento.

Según Massieu (2008), la clasificación básica del mantenimiento lo divide principalmente en dos grandes actividades el Preventivo y el Correctivo. Pero, las diferentes tendencias a confundir los límites que separan dichas actividades, suponen una clasificación más completa, para que los trabajos de mantenimiento sean eficientes son necesarios: el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempo de paro de los equipos de trabajo, etc.

**En este orden de ideas el mantenimiento se clasifica en tres tipos, Según Aerorental (2018).**

**El mantenimiento Correctivo:** “Es aquel mantenimiento que se realiza con el fin de corregir o reparar un fallo en el equipo o instalación. Con el mantenimiento correctivo no se evitan los costosos daños secundarios producidos en el fallo de la máquina, y ello sin considerar los altos costos derivados por mantenimientos y paradas no planificadas.”

**El mantenimiento preventivo:** “Permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de

ventajas. Este mantenimiento es costoso por el excesivo tiempo de parada requerido para las innecesarias revisiones y por el costo de sustituir piezas en buenas condiciones junto con piezas ya desgastadas.”

**El mantenimiento predictivo:** que está basado en la determinación del estado de la máquina en operación. “El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones. Se trata de realizar ensayos no destructivos, como pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, tomografías, etc. El control y supervisión no sólo ayuda al personal de las fábricas a reducir la posibilidad del fallo catastrófico o grave, sino que también les permite disponer de los recambios con anterioridad, planificar los trabajos y otras reparaciones durante la parada.”

Los siguientes tipos de mantenimientos descritos a continuación, son una combinación de los tres anteriores los cuales son considerados como los principales:

**Mantenimiento de emergencia:** “Son trabajos urgentes y costosos que se llevan a cabo en equipos de producción crítica.”

**Mantenimiento progresivo:** “Se proporciona el mantenimiento por etapas subdividiendo al equipo por: máquinas, secciones, mecanismos y partes.”

**Mantenimiento periódico:** “Consiste en dar el mantenimiento en forma integral, después de un lapso determinado.”

**Mantenimiento continuo:** Es proporcionado en forma permanente y con un nivel óptimo el mantenimiento al equipo.

Todo lo anteriormente mencionado sobre el mantenimiento y sus tipos de mantenimiento, el presente proyecto aplicará un mantenimiento preventivo, ya que este se anticipa a que los equipos o máquinas que se encuentran en funcionamiento sufran algún tipo de daño antes de su operación, y genere mayores costos a la industria.

Por lo anterior, este proyecto tiene como objeto la elaboración de una propuesta para un plan de mantenimiento preventivo a un Sistema de fluidos compuesto por un Motor y Bomba Centrifuga, ya que al plasmar en un documento el paso a paso para el proceso.

## **A-DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPO Y SUS COMPONENTES-**

Se realiza descripción general del equipo y sus componentes para su familiarización y ubicación en el equipo en mantenimiento así:

### **Bomba Centrifuga.**

Una bomba centrífuga, es una turbomáquina que transforma la energía

eléctrica proveniente del motor en energía mecánica a través del eje y transmitida hacia el impulsor o rodete el que se encuentra dentro de una carcasa o voluta, donde esta última energía es transformada a su vez en energía hidráulica con el fin de provocar el desplazamiento del líquido por medio de tuberías

**Rodamientos:** son pistas rodantes cuya función principal es la de absorber las cargas generadas en el equipo dichas cargas pueden ser axiales, radiales o combinadas.

**Impulsor:** la función de este es imprimirle al fluido un movimiento de rotación el cual hace que este fluido se desplace en forma radial debido a la fuerza centrífuga.

**Sello mecánico:** un dispositivo que permite unir sistemas o mecanismos, evitando la fuga de fluidos, conteniendo la presión, o no permitiendo el ingreso de contaminación.

**Eje:** es el elemento de transmisión entre el conjunto motor bomba.

**Carcasa:** parte externa que protege a todos los elementos de la bomba

### **Aspectos legales.**

**Resolución 2013 de Junio 6 del año 1986:** Por la cual se reglamenta la

organización y funcionamiento de los comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo (conformación del Copasst).

**Ley 100 de Diciembre 23 del año 1993:** Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.

**Decreto Ley 1295 de junio 22 del año 1994:** Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.

**Decreto 1530 de agosto 26 del año 1996:** Accidente de Trabajo y Enfermedad Profesional con muerte del trabajador.

**Ley 776 de diciembre 17 del año 2002:** Por la cual se dictan normas sobre la organización, administración y prestaciones del Sistema General de Riesgos Profesionales.

**Decreto 1607 de Julio 31 del año 2002**  
Por el cual se modifica la Tabla de Clasificación de Actividades Económicas para el Sistema General de Riesgos Profesionales y se dictan otras disposiciones.

**Ley 1562 de Julio 11 del año 2012:**  
Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional.

**Resolución 2400 del año 1979:** Riesgo de Máquinas, herramientas y maquinas

industriales, Electricidad continua y estática.

#### v. **ALCANCE**

La realización de un Plan de Mantenimiento para mejorar las condiciones de funcionamiento de un equipo de transporte de fluido el cual está compuesto por un motor eléctrico y una bomba centrífuga cuya función en el transporte de MVC (cloruro de monómero de vinilo)

Ubicada en el Kilómetro 8 vía Mamonal en la planta de MEXICHEM RESINAS COLOMBIA en el área de servicios.

#### vi. **METODOLOGIA**

Este proyecto, se realizó bajo un tipo de investigación descriptiva ya que se realizaron revisiones de tesis de grado y artículos científicos de revistas referentes al tema de investigación y se hizo una observación directa a los equipos en estudio, en donde se consultó información de terceros y se hizo una observación directa del estado del equipo en campo, para luego analizar y organizar la información y después de eso plasmarla en el documento actual.

#### **Las herramientas para la recolección de información fueron:**

- **Primarias:** operadores que se desempeña en el área donde se encuentra el equipo en la planta de MEXICHEM Resinas Colombia Km-8 vía Mamonal sede Cartagena, y que han trabajado con este equipo, historial de fallas

- **secundarias:** Trabajos de grado, libros técnicos, revistas. Artículos, manuales.

### Fuentes de información.

Como punto de partida se consultó: La información del equipo fue suministrada por la empresa, también por el personal que han operado el sistema de bombeo. También se utilizó información extraída de internet; y de otros proyectos a nivel internacional, nacional y local.

En cuanto a la metodología a desarrollar para el montaje y desmontaje del equipo, se describen los siguientes pasos a continuación:

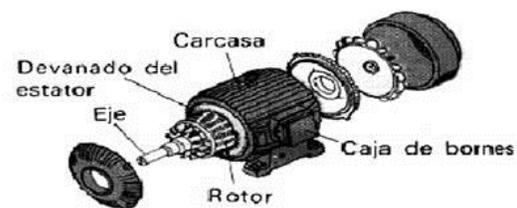
1. Ddesconexión de cableados y sensores.
2. Retiro de guarda sistema de transmisión de potencia
3. Desacople del conjunto
4. Retiro tornillería de anclaje del motor
- 5- Desmonte de bomba de la voluta
- 6-Translado al taller para su desarme y reparación
- 7-Translado al sitio de trabajo
- 8-Armado y normalización del sistema
- 9-Abrir una hoja de datos para la ejecución periódica del mantenimiento preventivo.

### - Desconexión de equipos y desmontaje.

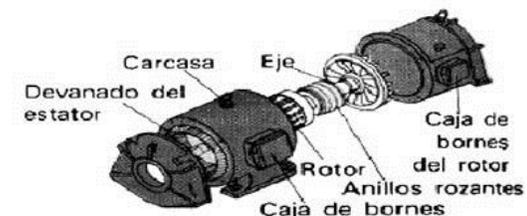
Se realiza desconexión, desmonte de los equipos, los sensores y cableado eléctrico, realizando las marcaciones

correspondientes en estos .de acuerdo a su función en el proceso, se da inicio al traslado de los equipos para su reparación, que cuentan con las siguientes características BOMBA DURCO Marco III desarmable hecha a base de acero al carbono ASTM A53, diseñada bajo las normas ISO 2858 e ISO 5199. Con unos parámetros de funcionamiento de caudales hasta 1400 m<sup>3</sup>/h (6160 US gpm) altura hasta 220 m (720 pies) • Presiones hasta 25 bar (365 psi) • Temperaturas desde -80°C (-110°F) hasta 400°C (752°F) • Diámetros de descarga desde 20 mm (0.75 pulgadas) hasta 200 mm (8 pulgadas).

Motor eléctrico 3 trifásico de 2 polo con una velocidad mecánica de 3500 rpm y una velocidad de 3600 rpm



a) Motor de rotor en jaula ardilla



b) Motor de rotor bobinado con anillos rozantes

Este conjunto está montado en una base metálica hecha en lámina de acero al carbono de 1/2" de grosor, 2,5 m de longitud por 1,5 m de ancho. Esta superficie está sujeta, por medio de 4 espárragos 3/4" por 6" de longitud, y adherida con grautin al concreto sobre esta base se halla sujeto el conjunto motor bomba el cual se ancla a la base con tornillos de 5/8" por 3" de largo los cuales

deben ser retirados con llave de 15/16" al igual que el acople mecánico marca falk t60 el cual está sujeto con tornillería de 3/8" deben ser retirados con llaves de 9/16" para poder continuar con el traslado del equipo al taller donde se desarmara , revisaran y evaluaran partes para su traslado se utilizara pallet o carretilla de carga con las siguientes características: capacidad de carga en kilogramos 2500Kg, ancho de las uñas 685/540mm, Largo de las uñas 1220/1150mm

Ruedas de Nylon /dobles y cuenta con una bomba hidráulica de gran resistencia.

#### **-Ensamble y Montaje.**

1. Se instala en sitio bomba centrifuga acoplándola a la voluta. y fijando patas de la bomba
2. Se instala motor ajustando tornillos de anclajes y conexión eléctrica, se verifica sentido de giro.
3. Se coloca acople falk
4. se conectan sistemas de enfriamiento sello mecánico y sensores de flujos.
5. se presiona sello mecánico para verificar hermeticidad.
6. se alinea conjunto con láser optaling
7. se toma lecturas de vibración en vacío
8. se abren válvulas de succión y descarga
9. se arranca equipo con carga y se vuelve a tomar lecturas de vibración en servicio.

#### **vii. RECURSOS FISICOS**

Para la realización de este proyecto se tomó como recurso de estudio un equipo de transporte de fluido ubicado en las

instalaciones de la empresa MEXICHEM RESINAS COLOMBIA ubicada en el kilómetro 8 vía Mamonal Cartagena esta planta dedicada a la fabricación de resinas de PVC incluye en su proceso sistemas de bombeo o transporte de fluidos un conjunto compuesto por motor -bomba centrifuga la cual es la encargada de transportar mvc (monómero de cloruro de vinilo), lo que es materia prima para la fabricación de resinas este equipo se hallan Sobre una plataforma donde también están dispuestos una serie de elementos y componentes que son parte fundamental para el buen funcionamiento del equipo por lo tanto estos requieren de un mantenimiento periódico lo cual permitirá el buen funcionamiento de este garantizando su confiabilidad.

Llaves de 9/16" mixtas para los 04 tornillos de acero al carbono de 1 1/2" de longitud por 3/8" de diámetro.

Llaves de 15/16" para tornillos de la voluta de la bomba.

Llaves de 3/4" para tornillos de patas de la bomba.

Llaves mixtas 1-1/8" para fijar patas del motor.

Equipo laser optaling para toma de datos de alineación.

Equipo recolector de datos para tomas de lecturas de vibraciones.

Equipo de toma de amperaje

Destornilladores para conexiones de sensores

Cinta aislante para protección de cables.

### VIII. RESULTADOS .

En cuanto a los resultados de la investigación, después de realizado el diagnóstico al sistema de transporte de fluidos (Motor y Bomba centrífuga) se pudo obtener la información necesaria para diseñar la propuesta del plan de mantenimiento preventivo con las estrategias adecuadas a utilizar.

Con el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo que se propone se espera lograr impactar en la disminución de las paradas prolongadas y disminución de los costos de mantenimiento correctivo que se han generado.

### PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SISTEMA DE TRANSPORTE DE FLUIDO EN CONJUNTO CON UN MOTOR Y BOMBA CENTRIFUGA.

#### 1. MANTENIMIENTO DE MOTOR AC.

##### 1.1 Introducción.

Este plan tiene como objeto determinar los pasos a seguir para realizar el mantenimiento general de un motor AC. Lo anterior implica los siguientes procedimientos: cambio de rodamientos para el motor de estudio que tenga

rodamientos abiertos en Mexichem Resinas Colombia S.A.S. y C.I Mexichem Compuestos Colombia S.A.S.

#### 1.2 Seguridad.

Para poder iniciar con el mantenimiento del equipo, se hace necesario tomar las medidas de seguridad, por tanto se hace una descripción de los insumos de seguridad personal y recomendaciones necesarias.

##### *Equipos EPP requeridos:*

Casco dieléctrico de seguridad.	
Protector auditivo.	
Botas dieléctricas.	
Guantes dieléctricos.	
Gafas de seguridad.	
Traje contra arco eléctrico.	
Máscara de protección contra vapores.	
Monogafas.	

##### *Pictogramas de peligro a tener en cuenta:*



#### 1.3 Recomendaciones previas.

- Realizar análisis de trabajo seguro ATS
- Diligenciar permiso de trabajo seguro PTS

- Equipo entregado por el operador de servicios.
- Realizar bloqueo del equipo; colocar tarjeta y candado en cubículo.
- Comprobar ausencia de tensión.

#### **1.4 Procedimiento.**

**1.4.1** Medir resistencia de aislamiento del motor y la acometida. Registrar datos obtenidos.

**1.4.2** Realizar análisis de MCA previo al desarme del motor. Este trabajo se realiza por el Inspector de Mantenimiento asignado para este fin.

**1.4.3** Desacoplar mecánicamente el motor del equipo y extraer acople del motor.

**Nota:** En motores de gran capacidad, este trabajo se realizado por el área de Mantenimiento Mecánico dependiendo el tipo de acople.

**1.4.4** Transportar el motor al taller y proceder a su desarme.

**Nota:** Si el motor presenta una condición que requiera reparación (aislamiento bajo, sobrecalentamiento, alojamiento de los rodamientos, contaminación, entre otros) el motor será enviado a reparación con una contratista.

**1.4.5** Enviar rotor, tapas y rodamientos nuevos a mantenimiento mecánico, para verificar tolerancias y excentricidad de estos elementos. Tener en cuenta tabla de límites de operación para verificar medidas tolerables, en la tabla Anexa 1.

**1.4.6** Colocar rodamientos nuevos en el rotor de acuerdo a la posición. Utilizar el inductor de temperatura y el estuche SKF.

**1.4.6** Proceder al armado del motor.

**1.4.7** Realizar análisis MCA en el sitio antes de conectar eléctricamente el motor. Este trabajo será realizado por el Inspector de Mantenimiento asignado para tal fin.

**1.4.8** Transportar el motor al sitio de trabajo.

**1.4.9** Acoplar y alinear motor. Este trabajo se realiza por el área de mantenimiento mecánico.

**1.4.10** Conectar eléctricamente el motor. Verificar la conexión del cable de tierra.

**1.4.11** Probar el sentido de giro del motor. Corregir en caso necesario.

**1.4.12** Medir el amperaje en vacío y con carga. Anotar valores.

**1.4.13** Realizar análisis de vibraciones. Este trabajo se realiza por el área de Vibración.

**1.4.14** Entregar equipo probado al operador del área.

1.4.15 Realizar limpieza y organización del área.

1.4.16 Cerrar el permiso de trabajo seguro PTS con la firma del operador del área.

1.4.17 Notificar la orden de trabajo en SAP.

## **2. MANTENIMIENTO de BOMBA CENTRIFUGA.**

### **2.1 Introducción.**

Este procedimiento tiene como objeto dar las instrucciones para hacer mantenimiento a las bombas centrífugas WORTHINGTON D-1011 de todas las plantas de Mexichem Resinas Colombia S.A.S.

## 2.2 Seguridad.

Para poder iniciar con el mantenimiento de la Bomba centrífuga, se hace necesario tomar las medidas de seguridad, por tanto se hace una descripción de los elementos de seguridad personal y recomendaciones.

### Equipos EPP requeridos:

Casco dieléctrico de seguridad.	
Protector auditivo.	
Botas de seguridad.	
Guantes en vaqueta reforzada	
Gafas de seguridad.	
Máscara de protección contra vapores.	
Monogafas.	

**Nota:** Identificar la ducha-lavajos más cercana a su área de trabajo.

### Pictogramas de peligro a tener en cuenta:



## 2.3 Recomendaciones previas.

- Realizar análisis de trabajo seguro ATS
- Diligenciar permiso de trabajo seguro PTS
- Realizar prueba de explosividad de acuerdo al producto bombeado
- Equipo entregado por el operador del área
- Realizar bloqueo del equipo; colocar tarjeta, P-SG-1116.

## 2.4 Procedimiento.

### 2.4.1 Traslado de la Bomba al Taller.

**2.4.1.1** Realizar bloqueo del equipo; colocar tarjeta P-SG-1116.

**2.4.1.2** Verificar que la presión de la línea de succión y de descarga sea (0 PSI).

**2.4.1.3** Aislar con platina ciega la succión y la descarga de acuerdo al producto bombeado.

**2.4.1.4** Retirar la guarda para soltar el acople y retirarlo.

**2.4.1.5** Desacoplar tubería de enfriamiento al sello mecánico.

**2.4.1.6** Asegurar el sello metálico colocándoles las uñas metálicas.

**2.4.1.7** Soltar los tornillos del marco y las patas de la bomba.

**2.4.1.8** Retirar la bomba del sitio de trabajo.

**Precaución:** Utilizar diferencial para el retiro de la bomba del sitio de trabajo.

**2.4.1.9** Trasladar la bomba hasta el taller para su reparación.

**Precaución:** Utilizar una carretilla o en su defecto montacarga para el traslado del equipo.

## **2.4.2 Reparación de la Bomba Centrifuga en el taller.**

**2.4.2.1** Soltar la tuerca que asegura el impeller para retirarlo.

**2.4.2.2** Soltar los tornillos que aseguran el plato para retirarlo.

**2.4.2.3** Bajar el cartucho Jhon Crane modelo 5610Q-5611Q-5620 PR.

**2.4.2.4** Soltar tornillos de la tapa de la balinera de empuje (lado acople) y luego retirarla.

**2.4.2.5** Sacar conjunto del eje-balinera de la caja de rodamientos.

**2.4.2.6** Retirar el adaptador de la bomba.

**2.4.2.7** Sacar balineras del eje.

**2.4.2.8** Limpiar bien todas las partes con desengrasante neutro.

**2.4.2.9** Colocar todas las partes en un lugar limpio.

**Nota:** Verificar detenidamente, que el eje esté libre de muescas donde trabaja el sello mecánico, los alojamientos de los acoples, balineras e impulsor estén completamente redondos.

**2.4.2.10** Verificar la deflexión del eje. La máxima deflexión debe ser de 0.001”.

**Nota:** Verificar estado de los vanos que no tengan desgaste por erosión, rebabas o escorias, picados grandes y profundos. La carcasa que esté libre de rebaba, suciedad

y desgaste en los alojamientos de los rodamientos.

**2.4.2.11** Medir el eje en la parte donde se alojan los rodamientos debe estar con respecto al diámetro interno del rodamiento entre 0.001” a 0.0015”.

**2.4.2.12** Insertar el rodamiento sobre el eje, asegúrese que quede firmemente sobre el hombro del eje coloque los deflectores de aceite (si los utiliza) y proceda a insertar el rodamiento del lado contrario al acople.

**Precaución:** Realizar esta operación calentando los rodamientos con un calentador de inducción hasta 200°F.

**2.4.2.13** Medir los alojamientos de la carcasa con respecto al diámetro exterior de los rodamientos 0.000” a + 0.001”.

**2.4.2.14** Colocar tapa y ajustar tornillos.

**2.4.2.15** Colocar adaptador y ajustar tornillos.

**2.4.2.16** Colocar un indicador de dial en los extremos del eje y gírelo manualmente. La lectura del indicador debe ser (0.000”/0.001.”)

**2.4.2.17** Instalar el manguito del sello.

**2.4.2.18** Colocar un indicador de dial encima y gírelo manualmente el TIR (total indícate run-out) no debe exceder (0.002”).

**2.4.2.19** Verificar movimiento axial del eje colocando el indicador de dial en el extremo del eje. No debe exceder (0.001”).

**2.4.2.20** Verificar la deflexión radial del eje colocando el indicador de dial sobre el eje. No debe exceder (0.002”).

**2.4.2.2** Verificados los puntos anteriores, instalar la caja porta sello.

**2.4.2.22** Completar el ensamble del equipo, teniendo cuidado cuando se comprima el sello contra el bastidor.

**2.4.2.23** Asentar el anillo de la brida ajustando las tuercas y tornillos uniforme y firmemente. Asegurarse que la brida no esté inclinada.

**2.4.2.24** Instalar el acople y coloque la bomba en su sitio, luego acoplar todo el conjunto motor /bomba.

**Precaución:** Conectar las tuberías de enfriamiento al sello mecánico y colocar la presión de trabajo de ese sello mecánico, para verificar posibles fuga. Después de haber realizado esto se procede a la alineación.

**2.4.2.25** Con el equipo de alineación laser haga el alineamiento entre ejes: el alineamiento paralelo no debe exceder (0.003”). La alineación angular no debe exceder (0.003”).

**Nota:** Solicitar al departamento de inspecciones rotativas un análisis dinámico de vibración al conjunto. El inspector decidirá de acuerdo a las lecturas si se baja el motor o no. Cambiar rodamientos, verificar alineación.

**2.4.2.26** Realizar limpieza y organizar del área.

**2.4.2.27** Entregar el equipo a producción.

**2.4.2.28** Cerrar el permiso de trabajo seguro PTS con la firma del operador del área.

#### **ix. UBICACIÓN DENTRO DE LAS LÍNEAS DE TRABAJO DEL PROGRAMA.**

El proyecto denominado “Plan de Mantenimiento Preventivo en un Sistema de Bombeo Conjunto Motor Bomba Centrifuga”, ubicada en Cartagena en la planta de Mexichem Resinas Colombia, se enmarca en la línea de investigación Electromecánica.

#### **x. USUARIOS DIRECTOS Y FORMAS DE UTILIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO.**

En este proyecto los usuarios involucrados son los estudiantes de tecnología electromecánica industrial de la Universidad Antonio Nariño, ya que se convierten en los autores del presente proyecto de propuesta de mantenimiento preventivo. Y los docentes que participaron en su asesoría. También que este documento sirva de material de investigación a los futuros estudiantes de ingeniería electrónica y mecánica que inician sus nuevos proyectos de grado en la Universidad Antonio Nariño – Sede Cartagena.

El objetivo de este proyecto es lograr en un 95% la ejecución de lo propuesto en este proyecto.

## ANEXOS

**Tabla de anexo 1: Límites de operación del Motor AC.**

<b>Descripción</b>	<b>TAG</b>	<b>Parámetros normales de operación</b>	<b>Límites de operación segura</b>	<b>Condiciones de alarma</b>
	Equipo	1/2 HP a	Igual o mayor a 10 MΩ	*RA>5MΩ *RA<10MΩ

Resistencia de aislamiento del motor		7.5 HP		**RA<5 MΩ
		10 HP a 75 HP	Igual o mayor a 15 MΩ	*RA>10MΩ *RA<15MΩ  **RA<10 MΩ
		100 HP a 350 HP	Igual o mayor a 30 MΩ	*RA>20MΩ *RA<30MΩ  **RA<20 MΩ
Excentricidad de las tapas del motor	Equipo	Entre 0,000" y 0,005"	Igual a 0,005"	Mayor a 0,005"

**Tabla de anexo 2: Límites de operación de la Bomba Centrífuga**

Descripción	TAG	Parámetros normales de operación	Límites de operación segura	Condiciones de alarma
Deflexión del eje	Equipo	Menor a 0.001"	0.001"	Mayor a 0.001"
Ajuste de los rodamientos	Equipo	0.001" a 0.0015"	0.001"	Mayor a 0.0015"
Ajuste de la carcasa	Equipo	0.000" a + 0.001"	+ 0.001"	Mayor a 0.001" Menor a 0.000"
TIR TOTAL	Equipo	Menor a 0.002"	0.002"	Mayor a 0.002"
Movimiento axial del eje	Equipo	Menor a 0.001"	0.001"	Mayor 0.001"
Alineación del conjunto	Equipo	Menor 0.003"	0.003"	Mayor 0.003"

## XI. CONCLUSIONES

La indagación de estudios o antecedentes relacionados al mantenimiento de equipos y maquinas, permitió encontrar la metodología y procedimientos a seguir para un adecuado e

idóneo mantenimiento del sistema de transmisión de potencia y transporte de fluido, que está en estudio.

La realización del diagnóstico del sistema de transmisión en mención, se logró obtener la caracterización de los equipos que componen el sistema y conocer el estado actual, determinando las condiciones técnicas de operación del motor y la bomba centrífuga, identificando las causas generadoras de averías o fallas continuas del equipo en general.

Lo anterior se decidió el elaborar un plan de mantenimiento paso a paso para cada uno de los elementos que componen el sistema (motor y bomba centrífuga), para garantizar el funcionamiento óptimo del equipo en general.

## **XII. BIBLIOGRAFÍA**

Abella, M. B. (2003). *Mantenimiento Industrial*. Leganés.

Fernández, F. J. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: FC Editorial.

Heintzelman, J. E. (1987). *Manual de la administración del mantenimiento*. Monterrey: Schaumberg.

Rivera, A. A., & Villamil, J. A. (2012). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las bombas hidráulicas que trasiegan combustible diesel marino del bote uraba de la empresa petrocomercial S.A.* Barranquilla: UAC.

### **WEBGRAFÍA**

<https://www.aerorental.com.co/mantenimiento-industrial-importancia/>

<http://www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/produccion/recursos/7.3.1/mantenimiento.htm>

<https://www.academia.edu/36046055/PLANES>