



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa
Central Energética de Atoyac

Nombre del proyecto
Programa de Mantenimiento a equipo e inspección a calderas

Presenta
TSU. Joaquín Gómez Lagunés

Cuitláhuac, Ver., a 18 de abril de 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial
Ing. Efraín Barragán Rojas

Nombre del Asesor Académico
Ing. Ramiro Robles Cala

Jefe de Carrera
Ing. Gonzalo Malangón González

Nombre del Alumno
Joaquín Gómez Lagunés

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a dios por la fuerza que necesite en tiempos difíciles, a mis padres Joaquín Gómez Torralba y María del Rosario Lagunés Guevara por el apoyo brindado durante todo este tiempo que dure en la carrera universitaria, que fue sin duda un camino duro pero no me dejaron solo, también quiero agradecer todas aquellas personas que con su ayuda y apoyo han colaborado en la realización del presente trabajo, quiero agradecer al ING. Ramiro Robles Cala , por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa del proyecto.

Quisiera hacer extensiva mi gratitud a mis compañeros del Departamento donde se llevó a cabo este trabajo, por su apoyo y ayuda para obtener los mejores resultados También quiero dar las gracias al ING. Efraín Barragán Rojas por la colaboración de dicho proyecto

RESUMEN

La empresa Central Energética de Atoyac cuenta con distintos departamentos, de los cuales, el departamento de calderas es uno de los más importantes; en el que no se permiten demoras o defectos. Por lo que se desarrolló un estudio para la realización de un Programa de Mantenimiento que permita evitar paros o fallas inesperadas por causa de una mala planeación o administración del mantenimiento en las líneas de producción, esto representa un aumento considerable en la productividad que se traduce en utilidades para la empresa.

El mantenimiento preventivo, es el que garantiza un adecuado funcionamiento de las máquinas en el área de producción y de la misma forma sirve para maximizar su tiempo de servicio. A través del mismo se logra eliminar la improvisación en las actividades de mantenimiento, las cuales representan un alto costo para la empresa.

Como objetivo general, se desarrollará un programa de mantenimiento para los equipos del departamento de calderas, que contribuya a mejorar las operaciones de producción. Como objetivos específicos, el análisis de la situación existente del mantenimiento a los equipos del departamento de calderas, la aplicación de los lineamientos técnicos, la revisión y análisis de documentos e historial de vida de los equipos, así como el empleo de los principios para la elaboración de los programas y rutinas de mantenimiento de cada equipo.

La solución de la situación de la empresa se fundamentó en los beneficios del mantenimiento, que bien aplicado tiene altos costos, pero genera buenos beneficios como son:

- a) Cumplimiento y mejoramiento de las metas de producción de la planta garantizada por una mayor disponibilidad operacional de los equipos.

b) Reducción importante de las fallas de los equipos y de los costos involucrados por disminución de los trabajos de emergencia y/o de los accidentes e incidentes ocasionados por fallas mayores de los equipos.

c) Menor desperdicio de tiempo y materiales, mayor calidad de los trabajos de mantenimiento y de los productos de la planta; lo que genera menores costos anuales y mayores ahorros de divisas, si los repuestos son importados.

d) Reducción de accidentes y riesgos para el personal, así como para el funcionamiento de planta.

e) Extensión de la vida útil de la maquinaria y reducción de gastos por reemplazo de los equipos.

f) Mejor disponibilidad y selección de herramientas de manera técnica, asegurando su manejo responsable y conservación por personal experto.

g) Personal más satisfecho y de mayor productividad.

Para dar inicio al proyecto se tendrá que hacer una inspección de la caldera para saber en qué condiciones esta, además de su programa de mantenimiento a cada equipo, ya que no se cuenta con esta información vital para realizarlo.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Estado del Arte	7
Briceño Yajaira, Colina Maribel y Espinoza Ana. “Manual de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares de la Planta de Vapor T-6 de la empresa Maraven S.A.” 1995.	7
1.2 Planteamiento del Problema.....	8
1.3 Objetivos	9
1.4 Definición de variables	10
1.5 Hipótesis.....	10
1.6 Justificación del Proyecto	10
1.7 Limitaciones y Alcances.....	11
1.8 La Empresa (Central Energética de Atoyac)	11
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA	14
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO	37
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	62
4.1 Resultados.....	64
4.2 Trabajos Futuros	75
4.3 Recomendaciones	75
ANEXO (1)	76
ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS	76
Especificaciones del ventilador inducido	76
Especificaciones del ventilador primario	77
Especificaciones del ventilador secundario	77
Especificaciones del ventilador neumático	78

Especificaciones de los motores de los ventiladores	79
Especificaciones de los reductores	79
Especificaciones de los motores de los reductores	79
Especificaciones de las bombas de agua	79
Especificaciones de los motores de las bombas	80
ANEXO (2)	81
PIEZAS DE LOS EQUIPOS	81
BIBLIOGRAFÍA	88

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En toda empresa uno de los aspectos más importantes es, el mantenimiento de los equipos, maquinarias e instalaciones; ya que un adecuado plan de mantenimiento aumenta la vida útil de éstos, reduciendo la necesidad de repuestos y minimizando el costo anual del material usado, como se sabe muchas de las máquinas utilizadas en nuestro país son importadas, al igual que muchos materiales y algunas piezas de repuesto.

El mantenimiento, es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto, para luego prolongar su vida útil. Para llevar a cabo dicho mantenimiento tiene que ser a través de Programas, que correspondan al establecimiento de frecuencias y la fijación de fechas para la correcta realización de cualquier actividad de mantenimiento que se desee llevar a cabo.

El Departamento de calderas perteneciente a la empresa Central Energética de Atoyac (CEA), está constituido principalmente por un área de máquinas, que deben estar en óptimas condiciones; por lo que se considera de vital importancia el desarrollo De un programa de mantenimiento.

1.1 Estado del Arte

Una de las formas de alcanzar las condiciones óptimas en el funcionamiento de los equipos y continuidad, es a través del establecimiento e implantación de Programas de Mantenimiento que garanticen la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia en su más alto nivel; es aquí donde, el mantenimiento preventivo juega un papel importante. De acuerdo a la revisión efectuada, los investigadores quienes han abordado la temática en estudio, dentro de los cuales se destaca:

Chirinos Lesbia María y Palencia Javier. “Diseño De Un Programa De Mantenimiento Preventivo para los Compresores Copeland Semi-Sellados Herméticamente de la Empresa MARAVEN S.A.” 1997. Establecen la necesidad de fomentar un mantenimiento preventivo en el aspecto operacional de los distintos tipos de maquinarias. De igual manera proponen pautas para la conservación más adecuada de los equipos e instalaciones, basadas en la rutina de lubricación y de inspección de cada equipo, así como la lista de las partes más críticas de dichos equipos. Esta información es necesaria para poder aplicar el mantenimiento que necesitan las máquinas para funcionar durante más tiempo sin que se presenten fallas graves o deterioros prematuros.

Briceño Yajaira, Colina Maribel y Espinoza Ana. “Manual de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares de la Planta de Vapor T-6 de la empresa Maraven S.A.” 1995.

Afirman de acuerdo a las investigaciones que han realizado, que es de vital importancia que en toda empresa se establezcan mecanismos para conservar y mantener los equipos dentro de las condiciones necesarias para evitar paradas o

fallas incipientes en equipos e instalaciones de la empresa, todo esto representa un elemento clave para maximizar la calidad y minimizar los costos.

1.2 Planteamiento del Problema

El desarrollo de toda empresa depende del funcionamiento de sus equipos y del personal que labora en ella; para poder elaborar productos de alta calidad y competitivos en el mercado. Dentro de la empresa Central Energética de Atoyac (CEA) dedicada a la producción de alcohol etílico.

En el departamento de calderas se llevó a cabo la tarea de identificar los problemas más comunes para la elaboración de un programa de mantenimiento, que beneficiará a la empresa en aumentar la vida útil de los equipos, disminuir los paros innecesarios y evitar fallas que afectan directamente la calidad y productividad del Departamento.

La empresa consciente de la importancia que posee el mantenimiento dentro de cualquier organización para el logro de sus objetivos; busca reducir el costo y maximizar las operaciones, siendo primordial para esta meta estructurar todo el programa para el mantenimiento de los equipos del departamento de calderas así también realizar una inspección a la caldera para saber cuáles son sus capacidades que conlleva al operar.

1.3 Objetivos

Objetivo General:

Desarrollar un programa de mantenimiento a equipo e inspección a la caldera que permita un nivel de rendimiento a sus equipos de tal forma se conserven en condiciones de funcionamiento seguro e eficiente y garanticen la prestación de un servicio oportuno.

Objetivos Específicos:

- Analizar la situación existente acerca del mantenimiento de los equipos del Departamento de calderas.
- Aplicar los lineamientos técnicos utilizados en el diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo.
- Revisar y analizar documentos e historial de vida de los equipos.
- Emplear los principios del PMP para la elaboración de los programas y rutinas de mantenimiento de cada equipo.
- Diseñar el Programa de Mantenimiento Preventivo para los equipos del Departamento de calderas.
- Implementar una inspección en el departamento de calderas

1.4 Definición de variables

Este trabajo será propuesto para el mejoramiento de la caldera en sus equipos tener un buen mantenimiento programado para si evitar tiempos muertos en caso de alguna falla en algunos de estos también proporcionar una inspección relacionada en la misma para tenerla en la intimas condiciones estables.

1.5 Hipótesis

Se realizara la Propuesta con el Programa de Mantenimiento en la Industria Central Energética de Atoyac, se solucionarán los paros en el departamento de calderas, ampliaran más el rendimiento a equipos.

1.6 Justificación del Proyecto

La razón sobre este proyecto es para la eficiencia que debe tener cada equipo en el área para así tener más control sobre los equipos y estar más inspeccionados tanto a la maquinaria y la caldera.

Al tener control de cada parámetro en el mantenimiento e inspección traerá los siguientes resultados:

- La disponibilidad de los equipos

- Disminuirá el fallo en la maquinaria

- Control sobre los equipos dentro del área

- Inspección relacionada a la caldera

El efecto que dará este proyecto es tener más eficiencia en los equipos dentro del área industrial que esta vez está relacionada sobre la caldera para que tenga una función correcta.

1.7 Limitaciones y Alcances

El presente proyecto tiene como alcances la supervisión de cada equipo del departamento de caldera, el registro de cada equipo dado al caso que tipo de mantenimiento se realizara, el control realizado en el área de los equipos de la caldera.

De igual manera tener limitaciones en el departamento que tenga acabo un procedimiento de mantenimiento en sus equipos para sí evitar que la maquinaria sufra algún daño dentro de sus funciones.

1.8 La Empresa (Central Energética de Atoyac)

- a) historia de la empresa

Nuestra historia en el ramo de la comercialización y producción de etanol inicia en 1920 en Jiquilpan, Michoacán.

La familia Romero incursiona en la comercialización de alcohol etílico potable obtenido a partir de la fermentación de mieles incristalizables de caña de azúcar provenientes del Ingenio azucarero La Hacienda de Guaracha, una de las primeras haciendas que expropió la revolución.

La segunda generación de la familia Romero, expandió la comercialización por todo el estado de Michoacán con singular éxito y, la tercera generación, siguiendo con la tradición, en el año de 1991 funda en la ciudad de Guadalajara, centro financiero y comercial del Occidente de México, la empresa Alcoholera de Zapopan, S.A. de C.V. para darle un posicionamiento a nivel nacional a sus productos.

Posteriormente, en abril del 2006 se inaugura la destilería al vacío más eficiente de México, equipada con tecnología de última generación con capacidad para producir hasta 150,000 litros/día de Etanol con proyección para una ampliación de 225,000 litros/día.

En diciembre del 2010 se inaugura la Central Energética de Atoyac, el primer ingenio etanolero con difusión de caña en todo México, con capacidad para moler y procesar 2,500 toneladas de caña al día.

Gracias a la innovación y desarrollo constante que experimenta nuestra organización, en la actualidad, somos considerados como la empresa líder en el mercado de producción y comercialización de Etanol.

b) misión, visión y objetivos de la empresa,

Misión

Trabajar en armonía y crecer junto con su personal en todo sentido para beneficio propio y del cliente atendiendo sus demandas.

Visión

Utilizar los recursos de la organización eficiente y racionalmente para consolidarse como una organización líder en la producción y comercialización de Alcohol etílico.

Objetivos de la empresa

Es la satisfacción total de nuestros clientes

c) procesos que se realizan en la empresa,

Alcohol etílico

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

3.2.1 Histórica del mantenimiento

El término "mantenimiento" apareció en la industria hacia 1959 en Estados Unidos y tiene su origen en el vocabulario militar, en el sentido "mantenimiento en las unidades de combate, del efectivo y del material a nivel constante".⁴ Los conceptos y prácticas de mantenimiento han evolucionado radicalmente desde principios del siglo XX, cuando la simple mención de la palabra mantenimiento y todos aquellos recursos, herramientas e incluso personal eran considerados como un mal necesario; aunque lamentablemente esta percepción no ha cambiado desde entonces; existe una clara tendencia global en posicionar a las organizaciones de mantenimiento como lo que realmente son: entidades que generan valor cumpliendo un rol fundamental para el cumplimiento de los objetivos corporativos. La evolución del mantenimiento se puede clasificar en 3 generaciones, a saber:

- **Primera generación (Hasta la década de 1950)** Se caracteriza por máquinas sencillas diseñadas para propósitos específicos, fiables y fáciles de reparar. No necesitaban sistemas de Mantenimiento complicados, no necesitaban personal calificado. y la reparación se llevaba a cabo cuando se producía la rotura o falla.
- **Segunda Generación (1950 a 1970)** Se produce el auge de la mecanización suplantando a la mano de obra. Producciones máquina-dependiente. Reducciones de costos con revisiones a intervalos fijos. Aparece el Mantenimiento Preventivo. Sistemas de control, inspecciones y planificación del Mantenimiento.

- **Tercera Generación (1970 a la fecha)** Aparecen nuevas expectativas: condición de maquina vs. calidad del producto; se incorporan los conceptos de seguridad, salud y cuidado del medio ambiente. La competitividad obliga a enfocarse en los costos. Se desarrollan nuevas investigaciones: Seis modos diferentes de fallos. Se desarrollan nuevas técnicas, se desarrolla el Mantenimiento predictivo, monitoreo a condición, sistemas expertos, gestión de riesgo, modos de fallo, análisis de causa raíz y efectos.

Hoy día la actividad industrial adopta formas y tamaños diversos dependiendo de factores tales como el mercado consumidor de sus productos; la disponibilidad de recursos financieros; las posibilidades de obtención, los costos de las materias primas y los recursos productivos: materiales. Dependiendo de todos y cada uno de estos factores, se establecen las políticas y estrategias empresarias.

3.2.2 Definición de mantenimiento

Es un servicio alterno dentro del funcionamiento de una empresa, caracterizado por una serie de actividades realizadas con el objeto de corregir, prevenir y en algunos casos predecir fallas o averías, que afecten el normal funcionamiento de las maquinas, manteniéndolas en condiciones operativas seguras.

“Es el conjunto de acciones emprendidas en una Organización a efectos de preservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de fiabilidad y respetando la Seguridad, Salud y Cuidado del Medio Ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de negocios y desempeño, con la Optimización de Costos como objetivo asociado. ”

2.2.3 Importancia del mantenimiento

El objetivo del Mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa e indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible. El área de mantenimiento no sólo deberá mantener las máquinas sino también las instalaciones de: iluminación, redes de computación, sistemas de energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, depósitos, etc. Deberá coordinar con recursos humanos un plan para la capacitación continua del personal ya que es importante mantener al personal actualizado.

2.2.4 Finalidad del mantenimiento

La finalidad del mantenimiento es conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible. Lo que implica: conservar el sistema de producción y servicios funcionando con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de las fallas, aplicar las normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizar la degradación del medio ambiente, controlar, y por último reducir los costos a su mínima expresión. El mantenimiento debe seguir las líneas generales determinadas con anterioridad, de forma tal que la producción no se vea afectada por las roturas o imprevistos que pudieran surgir.

2.2.5 Objetivos del mantenimiento

Los objetivos de mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realice el área. Estos objetivos serán los que mencionamos a continuación:

- Máxima producción. Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos. Reparar las averías en el menor tiempo posible.
- Mínimo costo. Reducir a su mínima expresión las fallas, aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones y manejo óptimo de stock.
- Calidad requerida. Cuando se realizan las reparaciones en los equipos e instalaciones, aparte de solucionar el problema, se debe mantener la calidad requerida.

2.2.6 Funciones del mantenimiento

Entre las principales funciones del mantenimiento encontramos:

- Planear, desarrollar y ejecutar los programas de mantenimiento para la maquinaria ya existente.

Decidir por la reposición y/o modernización de los equipos actuales y llevarlas a cabo si es necesaria.

- Seleccionar el personal adecuado para llevar a cabo estas funciones → Solicitar herramientas y repuestos.
- Implementar programas y darlos a conocer al personal encargado del área de mantenimiento, con el fin de realizar evaluaciones periódicas.
- Crear los mecanismos de control para el seguimiento del desarrollo de las funciones de mantenimiento.

2.2.7 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento correctivo.** Es el mantenimiento que se ejecuta después de ocurrida una falla en determinada máquina, por lo que se debe realizar de manera urgente. El personal encargado de avisar de las fallas es el propio usuario de la máquina y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento.

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

- **Mantenimiento preventivo.** Es un tipo de mantenimiento, que busca principalmente la detección y prevención de fallas en el funcionamiento de las máquinas y equipos de una empresa, antes que estas ocurran. Esto se hace por medio de inspecciones periódicas y cambio de elementos en malas condiciones o dañados. Se basa principalmente en la confiabilidad de la maquinaria y equipo. El origen de este tipo de mantenimiento surgió analizando estadísticamente la vida útil de los equipos y sus elementos mecánicos y efectuando su mantenimiento basándose en la sustitución

periódica de elementos independientemente del estado o condición de deterioro y desgaste de los mismos. Su gran limitación es el grado de incertidumbre a la hora de definir el instante de la sustitución del elemento.

- **Mantenimiento predictivo.** Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a ésta o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos. El mantenimiento predictivo abarca un conjunto de técnicas de inspección, análisis y diagnóstico, organización y planificación de intervenciones que no afectan al servicio del equipo, y que tratan de ajustar al máximo la vida útil del elemento en servicio al momento planificado para la intervención. El mantenimiento predictivo podría incluirse en el mantenimiento preventivo entendiéndose este último en un sentido amplio.

Mantenimiento Productivo Total (TPM). Este sistema caracterizado por las siglas TPM (total productive maintenance), coloca a todos los integrantes de la organización, en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes. Centra entonces el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento a ser realizadas en pequeños grupos, mediante una conducción motivadora.

2.2.8 Generalidades a tener en cuenta en un programa de mantenimiento preventivo

La selección de un tipo de mantenimiento en una empresa, depende de las condiciones internas de ésta, su objeto social, equipos utilizados en el desarrollo de sus actividades, infraestructura física, personal disponible y el alcance que pretende lograr. El plan de mantenimiento de una empresa, debe tener en cuenta ciertos factores importantes al momento de la aparición de fallas en los equipos, dichos factores son:

- Factores operacionales: La falla ocasiona retrasos en la producción ó en la prestación de un servicio, conllevando a una disminución de la productividad e incumplimientos a los clientes.
- Factores de costos: Están íntimamente ligados a las fallas, ya que la reparación de éstas conlleva a gastos innecesarios y generalmente elevados.
- Factores de seguridad: Cuando la falla afecta la integridad del personal.
- Factores ambientales: El afectado aquí es el medio ambiente, ya sea por altos niveles de ruido, olores desagradables, contaminación del aire, entre otros., afectando de igual manera al personal que allí labore.

2.2.9 Actividades de un programa de mantenimiento preventivo

- **Actividades de inspección.** Se realiza para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria. Es una medida preventiva

propia del mantenimiento, se realiza a intervalos prefijados con diferentes unidades de medida: hora, días hábiles, número de piezas producidas, entre otras.

- **Actividades de conservación.** Son las actividades que contribuyen a minimizar el diferencial entre el estado teórico y el estado real para mantener la capacidad de funcionamiento y disminuir la frecuencia de los daños y fallas.
- **Actividades de reparación.** Se efectúa cuando las condiciones lo ameritan para restaurar el estado teórico. Se divide en reparación planificada y no planificada. La primera se efectúa rápida y racionalmente por su propia naturaleza; y la segunda se realiza cuando se presenta una falla repentina.
- **Actividades de cambio.** Consiste en la sustitución de un elemento que haya cumplido su ciclo de vida útil.
- **Actividades de modificación.** Alteración y/o construcción original del equipo para eliminar fallas recurrentes o para aumentar la capacidad y seguridad de la misma.
- **Actividades de instalación.** Montaje de elementos y traslados de servicios de los puestos de trabajo.

2.3.1 Calderas

El término caldera se refiere a un equipo de generación de vapor para fuerza, procesos industriales o calefacción. El diseño de generadores de vapor está

estipulado para transferir el calor procedente de la combustión de un combustible a un líquido contenido dentro de este equipo. El líquido contenido en el equipo está sujeto a ciertas condiciones de seguridad. El vapor o agua caliente debe ser suministrado bajo ciertas condiciones requeridas de temperatura, presión y calidad (Shield, 1982).

2.3.2 Clasificación de calderas

El principal criterio para clasificar las calderas es por el contenido de los tubos, pirotubular o acuotubular, o por lo menos es una de la clasificación más común en la industria (Sanz@, et al., 2000), sin embargo, las calderas pueden clasificarse basándose en algunas de las siguientes características: (1) uso, (2) presión, (3) materiales de que están construidas, (4) tamaño, (5) contenido de los tubos, (6) forma y posición de los tubos, (7) sistema del fogón, (8) fuente de calor, (9) clase de combustible, (10) fluido utilizado, (11) sistema de circulación, (12) posición del hogar, (13) tipo del fogón, (14) forma general, (15) nombre registrado del fabricante y (16) propiedades especiales (Shield, 1982). El entregable del proyecto tiene que ver con el diseño y fabricación de una caldera de baja potencia que use como combustible cáscara de *Jatropha*, por tal razón, la revisión bibliográfica incluye tanto la clasificación de calderas por la clase de combustible como por el contenido de los tubos.

2.3.3 Contenido de los tubos

La clasificación de calderas por el contenido de los tubos comprende básicamente dos tipos:

- Pirotubulares o de tubos de humo: en estas los gases de la combustión circulan por los tubos, los cuales están rodeados de agua por el exterior. Normalmente, los tubos se sumergen en el fluido para evitar que nunca estén secos, estos son de un solo paso, y la transferencia de calor en ellos es por convección procedente de los gases de la combustión, pueden estar dispuestos de manera horizontal o vertical (UNIVERSITAT JAUME I@, 2010).
- Acuotubulares o de tubos de agua: el agua circula por los tubos, y los gases de la combustión viajan por la parte exterior de los tubos transfiriendo el calor liberado por el combustible.

Existen tres disposiciones diferentes:

- Tubos verticales y circulación natural: los gases de la combustión circulan horizontalmente a través del banco de tubos de la caldera.
- Tubos horizontales y circulación forzada: Los gases de la combustión circulan verticalmente a través de los tubos del generador, economizador y recalentador.
- Tubos inclinados y circulación natural: los gases de la combustión circulan en sentido vertical ascendente a través del banco de tubos del generador.

2.3.4 Clase de combustible

El combustible es un factor que se debe tener en cuenta en el diseño de calderas porque es el elemento que libera la energía necesaria para que el agua cambie de fase, de allí se deriva otra manera de clasificarlas. Los combustibles que se usan

frecuentemente en las calderas son: el carbón, bituminoso, antracita, carbón pulverizado, gas, petróleo, leña y bagazos u otros productos de desperdicio (Shield, 1982), actualmente, se está usando biomasa y biocombustibles.

2.3.5 Partes y accesorios de una caldera

Los generadores de vapor son equipos que están compuestos de muchas partes y accesorios necesarios para una operación confiable y eficiente de la caldera, cabe destacar tres sistemas principalmente: Sistema de combustión: Los accesorios y partes que componen el sistema de combustión son sumamente importante en las calderas, en ellos se presenta todo el proceso de combustión del combustible en equipo, los elementos más importantes son:

- Quemador: Cumplen la función de mezclar el combustible y el aire en la proporción correcta para obtener una combustión completa, y además, determinar la forma y la dirección de la llama (CONUEE@, 2007). Los quemadores para combustibles gaseosos o líquidos son los atmosféricos y mecánicos respectivamente, mientras que los sólidos se queman sobre parrilla con un tratamiento previo (San José@, 2001).
- Hogar: El hogar o cámara de combustión es lugar donde se produce la combustión del combustible, la forma y su tamaño es netamente dependiente del combustible utilizado. El correcto diseño de este espacio garantiza la no producción de humo y hollín (Ceballos, 1990). Los hogares pueden ser para carga manual, carga mecánica, para gas o para carbón pulverizado (THIBAUT, 1974).

- Chimenea: Es el ducto por donde son evacuados los gases de la combustión del equipo.
- Tubos o fluxes: Dependiendo del tipo de caldera, son elementos muy necesarios para que se transfiera la energía liberada por el combustible

Sistema de control: Los accesorios del control son muy importantes para evitar accidentes en los generadores de vapor. Algunos elementos son:

- Indicadores de nivel: Accesorios que permiten la visualización de los niveles de fluido en el tanque.
- Fococeldas: Accesorio para control de la llama.
- Presostatos: Accesorios que permiten controlar presiones en el equipo.
- Termostatos: Accesorios que permiten controlar las temperaturas en el equipo.

Sistema de alimentación de agua: Este sistema es de gran importancia porque asegura que el agua que va pasar a un estado gaseoso es la ideal para evitar pérdidas de eficiencia, además, que mantienen un flujo constante de agua al equipo para evitar que este opere en vacío. Algunos de los accesorios que componen este sistema son:

- Equipos de tratamiento: Equipos usados para retirar contaminantes del agua.
- Bomba de inyección: Accesorio usado para mantener el nivel de agua en el punto necesario por la caldera (ACERCAR@, 2007).

2.3.6 Tubos de calor

Un tubo de calor es un dispositivo de alta capacidad de conducir calor, gracias al aprovechamiento que se hace del calor latente de vaporización. Consiste de un contenedor metálico sellado dentro del cual se encuentra un fluido de trabajo al vacío. Al aplicar calor en un extremo del tubo de calor (evaporador), el fluido se evapora. El vapor se desplaza al sector más frío del tubo (condensador), a través del núcleo, en donde se condensa y entrega el calor. El líquido viaja de nuevo al evaporador por una estructura capilar que es contigua a las paredes del tubo (FAGHRI, 1995).

El tubo de calor puede tener también en el medio una zona a través de la cual no se transfiere calor, la cual se conoce como zona adiabática. Los componentes típicos de los tubos de calor son: el contenedor; el cual es el recipiente que conforma el cuerpo del tubo de calor. La estructura capilar; se conoce también como mecha y es el mecanismo que permite realizar el transporte del líquido de la zona de condensación a la zona de evaporación. El fluido; este debe ser condensable, su selección se realiza de acuerdo al rango de operación del tubo. Y los accesorios adicionales; los cuales se incluyen de acuerdo a las condiciones de operación (FAGHRI, 1995).

2.3.7 Configuración básica del equipo

La operación confiable de la caldera es un aspecto que todos los fabricantes de estos equipos deben garantizar, pero los diseños de cada uno son diferentes.

Las principales partes constituyentes de una caldera son: suministro de energía, combustible, aire y agua; quemador, electrodo de chispa, ventilador, chimenea, tubos o fluxes, válvulas de seguridad (Agua o vapor), bomba de agua, medidor de presión, nivel de agua, corta fuego, válvulas de alivio, medidor temperatura de gases y tablero de control.

2.3.8 Motores

Un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo. En los automóviles este efecto es una fuerza que produce el movimiento.

2.3.9 Motor eléctrico

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía

Mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores o dinamo. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa adecuadamente o con frenos regenerativos.

Son utilizados en infinidad de sectores; instalaciones industriales, comerciales, particulares; como ventiladores, teléfonos, bombas, máquinas herramientas, aparatos electrodomésticos, herramientas eléctricas y unidades de disco.

2.4.1 Motor de corriente continua (cc)

Se utiliza en casos en los que es importante el poder regular continuamente la velocidad del motor.

2.4.2 Motor de corriente alterna (ca)

Son aquellos motores eléctricos que funcionan con corriente alterna. Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

2.4.3 Motor de corriente directa (cd)

Los motores de corriente directa tienen varias diferencias ya que son construidos de diferente manera comparados con los de corriente alterna. Una de las principales diferencias es que pueden funcionar a la inversa, es decir no solamente pueden ser utilizados para transformar energía eléctrica en mecánica. También pueden funcionar como generadores de electricidad. Esto sucede porque tienen la misma construcción física que los generadores.

2.4.4 Motores de colector

El problema de la regulación de la velocidad en los motores de corriente alterna y la mejora del factor de potencia ha sido resuelta de manera adecuada con los motores de corriente alterna de colector.

2.4.5 Motor térmico

Un motor térmico es una máquina térmica que transforma calor en trabajo mecánico por medio del aprovechamiento del gradiente de temperatura entre una fuente de calor (foco caliente) y un sumidero de calor (foco frío). El calor se transfiere de la fuente al sumidero y, durante este proceso, algo del calor se convierte en trabajo por medio del aprovechamiento de las propiedades de un fluido de trabajo, usualmente un gas o el vapor de un líquido.

2.4.6 Motor monofásico

El motor monofásico universal o simplemente motor universal es un tipo de motor eléctrico que puede funcionar tanto con corriente continua (c.c.) como con corriente alterna (a.c.).

2.4.7 Motor trifásico

Es una máquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada, en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesite circuito auxiliar, son más pequeños y livianos que uno monofásico de inducción de la misma potencia, debido a esto su fabricación representa un costo menor.

2.4.8 Tipos de aceites de motor

El aceite de motor puede ser clasificado en cuatro categorías básicas: aceite sintético, semi-sintético, de alto kilometraje y convencional.

➤ **Aceite de motor sintético**

El aceite de motor sintético es el resultado de un proceso de ingeniería química. Las moléculas del aceite sintético tienen una forma más uniforme y contienen menos impurezas que las moléculas de los aceites convencionales. En general, el aceite sintético ofrece un mejor desempeño en temperaturas extremadamente altas o bajas. Los aceites sintéticos están generalmente formulados con aditivos de alto rendimiento.

➤ **Aceite de motor semi-sintético**

El aceite de motor semi-sintético incorpora una mezcla de aceites base sintética y convencional para ofrecer mayor resistencia a la oxidación (en comparación con el aceite convencional), además de brindar excelentes propiedades en bajas temperaturas.

➤ **Aceite de motor de alto kilometraje**

El aceite de motor de alto kilometraje está especialmente diseñado para Vehículos más viejos o vehículos recientes con más de 120,000 kilómetros. Gracias a su incomparable fórmula y a sus aditivos únicos, un aceite de alto kilometraje permite reducir el quemado de aceite y ayuda a sellar fugas que pueden presentarse en motores más viejos.

➤ **Aceite de motor convencional**

La formulación de los aceites de motor convencionales tiene un rango amplio de grados de viscosidad y niveles de calidad. El aceite de motor convencional se recomienda para conductores con autos de motor sencillo y un estilo de manejo regular (en comparación con condiciones severas de manejo).

2.4.9 Bomba de agua

Es la máquina que transforma energía, aplicándola para mover el agua. Este movimiento, normalmente es ascendente. Las bombas pueden ser de dos tipos “volumétricas” y “turbo-bombas”. Todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión).

Las volumétricas mueven el agua mediante la variación periódica de un volumen. Es el caso de las bomba de émbolo. Las turbo bombas poseen un elemento que gira, produciendo así el arrastre del agua. Este elemento “rotor” se denomina “Rodete” y suele tener la forma de hélice o rueda con paletas. Las bombas pueden recibir la energía de diversas fuentes.

Desde la antigüedad se ha usado la energía eólica en este menester. El movimiento de las paletas del molino de viento se transmite a una bomba que extrae agua de un pozo. Cuando la bomba recibe la energía a través de un motor acoplado (eléctrico, de gasóleo o gasolina), al conjunto se le llama moto-bomba.

El motor puede también estar separado de la bomba. Entonces hace falta un elemento que le transmita el movimiento. Puede ser una polea, un eje, etc.

2.5.1 Reductores

Los reductores y motorreductores mecánicos de velocidad se pueden contar entre los inventos más antiguos de la humanidad y aún en estos tiempos del siglo XXI se

siguen utilizando prácticamente en cada máquina que tengamos a la vista, desde el más pequeño reductor o motorreductor capaz de cambiar y combinar velocidades de giro en un reloj de pulsera, cambiar velocidades en un automóvil, hasta enormes motorreductores capaces de dar tracción en buques de carga, molinos de cemento, grandes máquinas cavadoras de túneles o bien en molinos de caña para la fabricación de azúcar.

Un motorreductor tiene un motor acoplado directamente, el reductor no tiene un motor acoplado directamente.

La sencillez del principio de funcionamiento y su grado de utilidad en una gran variedad de aplicaciones es lo que ha construido la trascendencia de este invento a través de los siglos.

2.5.2 Lubricación

Los lubricantes realizan diferentes funciones, la primera y más obvia es reducir la fricción

y el desgaste de las piezas en movimiento, además los lubricantes pueden:

- Proteger las superficies de los metales contra herrumbre y corrosión
- Controlar la temperatura y actuar como agente de transferencia de calor.
- Enjuagar y arrastrar los contaminantes.
- Transmitir potencia hidráulica.

- Absorber y amortiguar los choques.
- Formar sellos.

Hay tres categorías principales de los lubricantes:

- **Lubricantes líquidos:** Los lubricantes líquidos más frecuentes son los que se basan en fracciones del petróleo refinado y son de uso más extenso, debido a su
 - adaptabilidad general a la mayoría de los equipos existentes o por su disponibilidad a un costo moderado o por ambas cosas.
- **Lubricantes semisólidos (Grasas):** Son lubricantes que se forman al dispersar
 - un agente espesor en un lubricante líquido, pueden utilizarse ingredientes adicionales con el fin de lograr propiedades especiales, algunos de los espesadores más comunes son: jabones complejos, pigmentos arcillas modificadas, productos químicos y polímeros. Los espesadores sirven solamente para mantener el lubricante en su lugar, para evitar fugas y para bloquear la entrada de los contaminantes.
- **Lubricantes sólidos:** Es una película delgada constituida por un sólido o una
 - combinación de sólidos introducida entre dos superficies en rozamiento con el fin de modificar la fricción y el desgaste. La lubricación de la película sólida incluye numerosas variedades y tipos de materiales que pueden tener

diferentes propiedades, límites de operación y métodos de aplicación o adherencia a la superficie que se va a lubricar.

Para la selección de un lubricante se debe basar en lo siguiente:

- Temperatura

- Velocidad

- Carga

- Método de aplicación

- Sellado

- Tipo de servicio

Por lo general se recomienda la lubricación con aceite cuando el funcionamiento de los equipos está expuesto a las altas temperaturas y alta velocidad, requiere enfriamiento y circulación. Las grasas permiten el “sellado permanente”, con una reducción en el mantenimiento.

2.5.3 Inspección

La determinación de lo que debe inspeccionarse y con qué frecuencia debe hacerse es uno de los puntos críticos y del que depende en gran parte el éxito o el fracaso de un programa de mantenimiento preventivo. Al respecto conviene capacitar al personal en términos y técnicas de control de calidad, incluyendo la elaboración de hojas de inspección.

Como guía general se dan a continuación las siguientes recomendaciones para inspeccionar:

Todo lo susceptible de fallas mecánicas progresivas, como desgaste, corrosión y vibración.

Todo lo expuesto por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, deposición etc., como es el caso de contactos eléctricos, cables eléctricos, aceites aislantes, obstrucción en tuberías, resumideros de tanques y depósitos.

Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas de lubricación, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, sistemas de gas y de tuberías de distribución de fluidos.

Las variaciones de límites pueden ocasionar fallas como niveles de depósitos de lubricación, niveles de aceites aislantes, niveles de anticongelante de los sistemas de enfriamiento, etc.

Los elementos reguladores de todo lo que funciona con características controladas de precisión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, intensidad de corriente, niveles de aislamiento, etc., generalmente requiere de pruebas.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

ANÁLISIS DEL PROBLEMA.

En el departamento de calderas se tiene oportunidad de mejorar, ya que no se cuenta con un programa de mantenimiento que especifique la periodicidad con la que se debe realizar el mantenimiento a cada equipo, en qué tiempo se debe hacer y con qué frecuencia se debe inspeccionar.

Esto ocasiona que la vida útil de los mecanismos como son: ventiladores, motores, bombas, moto reductores, disminuya gradualmente y por lo tanto sean cambiados continuamente y hasta en muchas ocasiones se quede parada la máquina por falta de refacciones en almacén también esto ocasiona gastos excesivos en el mantenimiento y en la producción.

Otra de las situaciones que afecta en gran parte es que no se cuenta con un inventario de los equipos que existen en dicho departamento y mucho menos un historial de cada equipo para su análisis y mantenimiento, muchos de los manuales están extraviados lo que hace más difícil la situación en que se encuentra el departamento.

Para realizar dicho proyecto primeramente se tendrá que hacer un inventario de todos los equipos existentes y sus características, además de su programa de mantenimiento a cada equipo a continuación se presentan las imágenes de los equipos y sus especificaciones técnicas de los equipos.

Inventario y descripción de los equipos

Nº DE EQUIPOS	EQUIPO	MARCA	ÁREA	CANTIDAD DE EQUIPOS	FECHA DE ADQUISICION
1	Ventilador IDF	AFC do Brasil	Calderas	1	Julio de 2008
2	Ventilador AR Primario - FDF	AFC do Brasil	Calderas	1	Agosto de 2008
3	Ventilador AR Secundario	AFC do Brasil	Calderas	1	Junio de 2008
4	Ventilador P Neumático	AFC do Brasil	Calderas	1	Agosto de 2008
5	Motor Inducao-Gaola del Ventilador IDF con 2,20 volts.	WEG CE	Calderas	4	Marzo de 2008
6	Motorreductor de bagazo,50 hz con potencia de 2,20 volts , lubricación de 150 vg 220 y con un peso de 149 kg	WEG CE	Calderas	4	Septiembre del 2008
7	Bombas del agua lavador de ceniza número 1, tamaño de la válvula de 2L 3X2-8	DURCO MEX	Calderas	2	Febrero del 2009
8	Motor Inducao-Gaola de la bomba lavador de ceniza	WEG CE	Calderas	4	Junio del 2008
9	Bomba del agua lavador	GOULDN PUMPS	Calderas	2	Agosto de 2008

	de ceniza numero 1 750-D186				
--	-----------------------------------	--	--	--	--

Algunos de los equipos en la lista de inventario, su mantenimiento tanto preventivo como correctivo lo realiza personal externo o los propios distribuidores se encargan de él correcto funcionamiento de los equipos para mantener la garantía de los equipos.

Mantenimiento a ventiladores inducido, primario, secundario, neumático

- Regular a todos los lubricantes en las chumaceras y en los coples
- Limpiar perfectamente y llenar de nuevo con aceite limpio

Se muestran los ventiladores en las siguientes imágenes

Ventilador inducido (Imagen 1)



(Imagen 1)

Ventilador primario (Imagen 2)



(Imagen 2)

Ventilador secundario (Imagen 3)



(Imagen 3)

Ventilador neumático (Imagen 4)



(Imagen 4)

Mantenimiento a motor trifasico

- Limpieza, re aislamiento, secado del inducido, torneado y fresado del colector.
- Control del bobinado del inducido al surge-test. Cambio de rodamientos.
- Limpieza y re aislamiento de la tapa trasera.
- Control de desgaste de las escobillas, ajuste de las mismas, y cambio si es necesario.
- Reglaje de la altura del porta escobillas y calaje lineal neutro.
- Revisión eléctrica y control de la dinamo taco métrica.
- Ajuste del freno, control del par.
- Control de encoger.
- Control dimensional del eje.

- Si lleva ventilación: verificación, desmontaje, limpieza, re aislamiento, secado, cambio de rodamientos, montaje y pruebas.
- Montaje del conjunto, pruebas, toma de datos y control final. (Imagen 5)



(Imagen 5)

Mantenimiento a bombas de agua

- Se checa baleros lado coplee y lado impulsor
- Cambio de baleros en caso de reparar
- Cambio de aceite
- Limpieza de la carcasa
- Cambio de sello mecánico
- Cambio de impulsor si está dañado
- Cambio del coplee FALK VOMEGA en caso que sea necesario
- Cambio de grasa en coplee

- Alineación de bomba y motor (Imagen 6)



(Imagen 6)

Mantenimiento a moto reductores

- Inspeccionar la estructura del reductor. Buscar condiciones que representen riesgo a la integridad estructural del equipo, tales como: tornillos flojos, elementos fisurados o partidos o faltantes, así como por corrosión excesiva. Reporte condiciones anómalas.
- inspeccione des alineamiento entre el Motor – Acople – Reductor , especialmente si detecta tornillos flojos, elementos fisurados, partidos o faltantes. Si detecta des alineamiento, repórtelo a su supervisor y acuerden las acciones correctivas a ejecutar.



(Imagen 7)

Otro punto importante todos estos equipos tienen una placa de datos importantes en donde se muestra en el Anexo (1)

Análisis Costo-Beneficio

Si bien es cierto, la inversión que se pretende hacer en el Departamento de caderas es un poco ambiciosa, también lo es la pretensión de alcanzar el máximo de tiempo disponible de la maquinaria ya que el departamento no cuenta con un PMP que permita disminuir en gran medida los paros no programados que afectan directamente la producción de cuadros y tableros de madera.

Cuando se habla de mantenimiento preventivo lo importante no es cuanto se invierte sino cuanto nos beneficiará a futuro con una maquinaria altamente disponible, para lo cual se necesita una inversión aproximada de \$17,500.00 pesos de mano de obra (Recuadro 1), entre ingeniero y técnicos de mantenimiento, otro punto a invertir es en la herramienta adecuada para el departamento de mantenimiento que aproximadamente Serían como \$19,614.00 pesos por única ocasión (Recuadro 2).

PUESTO	DIAS	SUELDO
Supervisor de control	7	\$ 3,850
Operador de control	7	\$ 3,200
Fogonero	7	\$ 2,500
Operador de maquinaria (playlober)	7	\$ 2,200

Operador de maquinaria (mini cargador)	7	\$ 2,200
Operador de sedimentador	7	\$ 1,950
Cenicero	7	\$ 1,600
Total por semana de mano de obra		17,500

(Recuadro 1)

En el recuadro anterior se presenta el sueldo aproximado que se pretende para los integrantes del departamento de mantenimiento y el sueldo a percibir por semana además de puestos a desempeñar.

Herramienta	Marca	Cantidad	Costo	Total
Llave mixta 5/16	Urrea	3	\$64.00	\$192.00
Llave mixta 7/16	Urrea	3	\$71.00	\$213.00
Llave mixta 1/2	Urrea	3	\$76.00	\$228.00
Llave mixta 9/16	Urrea	3	\$79.00	\$237.00
Llave mixta 5/8	Urrea	3	\$96.00	\$288.00
Llave mixta 11/16	Urrea	3	\$104.00	\$312.00
Llave mixta 3/4	Urrea	3	\$112.00	\$336.00
Llave mixta 13/16	Urrea	3	\$136.00	\$408.00
Llave mixta 7/8	Urrea	3	\$161.00	\$483.00
Llave mixta 1 pulg.	Urrea	3	\$76.00	\$228.00
Llave mixta 1 1/8	Urrea	3	\$289.00	\$867.00
Cola de rata 1 1/2	Urrea	3	\$45.00	\$135.00
Cola de rata de 1 1/8	Urrea	3	\$76.00	\$228.00
Pinza de presión	Urrea	3	\$130.00	\$390.00
Pinza mecánica	Urrea	3	\$184.00	\$552.00

Pistola de impacto con entrada de 1/2	Urrea	3	\$3,053.00	\$9,159.00
Gato de 12 toneladas	Urrea	3	\$307.00	\$921.00
Tijeras para corte de lamina	Urrea	3	\$120.00	\$360.00
Aro de segueta	Urrea	3	\$77.00	\$231.00
Martillo de bola	Urrea	3	\$135.00	\$405.00
Dado 30 mm entrada 1/2	Urrea	3	\$47.00	\$141.00
Desarmador plano	Urrea	3	\$20.00	\$60.00
Calibrador de hojas	Urrea	3	\$48.00	\$144.00
flexo metro de 5 mts	Urrea	3	\$30.00	\$90.00
Inyector de grasa	Urrea	3	\$165.00	\$495.00
Juego de llaves allen milimétricas	Urrea	3	\$39.00	\$117.00
Juego de llaves allen estándar	Urrea	3	\$57.00	\$60.00
Esmeril de banco	Urrea	3	\$485.00	\$1,455.00
Llave stilson de 24 pulg.	Urrea	3	\$293.00	\$879.00
Total			19,614.00	

(Recuadro 2)

En el recuadro anterior el precio aproximado de cada herramienta que es indispensable en el departamento de calderas para poder estar preparado por cualquier contingencia.

Refacciones	Marca	Cantidad mínima	Costo unitario	Costo total
Tensor gancho-argolla de diametro 5/16" galvanizado	Urrea	14	\$175.00	\$2,450.00
Nudo de acero galvanizado para cable 1/4"	Urrea	28	\$110.00	\$3,080.00
Cable 1/4" de acero galvanizado	Urrea	76 mts	\$1,420.00	\$1,420.00
Valvula check 1/2" INOX 316" 200 psi de columpio roscable	Urrea	3	\$1,500	\$4,500
Mazas para cople rex E5	Saci	1	\$800.00	\$800.00
Abrazadera u estándar 3/4" para tubo	Volteck	12	\$11.00	\$132.00
Arandela de presion 1" g-8	Generico	8	\$0.74	\$5.92
arandela plana 1" g-8	Generico	8	\$0.29	\$2.32
tuerca hexagonal 1" g-8	Fiero	8	\$54.00	\$432.00
tornillo hexagonal 1" x 5" g-8	Fiero	8	\$12.00	\$96.00

rodamiento 22215 EK/C3	Skf	1	\$680.00	\$680.00
rodamiento 22213 EK/C3	Skf	1	\$1000.00	\$1000.00
chumacera SKF SNA 511 completo	skf	2	\$600.00	\$1,000
Aceite 15w40	Mobil	5 litros	\$418.00	\$418.00
Aceite heavy medium	Mobil	5 litros	\$435.00	\$435.00
Aceite 2,20 sintetico	Mobil	5 litros	\$455.00	\$455.00
niple 1/2" x 6" ac cedula 80	Urrea	5	\$20.00	\$100.00
cople 1/2" roscable ac cedula 80	Genérico	5	\$12.00	\$60.00
manguera de acero inoxidable 304 flexible de 5/8" diametro nominal	Urrea	3	\$310.00	\$930.00
servicio de maquinado a sprocket de 14 dientes	Urrea	1	\$350.00	\$350.00
resorte de compresion para alta temperatura	Urrea	3	\$110.00	\$330.00
Total			\$18,676.24	

(Recuadro 3)

En el recuadro 3 se muestra algunas de las refacciones más importantes además de su clave, la cantidad necesaria y su costo aproximado en el mercado para tenerlo en almacén.

Además se realizaron listas de piezas utilizadas en cada equipo en donde se especifica cada uno de los componentes que conforman cada equipo como uno de ellos que son los ventiladores inducido, primario, secundario y neumático también conforman de motores trifásico, moto reductores y bombas de agua cada equipo hace funcionamiento en diferente área del departamento de calderas se encuentra en (Anexo 2)

La importancia del mantenimiento preventivo en el departamento de calderas nunca será menor ni se insistirá lo suficiente si se considera la importancia de una planta de equipos y máquinas confiables y completamente funcionales. El trabajo de reparación y los servicios de emergencia en el departamento de calderas pueden convertirse en una tarea costosa y pérdida de tiempo valioso.

El mantenimiento preventivo que incluya: evaluación del sistema, mediciones, ajustes y reemplazo de partes puede eliminar tiempos (muertos) de paro no programados en las operaciones de los sistemas.

Cuando se considera la relación entre pesos ganados durante el desempeño pico con los pesos perdidos durante las reparaciones no planeadas, el costo beneficio puede verse y claramente es a favor del mantenimiento preventivo. Siempre es beneficioso asegurarse de estar utilizando un personal de

mantenimiento capacitado adecuadamente para los equipos que existen en el departamento.

El seguir los protocolos industriales para el mantenimiento preventivo no requiere de un personal experto. Requiere supervisión y la capacidad de las personas que realizan el mantenimiento para acceder a la información actualizada en relación al procedimiento adecuado. Sin embargo, si el mantenimiento preventivo que se está realizando se contrata, es importante asegurarse que los individuos involucrados usen tecnologías aprobadas y actualizadas.

Un ingeniero de mantenimiento que siga la programación regular de reemplazo de partes y requisitos de reacondicionamiento lleva a un entorno laboral proactivo. Los sistemas y equipos que reciban mantenimiento preventivo constante durarán más que sus contrapartes.

Algunos estándares industriales en relación con este tipo de mantenimiento estructurado son:

- Recomendaciones OEM

- Opiniones expertas

- Registros de mantenimiento de equipo similar

➤ Resultados verificables e indicadores de desempeño

La implementación del mantenimiento preventivo en el departamento de calderas puede empezarse simplemente con una revisión diaria y actualización de los registros del sistema. Los registros que se lleven durante incluso períodos cortos de tiempo pueden crear las bases para anticipar fallas en los equipos a fin de prevenirlas. En una capacidad a largo plazo los beneficios financieros de cada tipo de medida preventiva pueden evaluarse y eliminarse si son justificados e incrementar además los dividendos por la inversión de los operadores del sistema.

El gerente de planta exitoso, lidera dando ejemplo y delega la responsabilidad al personal para que tomen decisiones productivas. La asignación del tiempo en una programación de producción para el mantenimiento preventivo permite que se implementen las mejores prácticas y desarrolla un entorno general de seguridad.

Inspección a Calderas

El presente trabajo contiene los aspectos y requerimientos mínimos necesarios para la elaboración del Informe de Inspección de Calderas, para alguno de los siguientes trámites: Autorización de Operación de Calderas, Renovación de Calderas o una Inspección Extraordinaria ya sea por anomalía, fuera de servicio u otro.

Datos Generales

A continuación se especifica la información que deberá suministrarse en las casillas correspondientes del formulario para presentación del Informe de Inspección de Calderas. (Recuadro 4)

Usuario:	Central Energética de Atoyac
Actividad(es):	Producción de alcohol de caña
Provincia, Cantón y Distrito:	Atoyac , Veracruz, México
Dirección:	Kilómetro 8 carretera Córdoba – Paso del Macho ver.
Página en Internet:	http://alcoholera-zapopan.com/
Permiso Sanitario de Funcionamiento:	30-uf12001-01
Nombre del operador de la caldera:	Rafael Romero Lavalle
Información del propietario o representante legal:	Othoniel Romero Garcia
Información del Responsable de Evaluación de Calderas:	Joaquín Gómez Lagunés

(Recuadro 4)

Datos de la Caldera

En este apartado especifica la siguiente información acerca de la caldera inspeccionada: (Recuadro 5)

Nombre o Marca:	Caldera AFC do Brasil
N° Fabrica o Serie:	129
Año de fabricación:	2007
Año de instalación:	2009
N° de Registro o Placa:	664006636115
Presión Máxima de Trabajo:	52 kgf/cm ²
Tipo de Caldera:	Acuatubular
Nombre con el que se le conoce en la empresa:	Caldera
Categoría:	A
Combustible:	Bagazo de caña con 52% H ₂ O

(Recuadro 5)

Resultados de la Inspección

Inspección general

Indica las condiciones en las que se encuentra el espacio donde se ubica la caldera ya sea el cuarto de calderas, compartimiento u otra locación. Donde cuenta aspectos como iluminación, escaleras, plataformas, piso, condiciones del tanque de combustible, puertas de emergencia, ventilación, limpieza y descripción de equipo. (Recuadro 6)

Instalaciones de trabajo	Condiciones	Calificación por %
Iluminación	Algunas lámparas no funcionan por falta de cambio de bombillas	80%
Escaleras	Están en muy buen estado	100%
Plataformas	Están en muy buen estado	100%

Piso	Están en muy buen estado	100%
Condiciones del tanque de combustible	No se utiliza porque la caldera se alimenta por medio de bagazo de caña pero está en perfectas condiciones	100%
Puertas de emergencia	Están en muy buen estado	100%
Ventilación	Está en perfectas condiciones ya que la caldera no se encuentra en una zona cerrada si no que está en el intemperie	100%
Limpieza	En esta área por el uso de bagazo el departamento de calderas no puede estar limpio se mantienen lo menos posible	70%

(Recuadro 6)

Inspección externa

En esta sección son las condiciones en las que se encuentran los accesorios (tubos indicadores de nivel, grifos de prueba, columnas de agua, controles de nivel de agua, alarmas, contadores de alto y bajo nivel, válvulas de purga, alimentación, válvulas de no retorno.) conexiones, si existe corrosión en el exterior de los domos o tubos, estado de techos, chimeneas, soportes de acero, tirantes y varillas de sujeción. (Recuadro 7)

Instalaciones de trabajo	Condiciones	Calificación por %
Tubos indicadores de nivel	No se ve perfecto el nivel de agua	80%
Grifos de prueba	Están en buenas condiciones	100%
Columnas de agua	Están en buenas condiciones	100%
Controles de nivel de agua	Están en buenas condiciones	100%
alarmas	Están en buenas condiciones	100%
Controles de alto y bajo nivel	Las variaciones están fallando	80%
Válvulas de purga	Están en perfectas condiciones	100%

Alimentación	Se alimenta en perfectas condiciones la caldera	100%
Válvulas de no retorno	Están en buenas condiciones	100%
Conexiones eléctricas	Algunos lámparas están sin funcionamiento	80%

(Recuadro 7)

En cuanto a las tuberías indican el estado del aislamiento, si presenta corrosión o fugas las válvulas debe detallar si hay presencia de óxido, depósito, sustancias extrañas o fugas. (Recuadro 8)

Instalaciones de trabajo	Existe corrosión	Calificación por %
Exterior de los domos o tubos	Si por el sitio en donde está colocada por el medio ambiente	80%
Estado de techos	Si algunas partes están agujeradas por lo mismo del medio ambiente en donde está ubicada	90%
Chimeneas	Si la chimenea esta desgastada por el tiempo de uso mismo	80%
Soporte de acero	Si por el uso del trabajo	70%
Tirantes y varillas de sujeción	Si un poco por uso mismo	90%

(Recuadro 8)

Indican si las líneas de purga se encuentran en la mampostería y si tienen corrosión si la caldera es de tubos de humo debe hacerse una revisión de contacto de flama sobre las placas secas libres de cordones de asbesto y si es acuatubular debe tener en cuenta el estado de alineamiento de la caldera.

(Recuadro 9)

Preguntas	respuesta
Indicar si las líneas de purga se encuentran en la mampostería y si tienen corrosión	Las líneas de purga se encuentran se encuentran con mampostería y si tienen corrosión por el medio ambiente
Tubería de humos	La tubería es de agua caliente y tienen cubierto de fibra de vidrio (aislante)
Si la caldera es acuatubular debe tomar en cuenta el estado de alimentación de la caldera	La caldera acuatubular de alimenta con 9 toneladas de bagazo de caña por hora

. (Recuadro 9)

Inspección Interna

Indica el estado del sobrecalentador, recalentador, economizador, accesorios, conexiones de vapor, conexiones de agua, purga y válvulas, detallando si se encontraron fugas o corrosión. (Recuadro 10)

Equipos de calderas	Descripción de daños
Sobre calentador	Estado general: Se presentó una ruptura en un elemento debido a un efecto de corrosión por una mala dosificación en los productos químicos
Recalentador	En buen estado sin daños al momento
Economizador	Está en buen estado sin daños al momento
Accesorios	Está en correcto funcionamiento
Conexiones de vapor	En general en buenas con ligeros arrastres de tratamiento químico
Conexiones de agua	Se utiliza el 50 % de agua de alimentación provienen de una planta desamilazadora en general tiene una deficiencia en el tratamiento químico que ya ha provocado fallas en el sistema o operación
Purga	Trabajando un 90% hace falta mantenimiento pues presentan ligeros pasos de líquidos
Válvulas	En buen estado sin daños al momento

(Recuadro 10)

Prueba hidrostática

Resultados de la prueba indicando la presión a la que se sometió la caldera en kPa, la caída de presión y cualquier otra observación.

- Se drenó el 100% del agua de la caldera y se vuelve a llenar, se efectúa la prueba hidrostática a 40 kg/cm² de presión sin observar fugas de agua, se despresuriza y se baja el nivel del 50%
- Cuando hacen prueba hidrostática con la secretaria de trabajo evalúan la prueba a 52 kg/cm² ya que así lo indica la norma Num 020 STPS

Prueba de vapor

Resultados de la prueba de vapor según corresponda el tipo de caldera se deben probar los siguientes elementos de control y protección: (Recuadro 11)

Preguntas de operación	Respuestas
Encendido y apagado del quemador o sistema de alimentación de energía según las variaciones de presión	Sistema automatizada varía la velocidad de alimentación de bagazo a la parrilla según sean las necesidades de presión
Encendido y apagado del sistema de alimentación de agua según el nivel de la misma dentro de la caldera	Sistema automático corresponde a un lazo de control que restablece la cantidad de agua necesaria según la cantidad de vapor generado
Secuencia y señalización de emergencia del sistema de protección por debajo de nivel de agua dentro de la caldera	Aparece una alarma de bajo nivel de la pantalla segundo antes que esta se apague la protección de la misma
Temperatura del combustible	Se utiliza combustible sólido (bagazo) el cual tiene una temperatura ambiente

Temperatura de los gases de salida en la chimenea	100 a 120 grados debido que pasa en un sistema separador de particular base húmedo y atraer de un economizador
---	--

(Recuadro 11)

Sistemas de seguridad

Condiciones en la que se encuentran las válvulas de seguridad , alarmas y los sistemas de seguridad por paro por falta de llama, falta de nivel de agua o alta presión y toda aquella información que considere pertinente. (Recuadro 12)

Equipos de seguridad	Condiciones en las que se encuentra
Válvula de seguridad	Valvula silenciadora : abre a 43.3 k Valvula de sobrecalentador: abre a 52 k Valvula del domo: 55 a 54 k
Alarmas	Están en buen estado
Sistema de seguridad por paro por falta de llama	Se enciende la alarma por baja presión por falta de combustible
Falta de nivel de agua o alta presión	Están operando en buenas condiciones

(Recuadro 12)

Modificaciones, Cambios y Reparaciones

Se detalla todas las modificaciones relevantes que se realizaron en el último año a la caldera así como un resumen de las pruebas realizadas para verificar el correcto funcionamiento de la caldera.

- Cambio de fruterío en el are de sobre calentador

- Cambio de curvas en el economizador

- Cambio de piso en el elevador de bagazo

- Cambio de soleras en los tres conductores, principal, elevador y retorno

- Cambio de duelas metálicas en conductores principal y elevador

- Cambio de cadena de transmisión

- Reductores y motores se mandaron a mantenimiento externo

- Cambio de cadena de arrastre en el sedimentador

- Cambio de duelas de madera, neopreno, y tornillería de acero inoxidable

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los sistemas de mantenimiento preventivo son aplicables a cualquier organización, y surge como necesidad de adelantarse a las fallas para evitar sobre costos por paro de maquinarias, incumplimiento en la entrega y daños graves en los componentes de la maquinaria.

El mantenimiento de equipos, infraestructura, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y a largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario sino también repercutirá en mejoras de producción, e índices de siniestralidad bajos.

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo requiere en términos generales la realización de los siguientes pasos:

- 1.- Inventario de equipos.
- 2.-Codificación de equipos.
- 3.-Definir rutinas y frecuencias.
- 4.-Descargar los datos en un sistema de información.
- 5.-Definir cronogramas de mantenimiento.

Las rutinas y frecuencias para las operaciones de mantenimiento se realizan basados en dos conceptos principales: la información proporcionada por el fabricante y la experiencia de los operadores.

Las fichas de instrucción e inspección son el resultado de todas las características consignadas de acuerdo a la máquina y el previo análisis entre información del fabricante y experiencia del operador.

El uso de sistemas de mantenimiento preventivo, minimiza el riesgo de falla y disminuyen los costos de operación comparado con operaciones del mantenimiento correctivo.

La responsabilidad y persistencia en la toma de datos de acuerdo a las funciones de mantenimiento preventivo permite generar presupuestos como medida de control financiero.

4.1 Resultados

Cronograma de mantenimiento preventivo diario de la maquinaria del departamento de calderas

Máquina	Tiempo	HORA												
		S	1	2	3	4	5	0	6	7	8	9	10	
Ventilador IDF	P		■											
	R													
Ventilador AR Primario - FDF	P			■										
	R													
Ventilador AR Secundario	P			■										
	R													
Ventilador P Neumático	P		■											
	R													
Motor Inducao- Gaola del Ventilador IDF	P			■										
	R													
Motor Inducao- Gaola del Ventilador AR Primario	P											■		
	R													
Motor Inducao – Gaola del ventilador Secundario	P				■									
	R													
Motor Inducao – Gaola del ventilador P Neumatico	P			■										
	R													
Motorreductor de bagazo número 1	P									■				
	R													
Motorreductor de bagazo número 2	P										■			
	R													
Motorreductor de bagazo número 3	P					■								
	R													
Bombas del agua lavador de ceniza número 1	P											■		
	R													
Bombas del agua lavador de ceniza número 2	P		■											
	R													
Motor Inducao- Gaola de la bomba lavador de ceniza número 1	P					■								
	R													
Motor Inducao- Gaola de la bomba lavador de ceniza número 2	P	■												
	R													
Bomba del agua lavador de ceniza numero 1	P									■				
	R													
Bomba del agua lavador de ceniza número 2	P		■											
	R													
Motor trifásico induction	P					■								
	R													

de la bomba lavador de ceniza 1	R																			
Motor trifásico induction de la bomba lavador de ceniza 2	P																			
	R																			
Mantenimiento semanal	P																			
	R																			
Mantenimiento semanal	P																			
	R																			

P = PROGRAMADO



R = REAL



MANTENIMIENTO SEMANAL



Cronograma de mantenimiento preventivo semanal a la maquinaria del departamento de calderas

Máquina	Tiempo	SEMANA					
		1	2	3	4	5	6
Ventilador IDF	P	■					
	R						
Ventilador AR Primario - FDF	P	■					
	R						
Ventilador AR Secundario	P		■				
	R						
Ventilador P Neumático	P		■				
	R						
Motor Inducao- Gaola del Ventilador IDF	P			■			
	R						
Motor Inducao- Gaola del Ventilador AR Primario	P			■			
	R						
Motor Inducao – Gaola del ventilador Secundario	P			■			
	R						
Motor Inducao – Gaola del ventilador P Neumatico	P			■			
	R						
Motorreductor de bagazo número 1	P				■		
	R						
Motorreductor de bagazo número 2	P				■		
	R						
Motorreductor de bagazo número 3	P				■		
	R						
Bombas del agua lavador de ceniza número 1	P	■					
	R						
Bombas del agua lavador de ceniza número 2	P	■					
	R						
Motor Inducao- Gaola de la bomba lavador de ceniza número 1	P			■			
	R						
Motor Inducao- Gaola de la bomba lavador de ceniza número 2	P			■			
	R						
Bomba del agua lavador de ceniza numero 1	P					■	
	R						
Bomba del agua lavador de ceniza número 2	P					■	
	R						
Motor trifásico induction de la bomba lavador de ceniza 1	P		■				
	R						
Motor trifásico induction de la bomba lavador de ceniza 2	P		■				
	R						
Mantenimiento mensual	P						■

	R								
Mantenimiento mensual	P								
	R								

P = PROGRAMADO



R = REAL



MANTENIMIENTO SEMANAL



Cronograma de mantenimiento preventivo mensual a la maquinaria del departamento de calderas

Máquina	Tiempo	SEMANA 1						SEMANA 2						SEMANA 3						SEMANA 4					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Ventilador IDF	P																								
	R																								
Ventilador AR Primario - FDF	P																								
	R																								
Ventilador AR Secundario I	P																								
	R																								
Ventilador P Neumático	P																								
	R																								
Motor Inducao-Gaola del Ventilador IDF	P																								
	R																								
Motor Inducao- Gaola del Ventilador AR Primario	P																								
	R																								
Motor Inducao – Gaola del ventilador Secundario	P																								
	R																								
Motor Inducao – Gaola del ventilador P Neumatico	P																								
	R																								
Motorreductor de bagazo número 1	P																								
	R																								
Motorreductor de bagazo número 2	P																								
	R																								
Motorreductor de bagazo número 3	P																								
	R																								
TSU JOAQUIN GOMEZ LAGUNES																									
Bombas del agua lavador de ceniza número 1	P																								
	R																								
Bombas del	P																								
	R																								

(Estos son los cronogramas de mantenimiento por hora, semana y mes con los que daremos un mantenimiento a cada equipo)

Costos de mantenimiento preventivo zafra 2017

EQUIPO	MARCA	ÁREA	CANTIDAD DE EQUIPOS	COSTO DE UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ventilador IDF	AFC do Brasil	Calderas	1	\$1300.00	\$1300.00
Ventilador AR Primario - FDF	AFC do Brasil	Calderas	1	\$1300.00	\$1300.00
Ventilador AR Secundario	AFC do Brasil	Calderas	1	\$1300.00	\$1300.00
Ventilador P Neumático	AFC do Brasil	Calderas	1	\$1300.00	\$1300.00
Motor Inducao-Gaola del Ventilador IDF con 2,20 volts.	WEG CE	Calderas	4	\$800.00	\$3,200.00
Motorreductor de bagazo,50 hz con potencia de 2,20 volts , lubricación de 150 vg 220 y con un peso de 149 kg	WEG CE	Calderas	4	\$800.00	\$3,200.00
Bombas del agua lavador de ceniza número 1, tamaño de la válvula de 2L 3X2-8	DURCO MEX	Calderas	2	\$650.00	\$1,300.00
Motor Inducao-Gaola de la bomba lavador de ceniza	WEG CE	Calderas	4	\$650.00	2,600.00
Bomba del agua lavador	GOULDN PUMPS	Calderas	2	\$700.00	\$1400.00

de ceniza numero 1 750-D186					
TOTAL				\$16,900.00	

Son los resultados de mantenimiento preventivo de los equipos de la zafra anterior 2017 que demuestra un poco más de inversión

Costos de mantenimiento preventivo zafra 2018

EQUIPO	MARCA	ÁREA	CANTIDAD DE EQUIPOS	COSTO DE UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ventilador IDF	AFC do Brasil	Calderas	1	\$1000.00	\$1000.00
Ventilador AR Primario - FDF	AFC do Brasil	Calderas	1	\$1000.00	\$1000.00
Ventilador AR Secundario	AFC do Brasil	Calderas	1	\$1000.00	\$1000.00
Ventilador P Neumático	AFC do Brasil	Calderas	1	\$1000.00	\$1000.00
Motor Inducao-Gaola del Ventilador IDF con 2,20 volts.	WEG CE	Calderas	4	\$600.00	\$2400.00
Motorreductor de bagazo,50 hz con potencia de 2,20 volts , lubricación de 150 vg 220 y con un peso de 149 kg	WEG CE	Calderas	4	\$600.00	\$2,400.00
Bombas del agua lavador de ceniza número 1, tamaño de la válvula de 2L 3X2-8	DURCO MEX	Calderas	2	\$500.00	\$1000.00
Motor Inducao-Gaola de la bomba lavador de ceniza	WEG CE	Calderas	4	\$550.00	\$2,200.00
Bomba del agua lavador	GOULDN PUMPS	Calderas	2	\$400.00	\$800.00

de ceniza numero 1 750-D186					
TOTAL				\$12,800.00	

Aquí comparamos con nuestro mantenimiento preventivo el costo menos ala de la inversión anterior tomando en prueba nuestro mantenimiento planeados para los equipos del departamento.

La fórmula para calcular el costo de mantenimiento del inventario (CMI) seria:

$$CMI = U \times Cu = CT$$

U = Unidades

CU = Costo Unitario

CT = Costo Total

4.2 Trabajos Futuros

El presente proyecto que se realizó, se quedó como prueba piloto para su aplicación en todo el departamento, puesto que cabe mencionar que solo se aplicó al área de calderas.

- Desarrollar bitácoras de mantenimiento para los equipos ya que no conllevan con un registro
- Implementar el tiempo definido para la realización de actividades en el área
- Realizar cada 4 meses una inspección a la caldera para tener en cuenta el estado en que se encuentra

4.3 Recomendaciones

Se recomienda que la empresa Central Energética de Atoyac se resuelva el problema de las actividades de mantenimiento ya que son necesarias para la vida útil de los equipos y así proporcionar la inspección en la caldera que es muy importante para su correcto funcionamiento.

ANEXO (1) ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

Especificaciones del ventilador inducido

DATOS TECNICOS DEL VENTILADOR INDUCIDO		
Temperatura	25	°c
Altura	700	m
Pressao barométrica	699	mmHg
Densidad de gas	0,79	Kg/m3
rotacao	700	Rpm
Rotacao critica	1053,8	Rpm
Relacao de critica	0,58	
Velocidad de periférica	72,81	m/s
consumo	142,74	Hp
Consumo a 20 c	188,58	Hp
Rendimiento estática	84	%
Go2	3045	Kgf.m2
Torque de registro	13	Kgf.m
Forca de abertura	81,2	Kgf
Carga estática sem motor	8952	Kgf
Carga estática c/motor	8205	Kgf
Posicao constructiva	Ccw-315/cx-360	
Intervalo de lubricación	1440	horas
Quantidade	01 conjunto	

Especificaciones del ventilador primario

DATOS TECNICOS DEL VENTILADOR PRIMARIO		
Temperatura	25	°c
Altura	700	m
Presión barométrica	699	mmHg
Densidad de gas	1,05948	Kg/m3
Rotación	1,180	Rpm
Rotación critica	1,883,5	Rpm
Relación de critica	0,63	
Velocidad de periférica	83,23	m/s
consumo	37,02	Hp
Consumo a 20 c	37,65	Hp
Rendimiento estática	84,4	%
Go2	75	Kgf.m2
Torque de registro	3	Kgf.m
Horca de abertura	14,1	Kgf
Carga estática sin motor	2,622	Kgf
Carga estática c/motor	3,050	Kgf
Posición constructiva	CCW-0º	
Intervalo de lubricación	710	horas
Cantidad	01 conjunto	

Especificaciones del ventilador secundario

DATOS TECNICOS DEL VENTILADOR SECUNDARIO		
Temperatura	25	°c
Altura	700	m
Presión barométrica	699	mmHg
Densidad a 25 c a 700m	1,08948	Kg/m3
Rotación	1,180	Rpm
Rotación critica	2,043,8	Rpm
Relación de critica	0,58	
Velocidad de periférica	90,88	m/s
Consumo a 25 c a 700m	67,18	Hp
Consumo a 20 c	68,33	Hp
Rendimiento estática	84,7	%
Go2	260	Kgf.m2
Torque de registro	6,5	Kgf.m
Horca de abertura	15	Kgf
Carga estática sin motor	2300	Kgf

Carga estática c/motor	2780	Kgf
Posición constructiva	Ccw-0	
Intervalo de lubricación	1160	horas
Cantidad	01 conjunto	

Especificaciones del ventilador neumático

DATOS TECNICOS DEL VENTILADOR NEUMATICA		
Temperatura	25	°c
Altura	700	m
Presión barométrica	899	mmHg
Densidad a 25 c a 700m	1,0895	Kg/m3
Rotación	1760	Rpm
Rotación critica	2853	Rpm
Relación de critica	0,62	
Velocidad de periférica	83.47	m/s
Consumo a 25 c a 700m	14.89	Hp
Consumo a 20 c	15.15	Hp
Rendimiento estática	79	%
Go2	27	Kgf.m2
Torque de registro	1	Kgf.m
Horca de abertura	7.8	Kgf
Carga estática sin motor	827	Kgf
Carga estática c/motor	938	Kgf
Posición constructiva	Cw-0	
Intervalo de lubricación	900	horas
Cantidad	01 conjunto	

Especificaciones de los motores de los ventiladores

MOTORES TRIFÁSICOS DE LOS VENTILADORES	
ESPECIFICACION	VALOR
Frecuencia nominal	60 hz
Voltaje de línea nominal	220 vrms
Numero de polos	6
Factor de potencia	0.86 volts
Corriente nominal	32.2 A
Potencia nominal	86kw
Peso	423 kg

Especificaciones de los reductores

REDUCTORES DE BAGAZO	
ESPECIFICACION	VALOR
Potencia	2,20 v
Reducao real	194,6
Lubricante	150 VG 220
Peso	149 KG

Especificaciones de los motores de los reductores

MOTORES TRIFÁSICOS DE LOS REDUCTORES DE BAGAZO	
ESPECIFICACION	VALOR
Frecuencia nominal	50 HZ
Voltaje de línea nominal	220 vrms
Numero de polos	
Factor de potencia	0.86
Corriente nominal	4914 A
Potencia nominal	90 kw
Peso	104 kg

Especificaciones de las bombas de agua

MOTORES TRIFÁSICOS DE LAS BOMBAS DE SEDIMENTADOR	
ESPECIFICACION	VALOR
Frecuencia nominal	60 HZ
Voltaje de línea nominal	230/460 vrms
Numero de polos	2
Factor de potencia	20 volts

Corriente nominal	99 A
Potencia nominal	15 kw
Peso	144 kg

Especificaciones de los motores de las bombas

ESPECIFICACIONES DE LAS BOMBAS LAVADORAS DEL SEDIMENTADOR
6 PM
200 RPM
1200 NUMS
750-A186

ANEXO (2) PIEZAS DE LOS EQUIPOS

Lista de piezas del ventilador inducido del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Pernos	1
2	Perno CB 3B	1
3	Puerta de inspección	1
4	Placa de identificación	1
5	Brida prensado	1
6	Contra fl. Prensado	1
7	Caballote	1
8	Rotor	1
9	Cono aspirante	1
10	Dreno	1
11	Flange Aspirante	1
12	Antiparas de ruido	1
13	Brida con pantalla	1
14	Registro rodial	1
15	Carcasa	1
16	Sello simple	1
17	Anillo de bloqueo	1
18	Buje cónico	1
19	Rodamiento	1
20	Cojinete – VED. TA	1
21	Axis	1
22	Protección del acoplamiento	1
23	Acoplamiento tipo T10	1
24	Calzado lado motor	1
25	Base única	1

Lista de piezas del ventilador primario del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Pernos	1
2	Perno CB 3B	1
3	Puerta de inspección	1
4	Placa de identificación	1
5	Brida prensado	1
6	Contra fl. Prensado	1
7	Caballote	1
8	Rotor	1
9	Cono aspirante	1
10	Dreno	1
11	Flange Aspirante	1
12	Antiparas de ruido	1
13	Brida con pantalla	1
14	Registro rodial	1
15	Carcasa	1
16	Sello simple	1
17	Anillo de bloqueo	1
18	Buje cónico	1
19	Rodamiento	1
20	Cojinete – VED. TA	1
21	Axis	1
22	Protección del acoplamiento	1
23	Acoplamiento tipo T10	1
24	Calzado lado motor	1
25	Base única	1

Lista de piezas del ventilador secundario del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Pernos	1
2	Perno CB 3B	1
3	Puerta de inspección	1
4	Placa de identificación	1
5	Brida prensado	1
6	Contra fl. Prensado	1
7	Caballote	1
8	Rotor	1
9	Cono aspirante	1
10	Dreno	1
11	Flange Aspirante	1
12	Antiparas de ruido	1
13	Brida con pantalla	1
14	Registro rodial	1
15	Carcasa	1
16	Sello simple	1
17	Anillo de bloqueo	1
18	Buje cónico	1
19	Rodamiento	1
20	Cojinete – VED. TA	1
21	Axis	1
22	Protección del acoplamiento	1
23	Acoplamiento tipo T10	1
24	Calzado lado motor	1
25	Base única	1

Lista de piezas del ventilador neumático del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Pernos	1
2	Perno CB 3B	1
3	Puerta de inspección	1
4	Placa de identificación	1
5	Brida prensado	1
6	Contra fl. Prensado	1
7	Caballote	1
8	Rotor	1
9	Cono aspirante	1
10	Dreno	1
11	Flange Aspirante	1
12	Antiparas de ruido	1
13	Brida con pantalla	1
14	Registro rodial	1
15	Carcasa	1
16	Sello simple	1
17	Anillo de bloqueo	1
18	Buje cónico	1
19	Rodamiento	1
20	Cojinete – VED. TA	1
21	Axis	1
22	Protección del acoplamiento	1
23	Acoplamiento tipo T10	1
24	Calzado lado motor	1
25	Base única	1

Lista de piezas de los motores trifásicos del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Placa de bornes	1
2	Estator	1
3	Rotor	1
4	Rodamiento	1
5	Ventilador	1
6	Eje	1
7	Bobinado	1
8	carcasa	1

Lista de piezas de los bombas de agua del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Manguera	1
2	Polea	1
3	Sello	1
4	Rotor	1
5	Salida al bloque	1
6	Viene del radiador	1
7	Correa del ventilador	1

Lista de piezas de los reductores del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Eje de velocidad	1
2	carcasa	1
3	Pines de eje de velocidad	8
4	Balinera	1
5	Casquillos de eje de baja velocidad	8
6	Espaciador	1
7	Discos cicloidales	2

8	Balnera eccentrica	1
9	Pines de casquillos	15
10	Cascasa de pines	8
11	Tapadera posterior	1
12	Eje de alta velocidad	1

Lista de piezas del ventilador inducido del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Pernos	1
2	Perno CB 3B	1
3	Puerta de inspección	1
4	Placa de identificación	1
5	Brida prensado	1
6	Contra fl. Prensado	1
7	Caballote	1
8	Rotor	1
9	Cono aspirante	1
10	Dreno	1
11	Flange Aspirante	1
12	Antiparas de ruido	1
13	Brida con pantalla	1
14	Registro rodial	1
15	Carcasa	1
16	Sello simple	1
17	Anillo de bloqueo	1
18	Buje cónico	1
19	Rodamiento	1
20	Cojinete – VED. TA	1
21	Axis	1
22	Protección del acoplamiento	1
23	Acoplamiento tipo T10	1
24	Calzado lado motor	1
25	Base única	1

Lista de piezas del ventilador primario del departamento de calderas

NUMERO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Pernos	1
2	Perno CB 3B	1
3	Puerta de inspección	1
4	Placa de identificación	1
5	Brida prensado	1
6	Contra fl. Prensado	1
7	Caballote	1
8	Rotor	1
9	Cono aspirante	1
10	Dreno	1
11	Flange Aspirante	1
12	Antiparas de ruido	1
13	Brida con pantalla	1
14	Registro rodial	1
15	Carcasa	1
16	Sello simple	1
17	Anillo de bloqueo	1
18	Buje cónico	1
19	Rodamiento	1
20	Cojinete – VED. TA	1
21	Axis	1
22	Protección del acoplamiento	1
23	Acoplamiento tipo T10	1
24	Calzado lado motor	1
25	Base única	1

BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Calidad de Juray, 5ª Edición. Joseph M. Juran, A. Blanton Godfrey. Editorial: Mc Graw Hill.
- Calidad: Modelo ISO 9001 Versión 2000. Albert Badía Giménez. Editorial: Deusto
- ISO 9000, Manual de Sistema de Calidad, 4ª Edición. David Hoyle . Editorial: Paraninfo.
- La Norma ISO 9001:2000, Resumen para Directivos. Soluciona.
- ISO 9001:2000 An A-Z Guide. David Hoyle. Editorial: BH.
- Ingeniería de Mantenimiento, Técnicas y Métodos de Aplicación a la fase operativa de los equipos. Adolfo Crespo Márquez, Pedro Moreu de León, Antonio Sánchez Herguedas. Ediciones: AENOR.
- Norma UNE-EN ISO 9001:2000: Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos
- Norma UNE-EN 13306:2002: Terminología del Mantenimiento.
- Norma UNE-EN 13460: 2003: Documentos para el Mantenimiento.