



Trabajo Diploma

TÍTULO: Mejora al Sistema actual de mantenimiento en las área de Generación de Vapor y Casa Caldera Empresa Azucarera “5 de Septiembre.”

AUTOR:
José Cecilio García Fernández

TUTOR
Ing. José F. García Castellón

Sede Universitaria 5 de Septiembre

PENSAMIENTO

**SOLO RENUNCIAN A LA CALIDAD LOS QUE NO LA POSEEN NI TIENEN
VOLUNTAD PARA ALCANZARLA.**

CHÉ



DEDICATORIA

- 🍷 *A la Revolución por haberme dado la posibilidad de desarrollarme como profesional.*
- 🍷 *A la persona que me hace feliz, mi esposa.*
- 🍷 *A ellos que siempre han deseado lo mejor para mí y que han sabido guiarme por el camino del conocimiento para hacerme comprender que es la única vía del éxito.*
- 🍷 *A todos los que de una forma u otra han aportado su granito en la realización de nuestros sueños.*

AGRADECIMIENTOS

🌿 *Se me hace difícil en tan poco espacio, agradecer, luego del deber cumplido a tantas personas que diversas formas me apoyaron, impulsaron y establecieron vínculos con mi vida estudiantil y laboral. A todos ellos gracias por su incondicionalidad, aún cuando no puedan estar presentes.*

🌿 *Agradezco a mi tutor por su paciencia, colaboración por haberme brindado sus conocimientos para ponerlos en función de mi formación profesional y laboral.*

🌿 *A quienes ni en mil vidas podría pagarles sus sacrificios y desvelos, a mi madre y mi esposa, por confiar en mí.*

A todos muchas gracias

RESUMEN

Durante los dos últimos años en el periodo activo del área Generación de Vapor y Casa Caldera de la Empresa Azucarera "5 de Septiembre" se ha venido incrementando el tiempo perdido por roturas e interrupciones operativas, esta ha estado motivada fundamentalmente por deterioro de los equipos o la mala operación de estos, la calidad de reparaciones, la llegada impuntual de los recursos con que se repara, las condiciones con las cuales se acometen estos trabajos, etc.

Este incremento de tiempo perdido en operaciones genera una serie de problemas que influyen en todo el proceso fabril, como por ejemplo la caída de presión de vapor, la disminución de generación de electricidad, la disminución de los niveles de combustible principal (bagazo), la interrupción en los procesos tecnológicos de la fabricación del azúcar.

Índice.

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| Capítulo I..... | 11 |
| 1.1 Conceptos básicos sobre los tipos de mantenimientos | 15 |
| 1.1.2 ¿Qué es mantenimiento?..... | 15 |
| 1.1.3 Misión del Mantenimiento | 16 |
| 1.2 Funciones generales y principales del Mantenimiento..... | 16 |
| 1.3 Los tipos o categorías de mantenimiento | 17 |
| 1.4 Mantenimiento correctivo..... | 17 |
| 1.4.1 Características: | 17 |
| 1.4.2 Condiciones para aplicarlo: | 17 |
| 1.4.3 Se clasifica en dos grupos: | 18 |
| 1.5 Mantenimiento preventivo..... | 18 |
| 1.5.1 Características: | 18 |
| 1.5.2 Objetivos que persigue: | 18 |
| 1.6 Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) | 19 |
| 1.6.1 Los servicios técnicos..... | 19 |
| 1.6.2 Las reparaciones programadas en el (MPP) | 20 |
| 1.7 Mantenimiento Preventivo Condicional (MPC)..... | 21 |
| 1.7.1 Las ventajas de este tipo de mantenimiento se pueden enumerar como: | 21 |
| 1.8 Mantenimiento Predictivo | 22 |
| 1.9 Mantenimiento Proactivo | 22 |
| 1.10 Sistema de Gestión de Mantenimiento SGM: | 23 |
| 1.11 Características de la industria azucarera que hace peculiarmente importante el mantenimiento. | 24 |
| 1.11.1 Zafra: | 26 |
| 1.11.2 Limpieza General del Ingenio: | 26 |
| 1.11.3 Desarme: | 26 |
| 1.11.4 Etapa Inactiva: | 26 |
| 1.11.5 Reparaciones: | 26 |
| 1.11.6 Prueba: | 27 |
| 1.11.7 Ajustes: | 27 |
| 1.12 Mantenimiento en Operación | 27 |
| 1.12.1 M1 Libro de Incidencias..... | 28 |
| 1.12.2 Inspecciones Técnicas por Turno | 28 |
| 1.12.3 M2 Libro de Trabajos pendientes..... | 28 |
| 1.12.4 Paradas programadas para Mantenimiento:..... | 29 |
| 1.12.5 M4 Solicitud de Trabajo al Taller: | 30 |
| 1.12.6 M5 Control de Repuestos Críticos y Básicos: | 30 |
| 1.12.7 M6 Pasaporte del Equipo: | 30 |
| 1.12.8 M12 Orden de Trabajo de Mantenimiento: | 30 |
| 1.13 Mantenimiento en operaciones interrumpidas (M.O.I). | 31 |
| 1.13.1 Aspectos del M.O.I.: el Sistemático y el Coordinado | 31 |
| Capítulo II..... | 33 |
| 2.2 Caracterización Actual del área de Generación de Vapor | 34 |
| 2.3 FUNCIONES DEL AREA | 34 |
| 2.4 EQUIPAMIENTO BÁSICO. | 36 |
| 2.5 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS | 38 |

| | |
|--|----|
| 2.5.1 Críticos. | 38 |
| 2.5.2 Fundamentales. | 39 |
| 2.5.3 Convencionales. | 39 |
| 2.6 Tipo de Mantenimiento actual que se aplica en el área. | 40 |
| 2.6.1 Mantenimiento correctivo. (Programado) | 40 |
| 2.6.2 Mantenimiento preventivo. Planificado (MPP)..... | 40 |
| 2.6.3 Mantenimiento predictivo o basado en la condición:..... | 40 |
| 2.7 Requisitos a tener en cuenta en la ejecución de inspecciones técnicas: | 41 |
| 2.8 Mantenimiento en operación interrumpida. (MOI). Se divide en: | 43 |
| 2.8.1 MOI sistemático: | 43 |
| 2.8.2 MOI. Coordinado: | 44 |
| 2.10 Caracterización Actual del área de Casa Caldera..... | 45 |
| 2.10.1 Funciones de la Casa Caldera..... | 45 |
| 2.10.2 EQUIPAMIENTO BÁSICO. | 46 |
| 2.10.3 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS | 53 |
| 2.10.3.1 Críticos. | 53 |
| 2.10.3.2 Fundamentales. | 53 |
| 2.10.3.3 Convencionales..... | 55 |
| 2.11 INTRODUCIMOS LA PARTE ECONOMICA DEL AÑO 2009..... | 60 |
| Capitulo III | 62 |
| 3.1. Introducción..... | 62 |
| 3.2 Propuestas..... | 62 |
| 3.3. Ciclo del Mantenimiento Predictivo..... | 64 |
| 3.4 Requisitos básicos para la mejora del sistema..... | 67 |
| 3.5. Técnicas de diagnóstico..... | 68 |
| 3.6 Tipos de técnicas de diagnósticos..... | 69 |
| 3.6.1 Análisis de vibraciones, Vibrotest 60:..... | 69 |
| 3.6.2 Medición de temperatura a distancia por infrarrojo. | 70 |
| 3.6.3 Tacómetro digital a distancia..... | 70 |
| 3.6.4 Medidor de espesores. | 71 |
| 3.6.5 Análisis por ultrasonido..... | 71 |
| 3.6.6 Análisis de termografía..... | 71 |
| 3.7 Análisis del Rendimiento Operacional | 71 |
| 3.8 Análisis de vibraciones..... | 72 |
| 3.9 Aplicación de los Medios de Diagnóstico. | 73 |
| 3.9.1 A los motores se le controla | 73 |
| 3.9.2 A los reductores se le controla:..... | 73 |
| 3.10 INFORME DEL DIAGNOSTICO ZAFRA 2010 | 74 |
| 3.11 Análisis Económico de las Reparaciones año 2009 y 2010 | 75 |
| Conclusiones Generales..... | 79 |
| RECOMENDACIONES | 81 |
| BIBLIOGRAFIA | 82 |
| ANEXOS | |

INTRODUCCIÓN

El sector azucarero viene realizando una serie de transformaciones desde hace algunos años y una de ellas está relacionada con el Mantenimiento donde han aparecido nuevos conceptos, como son el Plan de Mantenimiento Anual y las Reparaciones Continuas

Conceptos estos que están cambiando la mentalidad del personal que se dedica al Mantenimiento de los centrales esto a traído a su vez otros conceptos y otras formas de ver las diferentes etapas del año azucarero, indiscutiblemente aunque siempre en sentido general se le hace rechazo a los cambios se esta viendo con ejemplos concretos los beneficios de esta nueva línea de trabajo en el mantenimiento.

En la última década se ha estado implementando en la industria una estrategia de Mantenimiento a través de las Técnicas Predictivas, pero fundamentadas en mantenimiento por avería fundamentado en no poseer equipos de diagnósticos no destructivos para aumentar la vida de los componentes de los Equipos, aumentando así su disponibilidad, aumento de la Productividad y bajos costo por Mantenimiento.

Durante años se ha realizado un trabajo de mantenimiento fundamentado en el periodo de reparaciones que estaba enmarcado en los meses de no zafra (Septiembre-Noviembre). Todo esto traía como consecuencia el alto costo del mantenimiento ya que se realizaba un desarme y reparación total de todos los equipos.

En el área de Generación de Vapor y Casa Caldera de la Empresa Azucarera “5 de Septiembre” se presenta como situación problemática : Que no se aplica con el rigor necesario el plan de Mantenimiento Anual o Reparaciones Continuas, por lo que no es posible corregir a tiempo los defectos técnicos de los equipos, de forma tal que esto afecta su estado técnico y su disponibilidad de producción, terminando la zafra con un alto tiempo perdido por roturas y bajo por ciento de avance en las reparaciones.

SITUACION PROBLEMICA

El actual sistema de organización del mantenimiento en las áreas de Generación de Vapor y Casa Caldera ha ocasionado reiteradas roturas imprevistas y significativo tiempo perdido en zafra.

| No | Áreas | Tiempo Perdido en horas | |
|----|---------------------|-------------------------|-------|
| | | 2009 | 2010 |
| 1 | Generación de Vapor | 51.16 | 30.20 |
| 2 | Casa de Calderas | 24.20 | 16.30 |

PROBLEMA CIENTIFICO

La falta de la aplicación de un mantenimiento más acorde al adelanto actual en esta actividad, que nos permita mediante los equipos de diagnostico tener certeza de la situación en que se encuentra el estado técnico de los equipos. El sistema del modelaje de control existente, no se corresponde con la operatividad del mantenimiento en la zafra

Objetivo general:

Mejorar el sistema de mantenimiento actual en las áreas de Generación de Vapor y Casa Caldera con el fin de disminuir las incidencias de las roturas en el tiempo perdido.

Objetivos específicos

1. Desarrollar el marco teórico basado en una revisión bibliográfica que aborda las particularidades referidas al tema de la investigación, tanto nacional como internacional y específicas del sector azucarero.
2. Diagnosticar la situación actual para conocer el comportamiento de los principales equipos que provocan un alto tiempo perdido durante la zafra
- 3.- Proyectar las mejoras al sistema de mantenimiento.
- 4.- Estimar los beneficios a la mejora proyectada.

Hipótesis de la Investigación:

La mejora al sistema de mantenimiento en las áreas de Generación de Vapor y Casa Caldera de la Empresa Azucarera “5 de Septiembre”, a través de la combinación de varios métodos y herramientas de diagnóstico, organización y planificación, que contribuirá a la disminución de las pérdidas de tiempo por roturas imprevistas en tiempo de zafra

Para lograr estos objetivos específicos la investigación se proponen estructurarlo en 3 capítulos:

- **Capítulo I:** Brindar la teoría necesaria referente a la evolución del proceso de mantenimiento en el ámbito mundial, y las particularidades del sector azucarero.
- **Capítulo II:** Realizar caracterización general del área de Generación de Vapor y Casa Caldera de la Empresa Azucarera “5 de Septiembre”, realizar diagnóstico sobre la base de datos obtenidos de la norma técnica 37 y en la hoja de incidencia del Programa de Main Pack para determinar los equipos que mayor incidencia tuvieron en el tiempo perdido industrial.
- **Capítulo III:** Realizar mejora a la propuesta de introducir el sistema de mantenimiento predictivo como alternativa de aplicación del mantenimiento, que permitan la toma de decisiones para minimizar los costos en la actividad, y disminuir el tiempo perdido por roturas y los gastos de mantenimiento.

Capítulo I

Estado actual de la teoría y la práctica sobre el tema en investigación

Introducción

El sector azucarero viene realizando una serie de transformaciones desde hace algunos años y una de ellas está relacionada con el mantenimiento donde han aparecido nuevos conceptos, como son las y el **Plan de Mantenimiento anual** o **Reparaciones Continuas**.

Conceptos estos que están cambiando la mentalidad del personal que se dedica al mantenimiento de los centrales, esto a traído a su vez otros conceptos y otras formas de ver las diferentes etapas del año azucarero, indiscutiblemente se le hace rechazo a los cambios que se han producido en esta nueva línea de trabajo en el mantenimiento.

Todo proceso de elaboración industrial tiene necesariamente que conducirse de modo tal que se logre en el mismo una alta eficiencia, logrando que los costos sean solo los necesarios, la industria azucarera no esta ajena a este criterio y por ello el mantenimiento tiene una incidencia fundamental en este proceso.

Al abordar el estudio de este tema deben tenerse en cuenta factores relativos a la selección del tipo de mantenimiento que se va aplicar.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico-industrial de la humanidad. Al fin del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo efectivo de operación. Con lo ocurrido en la primera Guerra Mundial y la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y, en consecuencia, sintieron la necesidad de crear equipos que pudiesen efectuar reparaciones en las máquinas en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era de ejecución del mantenimiento, hoy conocida como **Correctivo**.

Esa situación se mantuvo hasta la década de 30, cuando, en función de la segunda Guerra Mundial y de la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la administración industrial pasó a preocuparse, no solo en corregir fallas, sino evitar que ellas ocurriesen, y el personal técnico de mantenimiento pasó a practicar el proceso de **Prevención** de averías que, juntamente con la corrección, completaban el cuadro de mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de operación.

A partir de 1966, con la difusión de las computadoras, el fortalecimiento de las Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, formados al fin del período anterior, y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la Ingeniería de Mantenimiento pasó a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, buscando la optimización de la actuación de las equipes de ejecución de mantenimiento. Eses criterios, conocidos como **Mantenimiento Predictivo** o **Previsivo**, fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento automatizados, reduciendo los cargos burocráticos de los ejecutantes de mantenimiento. En algunas empresas, los especialistas de esa área, pasaron a componer un órgano de asesoramiento de alto nivel a la supervisión de rango superior, de producción.

A partir de 1980 y hasta hoy día, con el desarrollo de las computadoras personales, a costes reducidos y lenguajes simples, los órganos de mantenimiento pasaron a desarrollar y procesar sus propios programas, eliminando los inconvenientes de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos para la atención a sus prioridades de procesamiento de las informaciones por la computadora central, además de las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades para el analista de sistemas, ni siempre familiarizado con la área de mantenimiento. Sin embargo es recomendable que esas computadoras personales hagan parte de la red de computadoras de la empresa, posibilitando que sus informaciones queden disponibles para los otros órganos así como recibir informaciones de otros sistemas de gestión (material, compras, contabilidad, financiero, control patrimonial, recursos humanos, control de calidad, nuevos proyectos y seguridad industrial).

Bajo el aspecto tecnológico, el desarrollo del mantenimiento presenta cinco etapas conocidos como: *Escuela Latina* (Francia en promedio de los años 60), *Investigaciones Rusas* (Rusia en el fin de la década de 60), *Terotecnia* (Inglaterra en el inicio de los años 70), *TPM - "Total Productive Maintenance"* (Mantenimiento Productivo Total) - Japón en el inicio de la década de 70) y *Análisis y Diagnóstico del Mantenimiento* (Estados Unidos - promedio de la década de 80).

La **Escuela Latina** presupone que el aumento de la productividad de las empresas es obtenido a través del Mantenimiento que, con el apoyo de un Sistema informatizado y integrado, moviliza los recursos y trabajo en equipos de varios segmentos y diferentes niveles de jerarquía motivados y coordinados segundo una misma dirección, o sea, el Mantenimiento coordina grupos de trabajo en diversos niveles de supervisión buscando mayor eficiencia y disponibilidad de los equipos.

En las **Investigaciones Rusas** es creado el concepto de "*Ciclo de Mantenimiento*", definido como el intervalo comprendido entre dos "*Revisiones Generales*" que abarcan todos los trabajos de ajustes y sustituciones ejecutados durante ese período. Entre dos "*Revisiones Generales*" son intercaladas inspecciones sistemáticas de detección de averías o verificaciones diversas. Esta teoría desarrollo para el llamado Mantenimiento Selectivo y, mas adelante para el Mantenimiento Predictivo.

La **Terotecnia** es la alternativa técnica capaz de combinar los medios financieros, estudios de fiabilidad, evaluaciones técnico-económicas y métodos de gestión de modo a obtener ciclos de vida de los equipos cada vez menos dispendiosos. Según este concepto, el corazón de los Sistema Terotecnológico esta en el mantenimiento.

En el **TPM** se busca la mejor tasa de utilización de los equipos, a evaluación de los costos totales de los equipos en función del tiempo y de la incidencia de las intervenciones en el costo de sus ciclos de vida, la extensión de intervenciones y otras áreas (particularmente la operación) y la participación de todas las áreas en la búsqueda de mejoras de la productividad.

El **Análisis y Diagnóstico** es un proceso emergente en el campo de la Gestión de Mantenimiento. Consiste en formar un grupo de trabajo de la propia empresa que, asesorado o no por consultores externos, evalúa la situación de los diversos aspectos de Gestión del Mantenimiento y otras áreas a ella relacionadas (operación, material, compras etc.), buscando a establecer los medios y recursos necesarios para una adecuación al proceso de evolución de la empresa buscando su mejor competitividad en el mercado.

Otros estudiosos enmarcan el desarrollo del mantenimiento en 3 etapas coincidentes con las etapas del desarrollo industrial.

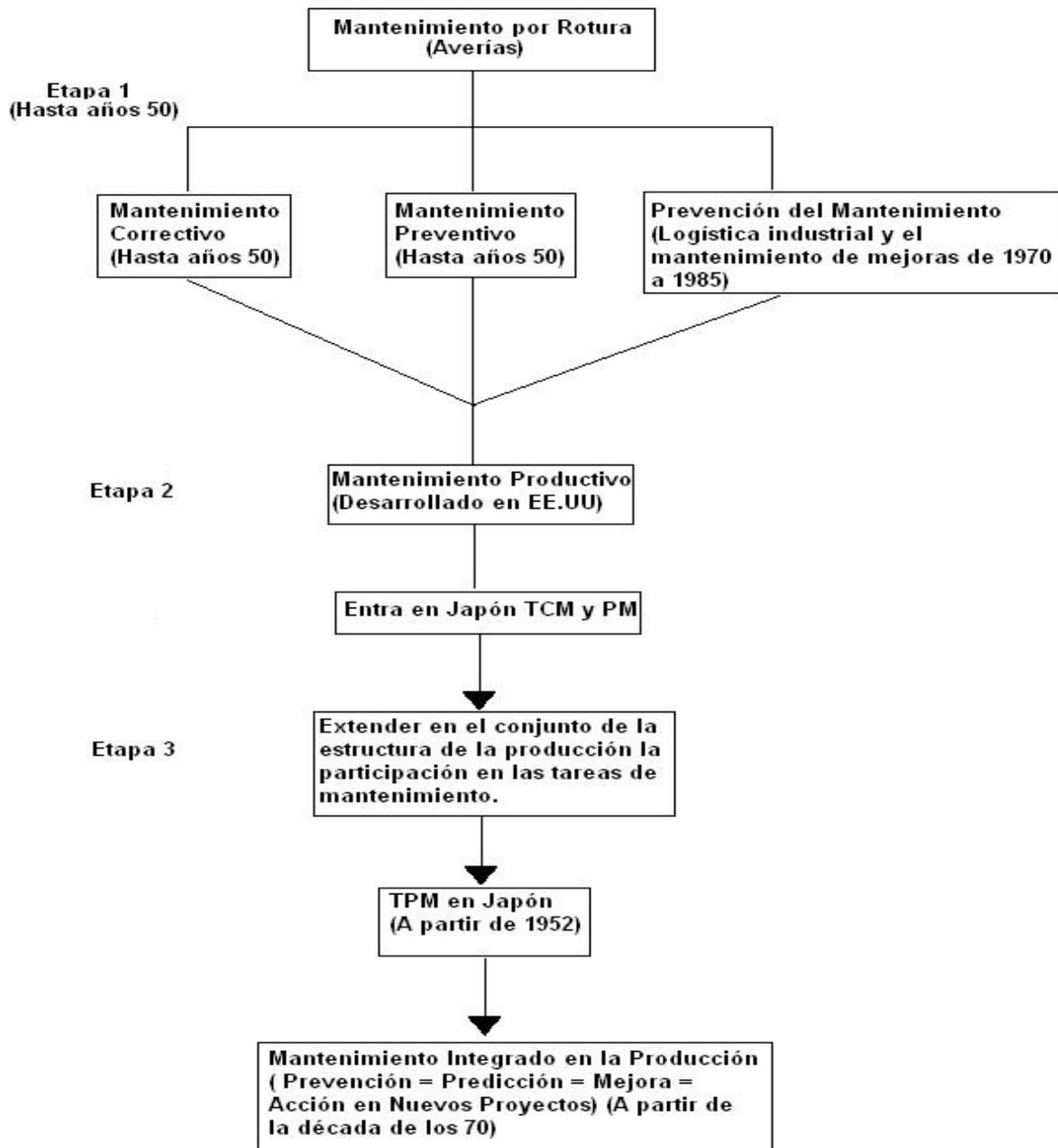


Figura 1. Evolución del mantenimiento hacia el TPM.

1.1 Conceptos básicos sobre los tipos de mantenimientos

1.1.2 ¿Qué es mantenimiento?

El Mantenimiento se define como el conjunto de actividades técnicas y organizativas, que tienen como objetivo lograr máxima disponibilidad con mínimos

costos posibles y a la vez garantizar la seguridad para las personas y el medio ambiente.

1.1.3 Misión del Mantenimiento

Garantizar la creación de condiciones óptimas en el estado técnico de los equipos, partes, piezas e instalaciones productivas en general, que permitan alcanzar altos niveles de disponibilidad técnica todo el año, con eficiencia y eficacia al menor costo posible, apoyados en el uso de las técnicas de diagnóstico y la automatización de la información, aplicar la ciencia y la técnica, crear condiciones para asimilar y desarrollar nuevas tecnologías.

1.2 Funciones generales y principales del Mantenimiento

1. Organizar el proceso de prestación de servicio de Mantenimiento y producción de piezas y componentes, utilizando las técnicas más modernas de diagnóstico para garantizar los altos niveles de disponibilidad técnica del equipamiento y la maquinaria.
2. Organizar y entrenar la fuerza de trabajo en brigadas con un perfil profesional amplio.
3. Proyectar y ejecutar sus planes y presupuestos, así como los objetivos y metas a alcanzar en cada periodo.
4. Aplicar rigurosamente el sistema de mantenimiento establecido, apoyado en sistema de gestión automatizados para la toma de decisiones.
5. Aplicar la política de innovación tecnológica de toda la maquinaria en general y asimilación de nuevos equipos y tecnologías para mejorar la eficiencia económica de la empresa, incrementar su competitividad y convertirla en un factor decisivo para el cambio tecnológico.
6. Dirigir el proceso inversionista y contratar la ejecución de las obras.

1.3 Los tipos o categorías de mantenimiento a aplicar en cada equipo para disminuir las fallas lo da el Árbol de Disminución de Falla en sus cuatro categorías de mantenimiento.

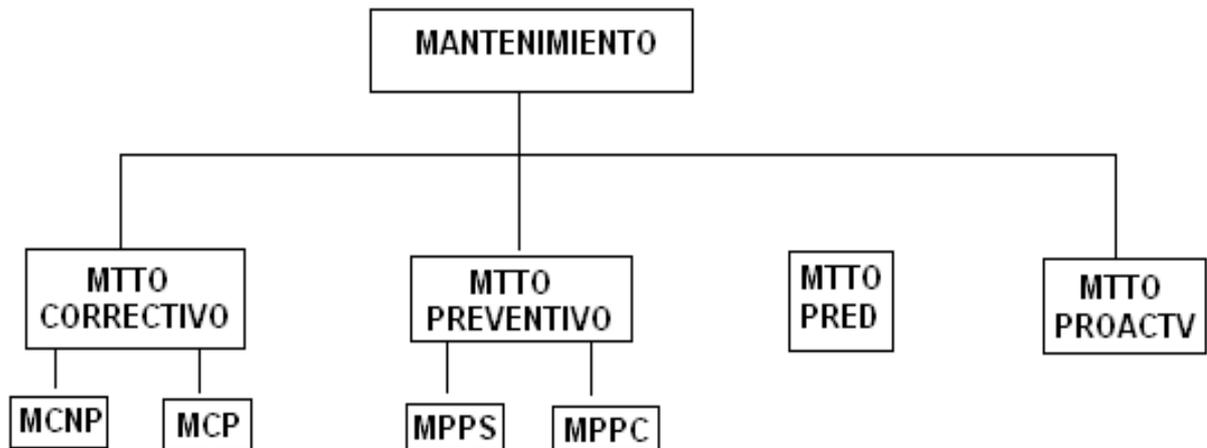


Figura 2. Arbol de decisión de falla.

1.4 Mantenimiento correctivo.

Acciones que tienen lugar luego que ocurre una falla o avería, que están encaminadas a restablecer el funcionamiento del equipo.

1.4.1 Características:

- ❖ Las maquinas operan sin ningún tipo de mantenimiento establecido.
- ❖ Se aplica cuando la probabilidad de rotura es mínima.

1.4.2 Condiciones para aplicarlo:

- ❖ Los costos sean mínimos.
- ❖ La incidencia en el proceso sea mínimo o casi nulo.

1.4.3 Se clasifica en dos grupos:

- **No programado:** Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por avería imprevista a reparar lo mas pronto posible o por una condición imprevista que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- **Programado:** Se sabe con antelación que es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos para realizarla correctamente.

1.5 Mantenimiento preventivo.

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir y detectar la ocurrencia de fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción.

1.5.1 Características:

- Acciones que responden a una planificación o sea tareas que se planifican para que no ocurra la falla.

1.5.2 Objetivos que persigue:

- Mantener el equipo en su capacidad de diseño.
- Reducir el potencial o probabilidad de ocurrencia de fallo.

1.6 Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)

Su objetivo fundamental es garantizar una explotación racional de los equipos minimizando los imprevistos y las interrupciones de producción.

Este sistema establece distintos tipos de intervenciones que se clasifican en dos grandes grupos: Los servicios técnicos y las reparaciones programadas.

1.6.1 Los servicios técnicos: están constituidos por los trabajos que se ejecutan a los equipos entre dos reparaciones programadas y pueden ser, en dependencia del tipo de servicio y de la experiencia de trabajo, planificado o no planificado.

Entre los servicios técnicos planificados se incluye los siguientes:

- ✓ Revisión: La revisión prepara las condiciones para la próxima reparación. Permite conocer el estado técnico del equipo. Por su importancia en la relación con las reparaciones, la revisión se incluye en la estructura del ciclo de reparación.
- ✓ Limpieza y fregado: Estas operaciones se efectúan teniendo en cuenta las condiciones de explotación del equipo.
- ✓ Conservación para la no operación: Se lleva a cabo cuando se prevé que el equipo habrá de permanecer fuera de operación durante un periodo relativamente prolongado, de manera de minimizar la acción de los agentes ambientales.
- ✓ Lubricación: Consiste en la aplicación de los lubricantes adecuados con la frecuencia, en las cantidades y por los medios indicados para contrarrestar los efectos de la fricción.

Entre los servicios técnicos no planificados pueden encontrarse varios, tales como el cambio de piezas que presentan dificultades para la correcta operación del equipo y el restablecimiento de ajustes o tolerancias perdidas por causa imprevistas.

1.6.2 Las reparaciones programadas en el (MPP)

En el MPP se contemplan tres tipos de reparaciones (pequeñas, medianas y generales.)

Reparaciones pequeñas, se efectúan la restauración o sustitución de alguna pieza y se regula el equipo, con el objetivo de garantizar la explotación normal de este hasta que le corresponda la reparación siguiente.

Reparación mediana, el equipo se desmonta parcialmente. Sobre la reparación o sustitución de piezas que sigue el mismo criterio expuesto en cuanto a la reparación pequeña. Se realizan los ajustes necesarios. Se estima que el volumen de reparación mediana representa entre el 50% y el 60% de la reparación general.

Reparación general, también denominada reparación capital tiene como objetivo devolver al equipo la precisión, la potencia y productividad original. Implica el desarme completo del equipo y la reparación o sustitución de todas las piezas, conjunta o agregada que presenten desgaste. Generalmente tiene un costo superior al 10% del valor inicial del equipo.

Para aplicar los tipos de mantenimiento planificados antes descritos hay que hacer un análisis de la vida estimada del equipo para dar la frecuencia o **ciclo de mantenimiento**, que se define como: El periodo entre dos reparaciones generales o, para el caso de equipos que inician su operación, al periodo entre su puesta en funcionamiento y la primera reparación general. Durante su vida útil, un equipo puede ser sometido a varios ciclos de reparación. En el ciclo de reparación es necesario tener en cuenta dos características principales: Su duración y su estructura.

La frecuencia o ciclo de mantenimiento depende de cinco aspectos fundamentales:

- ✓ Recomendaciones del fabricante.
- ✓ Tecnología y diseño del equipo.
- ✓ Régimen de explotación.
- ✓ Condiciones de explotación.
- ✓ Experiencias.

La ventaja del MPP es disminuir los costos con respecto al mantenimiento correctivo.

Las desventajas son:

- ❖ Es difícil determinar el momento del mantenimiento.
- ❖ A todos los equipos se le establece el mismo tratamiento de ciclo.
- ❖ Se trata, por tanto, de una serie de actuaciones sistemáticas en la que se desmontan las máquinas y se observan para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

El elevado costo de estas revisiones (mano de obra, tiempo de parada, etc.) hace que en el Mantenimiento Preventivo se analizara la condición del equipo.

1.7 Mantenimiento Preventivo Condicional (MPC)

Es donde el monitoreo de la condición nos da una visión del ciclo de mantenimiento.

Las técnicas para monitorear la condición son:

- 1.- Medición de vibraciones.
- 2.- Medición de temperatura.
- 3.- Análisis de los aceites.
- 4.- Técnicas de ultrasonido.
- 5.- Mediciones de espesores.
- 6.- Ensayos no destructivos.

1.7.1 Las ventajas de este tipo de mantenimiento se pueden enumerar como:

1. Reducción del número de fallas y aumento de la disponibilidad del equipamiento.
2. Reducción significativa de los costos.
3. Disminución del consumo de piezas de repuesto.

La principal desventaja es que requiere de instrumentos variados y costosos que demandan personal altamente calificado.

1.8 Mantenimiento Predictivo

Es una variante del MPC y consiste, por tanto, en un conjunto de técnicas y métodos que aplicados sobre las máquinas y equipos, permiten conocer su estado para poder así intervenir con anterioridad a que pueda producirse el fallo. Debemos, por tanto, establecer una serie de parámetros medibles cuya variación va a reflejar el deterioro de aquellas partes o componentes que puedan producir fallos o averías en los activos o sistemas.

En este caso, las intervenciones sobre los equipos productivos no dependen de un programa preestablecido, sino de las condiciones de funcionamiento de dichos equipos. Son estas las que anuncian que algunas de sus partes están llegando a un punto en el que va a ser necesaria una intervención que podemos planificar, por tanto necesita de equipos mas sofisticados y manejo de grandes bases de datos apoyados en programas de computación.

Por otra parte debe existir un equipo técnico de mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas que anime la mejora de la disponibilidad y asistencia a los profesionales y operarios de mantenimiento y la producción, así como que sea el gestor de la documentación técnica de los equipos, evaluando resultados y costos de mantenimiento a través de índices de referencia que permitirán mejorar la gestión del servicio en la empresa.

Hoy día, una herramienta práctica para desarrollar una gestión moderna del mantenimiento nos la proporciona un sistema de organización que no recaiga solo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa y donde el buen funcionamiento de las maquinas o instalaciones dependan y sea responsabilidad de todos, esto se conoce como TPM (Mantenimiento Productivo Total) y los sistemas GMAC (Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora)

1.9 Mantenimiento Proactivo

En este tipo de mantenimiento se busca la raíz de la avería, identifica y corrige la causa primera de las fallas de la maquinaria, tratando de maximizar la vida útil

operativa, a través de acciones que modifican las condiciones de operación, se hace un análisis profundo, y se establece registro y resultado estadístico donde se:

- ❖ Monitoree la calidad de la materia prima.
- ❖ Monitoree los parámetros indicados de la fábrica.
- ❖ Aplicación intensiva del MPC.

El Mantenimiento Proactivo es producto de una nueva estrategia de mantenimiento que pretende disminuir los costos, a través de la reducción de la tasa de fallas que presenta la maquinaria.

1.10 Sistema de Gestión de Mantenimiento SGM:

El Sistema de Gestión de Mantenimiento propone clasificar los equipos en:

1. Críticos.
2. Fundamentales.
3. Convencionales.
4. Auxiliares.

Equipos **críticos**: son aquellos que al dejar de funcionar detienen completamente la producción del central.

Equipos **fundamentales**: son aquellos que poseen la máxima importancia dentro del proceso productivo (imprescindibles), son irremplazables, de alta complejidad, alto nivel de utilización, empleo continuo y tienen alta influencia en la seguridad operacional de la planta.

Equipos **convencionales**: son aquellos que limitan la producción, de media complejidad, de un nivel de utilización medio, reemplazables y con bajo grado de automatización.

Equipos **auxiliares**: son técnicamente simples, poco utilizados y se emplean en funciones auxiliares del proceso.

Los equipos **fundamentales** se considera que son los que cumplen los requisitos siguientes:

- Imposibilidad tecnológica de ser sustituidos.
- Alta precisión operacional.

- Alto grado de automatización.
- Alta complejidad.
- Son utilizados por encima del 90% de su capacidad.
- Trabajan en producción continúa de tres turnos.
- Gran influencia en la seguridad operacional.
- Alto precio.

Los equipos **convencionales** se considera que son los que cumplen los requisitos siguientes:

- Existen en cantidad suficiente para garantizar su sustitución sin afectar el proceso productivo.
- Son de accionamiento mecánico y con un menor grado de automatización.
- Tienen complejidad moderada.
- Trabajan hasta el 90% de su capacidad.

Los equipos **auxiliares** se considera que son los que cumplen los requisitos siguientes:

- Existencia en gran cantidad.
- Son técnicamente simples.
- Son empleados en servicios auxiliares.
- Tienen un bajo valor.
- Son utilizados de forma esporádica.

Es importante destacar que no es necesario que un equipo cumpla todos los requisitos señalados para ser clasificado en un determinado grupo; en muchos casos depende de la experiencia de los especialistas y mecánicos.

1.11 Características de la industria azucarera que hace peculiarmente importante el mantenimiento.

Su carácter cíclico y la implícita alternancia entre producción intensa y no producción constituyen el núcleo del mantenimiento. La vieja practica del desarme total, en los últimos tiempos controvertida, resulta el centro de la organización de cualquier programa de esta actividad.

La necesidad de las paradas programadas durante la zafra, motivadas por el requerimiento de limpieza química de los evaporadores.

Paradas no programadas durante la contienda, que implican una cantidad de azúcar que no se produce, y las pérdidas económicas que esto acarrea, pero también el deterioro de la materia prima no procesada en tiempo, que además de disminuir su contenido de sacarosa, dificulta su extracción en el proceso.

Variabilidad de la calidad de la materia prima que provoca un espectro amplio de solicitudes de los materiales de la maquinaria azucarera. Esta variabilidad no solo esta acondicionada por las diferentes variedades de caña que se muele sino que depende también de las técnicas de cosecha y las condiciones climáticas del momento del corte (mayor o menor contenido de humedad, tierra, arena y en general materia extraña).

Diversidad del tipo de mantenimiento, al incluir un sector industrial y otro agrícola con características diferentes.

Los Servicios de Mantenimiento presentan internamente una estructura, que garantice una correcta aplicación de una estrategia de zafra y reparaciones acorde a las nuevas condiciones y necesidades de la industria.

El ciclo de mantenimiento, que cubre un año normal, en función a las nuevas necesidades objetivas de la industria se ha dividido organizativamente



Figura 4 . Estrategia de Mantenimiento para el año Azucarero.

1.11.1 Zafra:

Período de producción donde se requiere la mayor eficiencia y para lo cual se establece el sistema de paradas programadas para Mantenimiento y Limpieza, que conlleva la realización de un listado de trabajos a ejecutar en cada equipo, registro y control de las incidencias y trabajos pendientes, así como la construcción y control de Repuestos Críticos y Básicos, inspecciones técnicas por turno.

1.11.2 Limpieza General del Ingenio:

Ciclo de tres ó cinco días, una vez terminada la zafra, debe servir para la limpieza general de todo el ingenio e incluye pisos, techo, estructuras, ventanales, paredes.

1.11.3 Desarme:

Una vez terminada la zafra se procede al desarme de los equipos e instalaciones del ingenio, según la NT-52. Desarme, Limpieza y Conservación de los Equipos. Esta etapa se aprovecha para el reajuste de Pre Plan de Reparaciones y tiene una duración de 30 días hábiles.

1.11.4 Etapa Inactiva:

Tiempo enmarcado entre el fin del desarme y el comienzo de las reparaciones y que se aprovecha fundamentalmente para:

- a) Vacaciones del personal.
- b) Inicio de Inversiones que por su envergadura, complejidad, necesidad de personal calificado, etc. Necesitará más tiempo que el planificado para las reparaciones y que no pueden o deben efectuarse paralelas con éstas.
- c) Seminarios, cursos y conferencias al personal de mantenimiento y reparación que lo requiera.

1.11.5 Reparaciones:

Tiempo utilizado en las reparaciones y mantenimiento de todos los equipos e instalaciones de la fábrica cuyo programa se sustenta en un sistema certificado, en

su fase inicial funciona con una orden de trabajo y posteriormente con un comprobante de la calidad del trabajo realizado.

Control del avance periódico que reflejan las reparaciones de acuerdo al programa elaborado.

Cada Jefe de Área, debe entregar al Jefe de Mantenimiento su área "Lista para Moler" mediante el certificado que avala la calidad del trabajo realizado.

También el Jefe de Mantenimiento entregará al Director, el Ingenio Listo para Moler", señalando todas las medidas preventivas que entienda pertinentes.

1.11.6 Prueba:

Tiempo durante el cual se prueba el Ingenio, según la Instrucción No.2 para lo cual todos los equipos deben estar debidamente reparados.

1.11.7 Ajustes:

Tiempo no menor de diez días entre el fin de las reparaciones y el comienzo de la zafra que sirve para tomar las medidas pertinentes para que la fábrica comience su operación sin dificultades. Esta etapa sirve para resolver cualquier deficiencia detectada durante la prueba de fin de reparaciones del Ingenio.

1.12 Mantenimiento en Operación

La organización del Mantenimiento en Operación es de vital importancia para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento mecánico de los equipos estáticos y dinámicos de los centrales azucareros.

Esta organización comprende entre otros, los siguientes aspectos:

- M1, Libro de Incidencias.
- Inspecciones técnicas por turnos.
- M2, Libro de Trabajos Pendientes.
- Paradas Programadas para Mantenimiento.
- Trabajos a Realizar en la Parada Programada.
- M4, Solicitud de Trabajo de Taller.
- M5, Control de Repuestos Críticos y Básicos.

- M6, Pasaporte del Equipo.
- M11, Solicitud de Trabajo de Mantenimiento.
- M12, Orden de Trabajo de Mantenimiento.

Objetivos de los aspectos señalados anteriormente:

1.12.1 M1 Libro de Incidencias.

Este libro está confeccionado con los modelos M1, en el cual los Jefes de turno y/o Jefes de mantenimiento u otros directivos, anotarán todas las incidencias que ocurran en su jornada de trabajo, especificando si están resueltas o no, y detallando en las observaciones cualquier aspecto significativo.

1.12.2 Inspecciones Técnicas por Turno

Para mantener el control preventivo de las condiciones técnicas en los equipos del ingenio, se establecen las inspecciones técnicas por turno. Estas inspecciones brindan una información de incalculable valor para prevenir roturas e interrupciones, mejorar la ejecución de los trabajos en las paradas programadas y obtener mayores elementos para el periodo de Reparaciones.

La inspección debe realizarse como mínimo una vez en el turno y la misma la realizará el mecánico del área, el jefe del área o el jefe de turno en algunos casos; es decir, personas que conozcan las instalaciones y tengan la capacidad y conocimientos suficientes para detectar cualquier anomalía en el funcionamiento de los equipos.

Todas las deficiencias detectadas deberán reflejarse en (los) Libro (s) de Incidencias.

1.12.3 M2 Libro de Trabajos pendientes

Con los modelos M2 se confeccionará el Libro de Trabajos Pendientes en el que reflejará:

- a) Trabajos pendientes no realizados y que aparecen en el Libro de Incidencias (M1).
- b) Trabajos que el Jefe de Mantenimiento entienda necesarios hacer.

c) Trabajos a realizar por el Taller de Maquinaria como aseguramientos de los anteriores y su fecha de entrega.

d) Necesidad de piezas, materiales, así como de personal, y observaciones finales. Todos los días y como primera tarea de Técnico en organización y Control del Mantenimiento reflejará en este Libro los trabajos que han quedado pendientes en el Libro de Incidencias y a otros trabajos señalados por el Jefe de Mantenimiento que deberán ejecutarse en la Parada Programada, antes o después de ésta, o en las próximas reparaciones.

Este Libro será supervisado directamente por el jefe de mantenimiento y quedará como una Memoria de Trabajos Pendientes.

1.12.4 Paradas programadas para Mantenimiento:

A los efectos de organizar el mantenimiento en el periodo de operaciones se establecerá el Programa de Paradas para Mantenimiento.

En cada Parada Programada se harán los trabajos de mantenimiento necesarios para continuar laborando eficientemente, dichos trabajos surgen de las siguientes fuentes:

a) Trabajos a realizar en la Parada Programada, que aparecen relacionados para cada uno de los equipos.

b) Los trabajos no realizados que han sido reportados en el Libro de Incidencias y que fueron pasados al Libro de Trabajos Pendientes.

c) Trabajos que por su envergadura el jefe de mantenimiento refleja en el Libro de Trabajos Pendientes y entiende necesario realizar en la Parada Programada.

Para el día de la Parada Programada para Mantenimiento deben estar garantizados:

a) El personal debidamente organizado en brigadas, en la cantidad necesaria.

b) Los materiales, piezas y repuestos necesarios.

c) Herramientas en general, equipos de soldar, cortar, compresores, extensiones eléctricas, aparejos, diferenciales, etc.

Todo lo anterior es de vital importancia para realizar los trabajos de mantenimiento, anterior a la Parada se reunirá el Consejo de Dirección del ingenio para analizar los trabajos a realizar, organización del trabajo y aseguramientos.

1.12.5 M4 Solicitud de Trabajo al Taller:

La Solicitud de Trabajos al Taller necesarios, de piezas y repuestos para el mantenimiento se realiza a través del modelo M4.

1.12.6 M5 Control de Repuestos Críticos y Básicos:

Se denominan Repuestos Críticos y Básicos los destinados a sustituir aquellas piezas cuya rotura o desgaste afectan o paralizan el proceso de producción. Dadas las características de la industria azucarera, donde no existe doble línea de producción o doble equipamiento para sustitución por roturas o defectos, los Repuestos Críticos y Básicos juegan un papel decisivo en el mantenimiento y reducen considerablemente el tiempo perdido en Zafra por roturas o defectos de los equipos. 26

1.12.7 M6 Pasaporte del Equipo:

Como parte del historial del equipo se le llevará la tarjeta de Pasaporte (M6) donde se reflejará una serie de especificaciones y parámetros técnicos, sus componentes y accesorios, etc. Además debe llevarse el control de las reparaciones efectuadas en los últimos años.

1.12.8 M12 Orden de Trabajo de Mantenimiento:

La definición clara de quien debe hacer determinados trabajos es el objetivo fundamental de este modelo. Todas las instrucciones de ejecución de determinado trabajo, debe realizarse mediante este modelo, tanto para mecánicos, como paileros, instrumentistas, electricistas, etc. En fin todo para todo el personal de mantenimiento de la Unidad.

Existen cuatro fuentes fundamentales que pueden generar una orden de trabajo de mantenimiento y son:

a) Las solicitudes de trabajo de mantenimiento (M – 11).

- b) Los problemas reflejados en el libro de incidencias y/o en el de trabajos pendientes.
- c) Los imprevistos.
- d) Los trabajos a ejecutar en la parada programada para mantenimiento.

1.13 Mantenimiento en operaciones interrumpidas (M.O.I.).

El objetivo del mantenimiento en operación interrumpida, (M.O.I) es mantener el ingenio en las más eficientes condiciones de operación, libre de paradas causadas por roturas o por mal funcionamiento de los equipos.

1.13.1 Aspectos del M.O.I.: el Sistemático y el Coordinado

1) El M.O.I. sistemático.

Se implanta como tarea permanente diaria. Es el mantenimiento que se dará obligatoriamente a los equipos siempre que el ingenio pare por un periodo de duración de media hora o más.

2) El M.O.I. Coordinado.

Se programa anticipadamente para reparar los desperfectos que hayan sido detectado y reportados en el libro de incidencias o en el de trabajos pendientes.

El sistema estará organizado de forma tal que cuando el ingenio pare ya cada jefe sabrá la tarea que le corresponde realizar y los operarios que habrán de trabajar con el. El tipo de trabajo que cada trabajador realiza durante el M.O.I. estará en correspondencia con la experiencia y habilidad que posee. Si cada trabajador siempre realiza el mismo tipo de trabajo, se especializara en el y lo hará bien y rápidamente, lográndose los siguientes beneficios.

- a) Cada vez que el ingenio pare, cada operario sabrá lo que le corresponde hacer sin tener que preguntarle.
- b) El personal aprenderá a conocer las características normales de los equipos, por lo que le será fácil detectar cualquier anomalía que se presente.
- c) Conocerá las herramientas y repuestos requeridos para cada trabajo y el lugar donde se guardan.

d) Cada trabajador se preocupara por que los equipos que el atiende sean bien operados y por lo tanto, se mantendrá atento para evitar cualquier maltrato o falta de atención por parte de otro obrero.

Este mantenimiento es totalmente diferente del M.O.I. sistemático, solamente se realizaran aquellos trabajos que aparecen en la pizarra del M.O.I. siguen doce el orden de prioridad establecido. Para la realización de estos trabajos se parte del listado e trabajos Pendientes que aparecen en los libros de incidencia y de Trabajos Pendientes.

La planificación de cada uno de estos trabajos se prepara anticipadamente tomando en cuenta los factores siguientes:

- a) La brigada que lo realizara (La formación de la brigada es la misma que se describió anteriormente).
- b) Tiempo calculado que habrá de tomar cada trabajo.
- c) Las piezas de repuesto que han de ser utilizadas y las herramientas y equipos necesarios para efectuar el trabajo, deberán ser depositadas en un área determinadas para ser utilizadas en el momento en que se presenté la oportunidad.
- d) En un área bien visible del Tandem se informara, mediante la pizarra del M.O.I

Cuales son los trabajos priorizados cada día cuando se presenté la oportunidad

Capítulo II

2.1 Reseña Histórica.

El ingenio “5 DE SEPTIEMBRE” está situado al noroeste de la provincia de Cienfuegos, cerca del poblado de Turquino en el municipio de Rodas, Km. 208 de la autopista Nacional. Limitan sus áreas cañeras por el norte con el río Hanábana, límite de la provincia de Cienfuegos con Villa Clara, hacia el sur con el poblado de Rodas y áreas cañeras de la Empresa Azucarera “14 de Julio”, hacia el este con plantaciones cañeras de la Empresa Azucarera “Ciudad Caracas”, y “Elpidio Gómez” y la Empresa agropecuaria “Ramón Balboa”, al oeste con la Pecuaria Aguada y áreas de la Empresa Agropecuaria “1 de Mayo.”

El macizo de sus plantaciones cañeras es atravesado de este a oeste por la Autopista Nacional.

El central está comunicado por vía férrea con el ingenio “Antonio Sánchez” y la extensa red ferroviaria interior que comunica los centros de acopio y limpieza, se enlaza con el Ferrocarril Nacional Cienfuegos-Habana por el poblado de Jabacoa lo cual le permite tener acceso al puerto de Cienfuegos y la Terminal Exportadora. Existe una extensa red de caminos que comunican todas las áreas cañeras con el central, existen pasos automotor y ferroviario sobre la Autopista Nacional para la vinculación cañera de la región norte.

La zona industrial esta enclavada en una pequeña meseta distante 42 Km. de Cienfuegos, 16 Km. de Rodas cabecera municipal.

El ingenio se proyectó para procesar una norma potencial de 7000 TM/d con un tiempo perdido del 15 %, área cañera de 1140 cab, y un estimado a moler de 71 500 000 @ con rendimientos promedio de 87700 @ /Cab. Con sistema de riego. Era capaz de procesar todas sus cañas en un período de 160 días con una norma operacional de 510 000 @ /d, un rendimiento industrial promedio del 12% y una producción de 741 TM/d. Los suelos de la Empresa Azucarera “5 de Septiembre” son aptos para el cultivo en un 91% y es mecanizable al 78%

En la actualidad producto de la Tarea Álvaro Reynoso se reajusto su norma potencial a 4600tm/día

El central comenzó a construirse en el primer trimestre de 1977 y se realizaron pruebas con carga en Julio y noviembre de 1981.

Situación Actual

Área total geográfica de 1972.7 Cab, de ellas destinadas a caña 1129.9 Cab y 84.1 Cab destinadas al Autoconsumo. Cuenta con 7 UBPC, 1 Granja Estatal, 5 CPA.

La empresa comenzó sus operaciones en el año 1981.

2.2 Caracterización Actual del área de Generación de Vapor

Entrega de las cantidades de vapor requeridas para la fábrica, a las condiciones de presión y temperatura establecidas. Las calderas existen porque la fábrica necesita un mínimo de libras de vapor por hora para su funcionamiento normal. De no entregar las calderas la demanda de vapor a las condiciones dadas, la producción se podría ver afectada considerablemente y ocurrirían grandes pérdidas económicas para la empresa.

2.3 FUNCIONES DEL AREA

EL Proceso de Retroalimentación de bagazo: Consta de siete conductores de bagazo, un almacén o casa de bagazo, un equipo mecánico para la manipulación del bagazo en el almacén con el fin de suministrar una estable alimentación de bagazo a las calderas.

EL Proceso de tratamiento de agua: La planta de tratamiento química esta concebida para producir alrededor del 20% del total de agua de alimentación como flujo máximo para cubrir los faltantes que se produzcan por salideros, vapor no recuperado, vapor contaminado etc. Se conoce como Planta de Tratamiento de Agua al conjunto de equipos utilizados para el acondicionamiento del agua ó mejorar las características físico - químicas del agua a utilizar en un determinado

proceso, mediante la eliminación de impurezas. El agua de alimentación de calderas tiene que reunir ciertas condiciones analíticas en las cuales se determinan los valores de los parámetros medidos y los mismos serán en función de las presiones de trabajo a las cuales se opere. A presiones de 28 Kg. /cm. y mayores se emplean plantas de tratamiento térmico con la finalidad de eliminar los gases disueltos en el agua de alimentación, principalmente el O₂ y CO₂ por su alto poder corrosivo.

El proceso de generación de vapor: En los Centrales Azucareros la energía principal que se utiliza en el proceso proviene del vapor generado en las calderas por lo que las mismas se convierten en el elemento fundamental de la fábrica determinando su correcto funcionamiento la estabilidad de la misma. Las calderas son los equipos mas peligrosos dentro de una fabrica y una operación incorrecta de los mismos puede crear daños de incalculables consecuencias tanto para las mismas como para el central en su conjunto por lo que el personal de operación de las mismas debe estar consciente de la responsabilidad que asume en su trabajo y de la necesidad de actuar ante cualquier problema que se presente de forma correcta y racional.

El proceso de recuperación de condensados: Tiene como función principal la de recuperar el agua que se utilizo en el proceso de fabricación que no esta contaminada. Las llamadas aguas condensadas puras son las que provienen de las condensaciones del vapor en tachos, cuádruples, pre-evaporadores y calentadores, sus cantidades son suficientes para suplir el 100% de las necesidades de calderas siempre y cuando el manejo de los mismos sea el correcto. El agua de alimentación de calderas tiene que reunir ciertas condiciones analíticas en las cuales se determinan los valores de los parámetros medidos y los mismos serán en función de las presiones de trabajo a las cuales se opere. A presiones de 28 Kg. /cm. y mayores se emplean plantas de tratamiento térmico con la finalidad de eliminar los gases disueltos en el agua de alimentación, principalmente el O₂ y CO₂ por su alto poder corrosivo.

2.4 EQUIPAMIENTO BÁSICO.

1.- Bombas de agua alimentar # 1

- Motor Eléctrico.

2.- Bombas de agua alimentar # 2

- Motor Eléctrico

3.- Caldera # 1

- VTI
 - ✓ Motor Eléctrico
- VTF
 - ✓ Motor Eléctrico
- Distribuidores de Bagazos
 - ✓ Motores Eléctricos
 - ✓ Reductores

4.- Caldera # 2

- VTI
 - ✓ Motor Eléctrico
- VTF
 - ✓ Motor Eléctrico
- VTS
 - ✓ Motor Eléctrico
- Distribuidores de Bagazos
 - ✓ Motores Eléctricos
 - ✓ Reductores

5.- VTN # 1 y 2

- ✓ Motor Eléctrico # 1 y 2

6.- Conductores de Bagazo

- G-15
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
- G-16

- ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
 - G-17
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
 - G-17-A
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
 - G-20
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
 - G-21
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
 - G-22
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
- 7.- Bombas de Condensado Puro # 1
- ✓ Motor Eléctrico
- 8.- Bombas de Condensado Puro # 2
- ✓ Motor Eléctrico
- 9- Bombas de agua tratada desareador # 1
- ✓ Motor Eléctrico
- 10- Bombas de agua tratada desareador # 2
- ✓ Motor Eléctrico
- 11.- Planta Tratamiento de agua
- 12.- Conductor de Ceniza
- ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor

2.5 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS

2.5.1 Críticos.

1.- Caldera # 1

- VTI
 - ✓ Motor Eléctrico
- VTF
 - ✓ Motor Eléctrico
- Distribuidores de Bagazos
 - ✓ Motores Eléctricos
 - ✓ Reductores

2.- Caldera # 2

- VTI
 - ✓ Motor Eléctrico
- VTF
 - ✓ Motor Eléctrico

3.- Conductores de Bagazo

- G-15
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
- G-16
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
- G-17
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
- G-17-A
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor

4.- Conductor de Ceniza

- ✓ Motor Eléctrico
- ✓ Reductor

2.5.2 Fundamentales.

1.- Bombas de agua alimentar # 1

- Motor Eléctrico.

2.- Bombas de agua alimentar # 2

- Motor Eléctrico

3.- Conductores de Bagazo

- G-20
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
- G-21
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor
- G-22
 - ✓ Motor Eléctrico
 - ✓ Reductor

2.5.3 Convencionales.

1.- VTN # 1 y 2

- ✓ Motor Eléctrico # 1 y 2

2.- Bombas de Condensado Puro # 1

- ✓ Motor Eléctrico

3.- Bombas de Condensado Puro # 2

- ✓ Motor Eléctrico

4- Bombas de agua tratada desareador # 1

- ✓ Motor Eléctrico

5- Bombas de agua tratada desareador # 2

- ✓ Motor Eléctrico

6.- Planta Tratamiento de agua

2.6 Tipo de Mantenimiento actual que se aplica en el área

2.6.1 Mantenimiento correctivo. (Programado)

Acciones que tienen lugar luego que ocurre una falla o avería, que están encaminadas a restablecer el funcionamiento del equipo.

2.6.2 Mantenimiento preventivo. Planificado (MPP)

Implica la restauración de la capacidad de trabajo de los equipos (precisión, potencia, rendimiento) y de su comportamiento (índices de consumo, etc.), mediante el mantenimiento técnico racional, cambio y reparación de las piezas y conjuntos desgastados, realizados conforme a un plan elaborado con anterioridad.

Su objetivo fundamental es garantizar una explotación racional de los equipos minimizando los imprevistos y las interrupciones de producción.

Este sistema establece distintos tipos de intervenciones que se clasifican en dos grandes grupos: Los servicios técnicos y las reparaciones programadas.

2.6.3 Mantenimiento predictivo o basado en la condición:

Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares de tiempo sin desmontarlos y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según su condición. Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial). A veces se le llama mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas, aunque la definición de este último podría ser la de aquella función que consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional). Hay que describir aquí también otro tipo de mantenimiento que surge a partir de los anteriores el mantenimiento mejorativo o rediseños, consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación para mejorar su funcionamiento en pro de que no sufra averías repetitivas. Es preciso disponer de un sistema de

mejora continua para tratar de distanciarse de los competidores y así mejorar nuestra posición en el mercado. En cuanto a mantenimiento se refiere, las únicas estrategias válidas hoy en día son las encaminadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos como a reducir los costes de mantenimiento, siempre dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente.

El técnico de ingeniería de mantenimiento para comenzar la zafra tiene listo los medios de control y modelos de inspección técnica por turnos, ellos son:

- Libro de incidencias.
- Libro de trabajos pendientes.
- Guías de inspecciones técnicas por turnos y de día.
- Programación del MOI sistemático.
- Libro registro de temperatura de chumaceras.
- Registro de parámetros de equipos importantes.
- Modulo de repuestos fundamentales.
- Pasaportes técnico de los equipos y certificados de calidad.

2.7 Requisitos a tener en cuenta en la ejecución de inspecciones técnicas:

Informar los aspectos a tener en cuenta para cada uno de los equipos de las distintas áreas con el objetivo de verificar el estado actual de la maquinaria a partir de la metodología elegida, resulta indispensable. A continuación se señalan los siguientes:

- Prevenir roturas y deficiencias, debe realizarse mediante las guías técnicas, de cada una de las máquinas y equipos, realizando el control del cumplimiento del programa de mantenimiento y diagnóstico.
- Realizar inspecciones técnicas durante las 24 horas del día en todas las áreas.
- Encargar al personal técnico de la ingeniería de mantenimiento a informar en el consejo o reunión del área el estado y cumplimiento de las inspecciones técnicas por parte de los mecánicos, (controlar diariamente en modelo orientado al efecto).

- Conceder a los mecánicos guías diarios o copias que se coloquen en los libros de incidencias, las cuales se firmarán por el mecánico en cuestión.
- El jefe del grupo técnico, creará un grupo de **contrapartida con técnicos** de experiencias. Diariamente realizarán inspecciones en las áreas y confrontarán sus resultados con los realizados por los mecánicos.

Para lograr la implementación de estos requisitos se crearon los **libros de incidencias centralizados** en el salón de reuniones de la oficina de maquinaria de todas las áreas del central y demás unidades, plasmando en los mismos todos los acontecimientos ocurridos en el período de tiempo que se analiza. Para ello es necesario cumplir las siguientes funciones:

- El técnico que se encarga de la ingeniería de mantenimiento diariamente y como primera tarea del día recogerá las incidencias de cada libro así como los equipos rotos, con estas actualizadas se lo informará al jefe de servicios de mantenimiento, para hacer las órdenes de trabajo que correspondan en cada caso.
- El técnico que se encarga de la ingeniería de mantenimiento, actualizará la pizarra de MOI y dejará por escrito la relación de trabajos a ejecutar por el personal de mantenimiento, tanto de día como de turno.
- Todo lo orientado en la reunión de la mañana, será chequeado a las 4. 00 pm por el director de mantenimiento y los jefes de área de la fábrica.
- El jefe del grupo técnico de mantenimiento realizará un análisis por escrito de cada parada del ingenio, dejando clara posibles causas.

Otros documentos normativos son: **libro de trabajos pendientes.**

- Este será llevado por el técnico que se encarga de la ingeniería de mantenimiento y en él se reflejarán todos los trabajos de mantenimiento y reparación no ejecutados en los turnos de trabajo (que aparecen en los libros de incidencias) y que deben ser incluidos en el MOI o en la programación de la parada para mantenimiento.
- El libro de trabajos pendientes debe ser actualizado con lo que se ha resuelto en el día y precisa dejarse.

Una actividad importante a valorar son los:

Cambios de turno: estos constituyen el elemento primario de dirección. En las entregas de turnos deben estar presente el personal entrante y saliente de cada turno, las mismas tienen que estar precedidas por un cuadro fundamental de la empresa, se realizará el análisis del comportamiento del proceso y el mantenimiento de equipos rotos, asistencia del personal de operación y mantenimiento), para tomar medidas de inmediato por quienes corresponda, sobre las deficiencias que se detecten.

2.8 Mantenimiento en operación interrumpida. (MOI). Se divide en:

2.8.1 MOI sistemático:

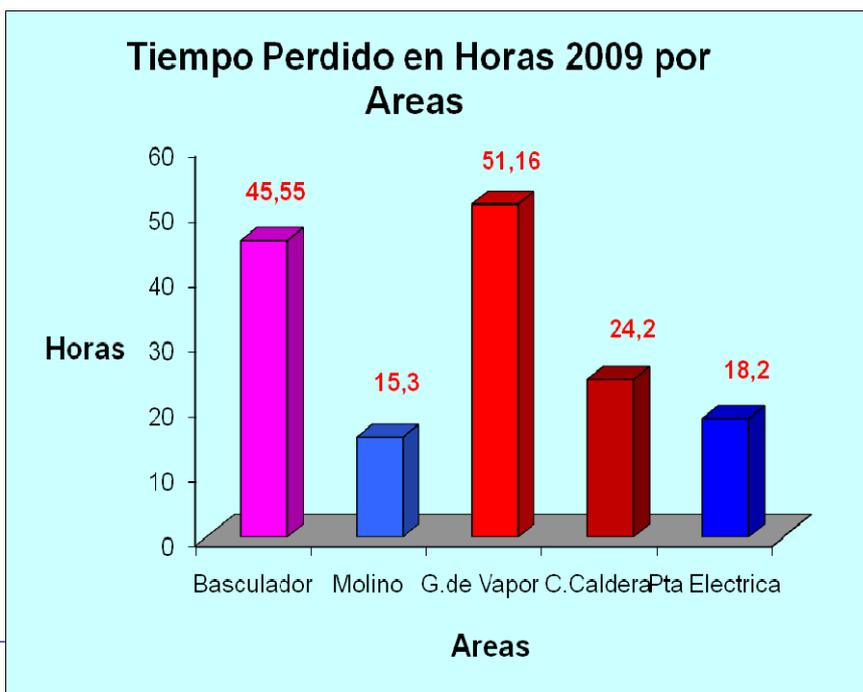
- Se implanta como tarea permanente del plan de mantenimiento diario, consiste además en aprovechar el tiempo de las paradas imprevistas, por media hora ó más, con el objetivo de mantener el sistema productivo, en las más eficientes condiciones de operación, con una alta disponibilidad de la maquinaria y equipos, para organizadamente ejecutar aquellos trabajos de mantenimiento, y limpieza posibles de acometer, aprovechando al máximo el personal de que se dispone. El mismo se ejecuta por el personal de mantenimiento, de acuerdo a los trabajos pendientes, y aquellas revisiones que requieren que la maquinaria esté parada.
- Participa además el personal de operación, en la limpieza, atención y revisión de su puesto de trabajo, para el mismo se deben confeccionar guías de revisión de los trabajos a realizar por cada puesto de trabajo.
- El sistema estará organizado en brigadas, de forma tal que cuando el central pare, ya cada jefe sabrá la tarea que le corresponde realizar, y los operarios que habrán de trabajar con él. El tipo de trabajo que cada trabajador realiza durante el MOI, estará en correspondencia con su calificación y experiencia.
- Cuando la parada del central es por rotura, participa solamente el personal de operación necesario, el resto continúa con su tarea según corresponda en la guía.

- Cada vez que el central pare, cada operario sabrá lo que le corresponde hacer sin tener que preguntarlo.
- El personal aprenderá a conocer aún más las máquinas y equipos que opera, sus características y parámetros normales de operación, esto contribuirá a detectar con mayor facilidad, cualquier deficiencia en los equipos, para avisar a mantenimiento.
- En todos los centrales y en el lugar visible debe colocarse la pizarra del MOI.
- El técnico que se encarga de la ingeniería de mantenimiento llevará el control diario de la ejecución del mismo.

2.8.2 MOI. Coordinado:

Este mantenimiento es diferente del MOI sistemático, solamente se realizarán aquellos trabajos que aparecen en la pizarra del MOI, siguiendo el orden de prioridad establecido. Para la realización de estos trabajos se parte del listado de las labores pendientes que aparecen en los libros de incidencias.

2.9 A continuación se refleja el tiempo perdido por hora del año 2009, observándose la cantidad de horas perdida del área de Generación y Casa Caldera basados en los datos de la norma técnica No 37, a nivel de Ingenio



2.10 Caracterización Actual del área de Casa Caldera

2.10.1 Funciones de la Casa Caldera.

En esta área se realiza la separación de la sacarosa del jugo de la caña, en ella interviene diferentes procesos:

Purificación de jugos.

Tiene por objetivo fundamental, alcanzar la mayor separación posible de impurezas presentes en el jugo logrando que en su mayoría salgan en forma de cachaza seca a partir de las siguientes operaciones:

- **Decantación del jugo.**

Es la operación de ingeniería a la que se somete el jugo en los clarificadores, después de alcalizado, para completar la reacción de formación y sedimentación de los flóculos de fosfato tricálcico. Para lograr una perfecta separación en dos fases, la primera **jugo claro** y la segunda **cachaza**.

Evaporación:

En esta operación del proceso se lleva a cabo la evaporación del 73 al 75 % del agua presente en evaporadores a simple y múltiple efecto. Lográndose con este proceso concentrar el jugo desde 15.5 hasta 65 °Brix.

Cristalización y cocción.

En los tachos y equipos auxiliares se continúa la evaporación, ahora más lenta hasta obtener el grano de azúcar cristalizado. A partir de aquí el proceso deja de ser continuo pues la cristalización y el crecimiento de los granos de azúcar en los tachos es hasta hoy en la mayoría de los ingenios un proceso a batche o por lotes.

Centrifugación.

Con esta operación se realiza la última etapa de purificación, quizá la de mayor trascendencia, toda vez que se logra separar el cristal de azúcar de su licor madre.

Embarque:

Esta operación se realiza a través de conductores de banda de goma, en el intermedio se realiza el pesaje del producto final, mediante una pesa electrónica. El producto es depositado en un silo tolva donde posteriormente son llenadas las tolvas, pesadas y trasladada a la terminal de azúcar a granel.

2.10.2 EQUIPAMIENTO BÁSICO.

El equipamiento básico de la Casa Caldera está compuesto por los siguientes equipos y sistemas:

1.- Área de Preparación de Cal

- Tanque de Cal Diluida.
- Bomba de Cal Diluida # 1
 - Motor Eléctrico
- Bomba de Cal Diluida # 2
 - Motor Eléctrico
- Tanque de Cal Concentrada.
- Bomba de Cal Concentrada # 1
 - Motor Eléctrico
- Bomba de Cal Concentrada # 2
 - Motor Eléctrico
- Rastrillo desarenado
 - Motor Eléctrico
 - Reductor

2.-Tanque de Alcalizar

- Válvulas

3.- Bomba de Jugo a Calentadores # 1

- Motor Eléctrico

4.- Bomba de Jugo a Calentadores # 2

- Motor Eléctrico

5.- Calentadores de Guarapo

- Válvulas.

6.- Tanque Flach

- Válvulas

7.-Clarificador # 1

- Motor Eléctrico
- Reductor

- Válvulas
- 8.- Clarificador # 2
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
 - Válvulas
- 9.-Clarificador # 3
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
 - Válvulas
- 10.- Cachazón
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
 - Válvulas
- 11.- Ventilador de Bagacillo # 1
 - Motor Eléctrico
- 12.- Ventilador de Bagacillo # 2
 - Motor Eléctrico
- 13.- Filtros de Cachaza # 1
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
- 14.- Filtros de Cachaza # 2
 - Motor Eléctrico
 - Reductor

- 15.- Rastrillo de Cachaza # 1
 - Motor Eléctrico.
 - Reductor
- 16.- 14.- Rastrillo de Cachaza # 2
 - Motor Eléctrico.
 - Reductor
- 17.- Bomba de Jugo filtrado # 1

- Motor Eléctrico
- 18.- Bomba de Jugo filtrado # 2
 - Motor Eléctrico
- 19.- Bomba de Jugo filtrado # 3
 - Motor Eléctrico
- 20.- Bomba de Jugo filtrado # 4
 - Motor Eléctrico
- 21.- Bomba de Vacío Filtro # 1
 - Motor Eléctrica
- 22.- Bomba de Vacío Filtro # 2
 - Motor Eléctrica
- 23.- Condensador de los Filtros.
- 24.- Colador de Jugo Clarificado
- 25.- Bombas de Jugo Clarificado # 1
 - Motor Eléctrico
 - Válvulas
- 26.- Bombas de Jugo Clarificado # 2
 - Motor Eléctrico
 - Válvulas
- 27.- Pre Evaporador # 1
 - Válvulas
- 28.- Pre Evaporador # 2
 - Válvulas
- 29.- Cuádruple # 1
 - Vasos
 - Válvulas
 - Bomba de meladura # 1
 - Bomba de meladura # 2
- 30.- Cuádruple # 2
 - Vasos
 - Válvulas
 - Bomba de meladura # 1

- Bomba de meladura # 2
- 31.- Bomba General de Vacío # 1
 - Motor Eléctrico
- 32.- Bomba General de Vacío # 2
 - Motor Eléctrico
- 33.- Tanques de Meladura
 - Válvulas
- 34.- Tacho # 1
 - Válvulas
 - Condensador
- 35.- Tacho # 2
 - Válvulas
 - Condensador
- 36.- Tacho # 3
 - Válvulas
 - Condensador

- 37.- Tacho # 4
 - Válvulas
 - Condensador
- 38.- Tacho # 5
 - Válvulas
 - Condensador
- 39.- Tacho # 6
 - Válvulas
 - Condensador
- 40.- Tacho # 7
 - Válvulas
 - Condensador
- 41.- Bomba de Vacío auxiliar a Tacho # 1
 - Motor Eléctrico

42.- Bamba de Vacío auxiliar a Tacho # 2

- Motor Eléctrico

43.- Bomba de Inyección # 1

- Motor Eléctrico

44.- Bomba de Inyección # 2

- Motor Eléctrico

45.- Bomba de Inyección # 3

- Motor Eléctrico

46.- Bomba de Inyección # 4

- Motor Eléctrico

47.- Cristalizadores Comerciales

- Motor Hidráulico
- Válvulas.

48.- Cristalizadores de 3ra

- Motor Hidráulico
- Válvulas.

49.- Graneros Comerciales

- Motor Eléctrico
- Reductor
- Válvulas.

50.- Semilleros

- Motor Eléctrico
- Reductor
- Válvulas.

51.- Mezclador de 1ra

- Moto reductor.

52.- Mezclador de 2da

- Moto reductor.

53.- Centrifuga Comercial # 1

- Motor Eléctrico
- Sistema auxiliares

54.- Centrifuga Comercial # 2

- Motor Eléctrico
- Sistema auxiliares

55.- Centrifuga Comercial # 3

- Motor Eléctrico
- Sistema auxiliares

56.- Centrifuga Comercial # 4

- Motor Eléctrico
- Sistema auxiliares

57.- Centrifuga Comercial # 5

- Motor Eléctrico
- Sistema auxiliares

58.- Centrifuga Continuas # 1

- Motor Eléctrico

59.- Centrifuga Continuas # 2

- Motor Eléctrico

60.- Centrifuga Continuas # 3

- Motor Eléctrico

61.- Centrifuga Continuas # 4

- Motor Eléctrico

62.- Centrifuga Continuas # 5

- Motor Eléctrico

63.- Centrifuga Continuas # 6

- Motor Eléctrico

64.- Centrifuga Continuas # 7

- Motor Eléctrico

65.- Centrifuga Continuas # 8

- Motor Eléctrico
- 66.- Sinfín de 3ra
- Motor Eléctrico
 - Reductor
- 67.- Bomba de Miel "A" # 1
- Motor Eléctrico
- 68.- Bomba de Miel "A" # 2
- Motor Eléctrico
-
- 69.- Bomba de Miel "B" # 1
- Motor Eléctrico
- 70.- Bomba de Miel "B" # 2
- Motor Eléctrico
- 71.- Bomba de Miel Final # 1
- Motor Eléctrico
 - Reductor
- 72.- Bomba de Miel Final # 2
- Motor Eléctrico
 - Reductor
- 73.- Conductor de Azúcar # 1
- Motor Eléctrico
 - Reductor
- 74.- Conductor de Azúcar # 2
- Motor Eléctrico
 - Reductor
- 75.- Conductor de Azúcar # 3
- Motor Eléctrico
 - Reductor
- 76.- Conductor de Azúcar # 4
- Motor Eléctrico
 - Reductor

77.- Conductor de Azúcar # 5

- Motor Eléctrico
- Reductor

78.- Conductor de Azúcar # 6

- Motor Eléctrico
- Reductor

79.- Tolva de Azúcar

- Bomba hidráulica
- Motor Eléctrico
- Sistema Hidráulico

80.- Winche de Alar Tolvas

- Motor Eléctrico
- Reductor.

2.10.3 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS

2.10.3.1 Críticos.

Según el análisis realizado en esta área no existen equipos con estas características

2.10.3.2 Fundamentales.

1.-.- Área de Preparación de Cal

- Tanque de Cal Diluida.
- Bomba de Cal Diluida # 1
 - Motor Eléctrico
- Bomba de Cal Diluida # 2
 - Motor Eléctrico
- Tanque de Cal Concentrada.
- Bomba de Cal Concentrada # 1
 - Motor Eléctrico
- Bomba de Cal Concentrada # 2
 - Motor Eléctrico

- Rastrillo desarenado
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
- 2.-Tanque de Alcalizar
 - Válvulas
- 3.-Tanque Flach
 - Válvulas
- 4.- Cachazón
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
 - Válvulas

- 5.-Rastrillo de Cachaza # 1
 - Motor Eléctrico.
 - Reductor
- 6.- 14.- Rastrillo de Cachaza # 2
 - Motor Eléctrico.
 - Reductor
- 7.- Condensador de los Filtros.
- 8.- Colador de Jugo Clarificado
- 9.- Mezclador de 1ra
 - Moto reductor.
- 10.- Mezclador de 2da
 - Moto reductor.
- 11.- Sinfín de 3ra
- 12.- Conductor de Azúcar # 1
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
- 13.- Conductor de Azúcar # 2
 - Motor Eléctrico

- Reductor
- 14.- Conductor de Azúcar # 3
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
- 15.- Conductor de Azúcar # 4
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
- 16.- Conductor de Azúcar # 5
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
- 17.- Conductor de Azúcar # 6
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
- 18.- Tolva de Azúcar
 - Bomba hidráulica
 - Motor Eléctrico
 - Sistema Hidráulico

2.10.3.3 Convencionales.

- 1.-Tanque de Alcalizar
 - Válvulas
- 2.- Bomba de Jugo a Calentadores # 1
 - Motor Eléctrico
- 3.- Bomba de Jugo a Calentadores # 2
 - Motor Eléctrico
- 4.- Calentadores de Guarapo
 - Válvulas.
- 5.-Clarificador # 1
 - Motor Eléctrico
 - Reductor
 - Válvulas
- 6.- Clarificador # 2

- Motor Eléctrico
 - Reductor
 - Válvulas
- 7.-Clarificador # 3
- Motor Eléctrico
 - Reductor
 - Válvulas
- 8.- Ventilador de Bagacillo # 1
- Motor Eléctrico
- 9.- Ventilador de Bagacillo # 2
- Motor Eléctrico
- 10.- Filtros de Cachaza # 1
- Motor Eléctrico
 - Reductor
- 11.- Filtros de Cachaza # 2
- Motor Eléctrico
 - Reductor
- 12.- Bomba de Jugo filtrado # 1
- Motor Eléctrico
- 13.- Bomba de Jugo filtrado # 2
- Motor Eléctrico
- 14.- Bomba de Jugo filtrado # 3
- Motor Eléctrico
- 15.- Bomba de Jugo filtrado # 4
- Motor Eléctrico
- 16.- Bomba de Vacío Filtro # 1
- Motor Eléctrica
- 17.- Bomba de Vacío Filtro # 2
- Motor Eléctrica
- 18.- Bombas de Jugo Clarificado # 1
- Motor Eléctrico
 - Válvulas

19.- Bombas de Jugo Clarificado # 2

- Motor Eléctrico
- Válvulas

20.- Pre Evaporador # 1

- Válvulas

21.- Pre Evaporador # 2

- Válvulas

22.- Cuádruple # 1

- Vasos
- Válvulas
- Bomba de meladura # 1
- Bomba de meladura # 2

23.- Cuádruple # 2

- Vasos
- Válvulas
- Bomba de meladura # 1
- Bomba de meladura # 2

24.- Bomba General de Vacío # 1

- Motor Eléctrico

25.- Bomba General de Vacío # 2

- Motor Eléctrico

26.- Tanques de Meladura

- Válvulas

27.- Tacho # 1

- Válvulas
- Condensador

28.- Tacho # 2

- Válvulas
- Condensador

29.- Tacho # 3

- Válvulas
- Condensador

- 30.- Tacho # 4
 - Válvulas
 - Condensador
- 31.- Tacho # 5
 - Válvulas
 - Condensador
- 32.- Tacho # 6
 - Válvulas
 - Condensador
- 33.- Tacho # 7
 - Válvulas
 - Condensador
- 34.- Bamba de Vacío auxiliar a Tacho # 1
 - Motor Eléctrico
- 35.- Bamba de Vacío auxiliar a Tacho # 2
 - Motor Eléctrico
- 36.- Bomba de Inyección # 1
 - Motor Eléctrico
- 37.- Bomba de Inyección # 2
 - Motor Eléctrico
- 38.- Bomba de Inyección # 3
 - Motor Eléctrico
- 39.- Bomba de Inyección # 4
 - Motor Eléctrico
- 40.- Cristalizadores Comerciales
 - Motor Hidráulico
 - Válvulas.
- 41.- Cristalizadores de 3ra
 - Motor Hidráulico
 - Válvulas.
- 42.- Graneros Comerciales
 - Motor Eléctrico

- Reductor
 - Válvulas.
- 43.- Semilleros
- Motor Eléctrico
 - Reductor
 - Válvulas.
- 44.- Centrifuga Comercial # 1
- Motor Eléctrico
 - Sistema auxiliares
- 45.- Centrifuga Comercial # 2
- Motor Eléctrico
 - Sistema auxiliares
- 46.- Centrifuga Comercial # 3
- Motor Eléctrico
 - Sistema auxiliares
- 47.- Centrifuga Comercial # 4
- Motor Eléctrico
 - Sistema auxiliares
- 48.- Centrifuga Comercial # 5
- Motor Eléctrico
 - Sistema auxiliares
- 49.- Centrifuga Continuas # 1
- Motor Eléctrico
- 50.- Centrifuga Continuas # 2
- Motor Eléctrico
- 51.- Centrifuga Continuas # 3
- Motor Eléctrico
- 52.- Centrifuga Continuas # 4
- Motor Eléctrico
- 53.- Centrifuga Continuas # 5
- Motor Eléctrico

54.- Centrifuga Continuas # 6

➤ Motor Eléctrico

55.- Centrifuga Continuas # 7

➤ Motor Eléctrico

56.- Centrifuga Continuas # 8

➤ Motor Eléctrico

57.- Bomba de Miel "A" # 1

➤ Motor Eléctrico

58.- Bomba de Miel "A" # 2

➤ Motor Eléctrico

59.- Bomba de Miel "B" # 1

➤ Motor Eléctrico

60.- Bomba de Miel "B" # 2

➤ Motor Eléctrico

61.- Bomba de Miel Final # 1

➤ Motor Eléctrico

➤ Reductor

62.- Bomba de Miel Final # 2

➤ Motor Eléctrico

➤ Reductor

63.- Winche de Alar Tolvas

➤ Motor Eléctrico

➤ Reductor

2.11 INTRODUCIMOS LA PARTE ECONOMICA DEL AÑO 2009

Gastos de Materiales 2009

| No | Áreas | Reparación Ordinarias | Reparación Capital | Total |
|----|---------------------|-----------------------|--------------------|---------------|
| | | MN | MN | MN |
| 1 | Basculador | 71.60 | 15.8 | 87.40 |
| 2 | Molinos | 141.20 | 17.8 | 159.00 |
| 3 | Generación de Vapor | 95.10 | 96.2 | 191.30 |
| 4 | Fabricación | 118.6 | 78.7 | 197.30 |
| 5 | Planta Eléctrica | 71.50 | 24.0 | 95.50 |
| | Industria | 498.00 | 232.50 | 730.50 |

Gastos de Salario 2009

| No | Áreas | Salario | | |
|----|---------------------|--------------|--------------|-----------|
| | | Plan | Real | % |
| 1 | Basculador | 30.10 | 25.80 | 86 |
| 2 | Molinos | 55.00 | 50.30 | 91 |
| 3 | Generación de Vapor | 99.40 | 105.2 | 106 |
| 4 | Fabricación | 132.20 | 92.60 | 70 |
| 5 | Planta Eléctrica | 45.50 | 48.40 | 106 |
| | Industria | 362.2 | 322.6 | 89 |

Capítulo III

3.1. Introducción

Después de exponer en el capítulo anterior la situación en que se encontraba las áreas de Generación de Vapor y Casa de Caldera de la Empresa azucarera “5 de septiembre” en la zafra 2009 aplicándose el sistema de mantenimiento correctivo (programado) y el Mantenimiento Preventivo Planificado, teniendo como antecedente el trabajo realizado por el compañero Tomas Canedo Márquez en el área de Basculador y Tandem, con la aplicación del Mantenimiento predictivo o por diagnóstico nos dimos a la tarea de realizar el trabajo en el área de Generación de Vapor y Casa de Caldera. Aplicando el mismo, realizando modificaciones en aspectos de organización y control en el sistema supervisorio.

3.2 Propuestas.

Para comenzar el trabajo que nos iba a dar como resultado la propuesta de mejora del sistema de mantenimiento que tiene actualmente estas áreas y que son reflejadas en el Capítulo II de este trabajo, nos dimos a la tarea de identificar el proceso y valorar la importancia de las áreas escogidas para el trabajo, llegando a conclusiones que las mismas son de suma importancia para la obtención del producto final del proceso.

Consideramos que el Departamento de Mantenimiento de la Unidad Básica de Industria juega un papel decisivo en la obtención de resultados positivos en la gestión del proceso.

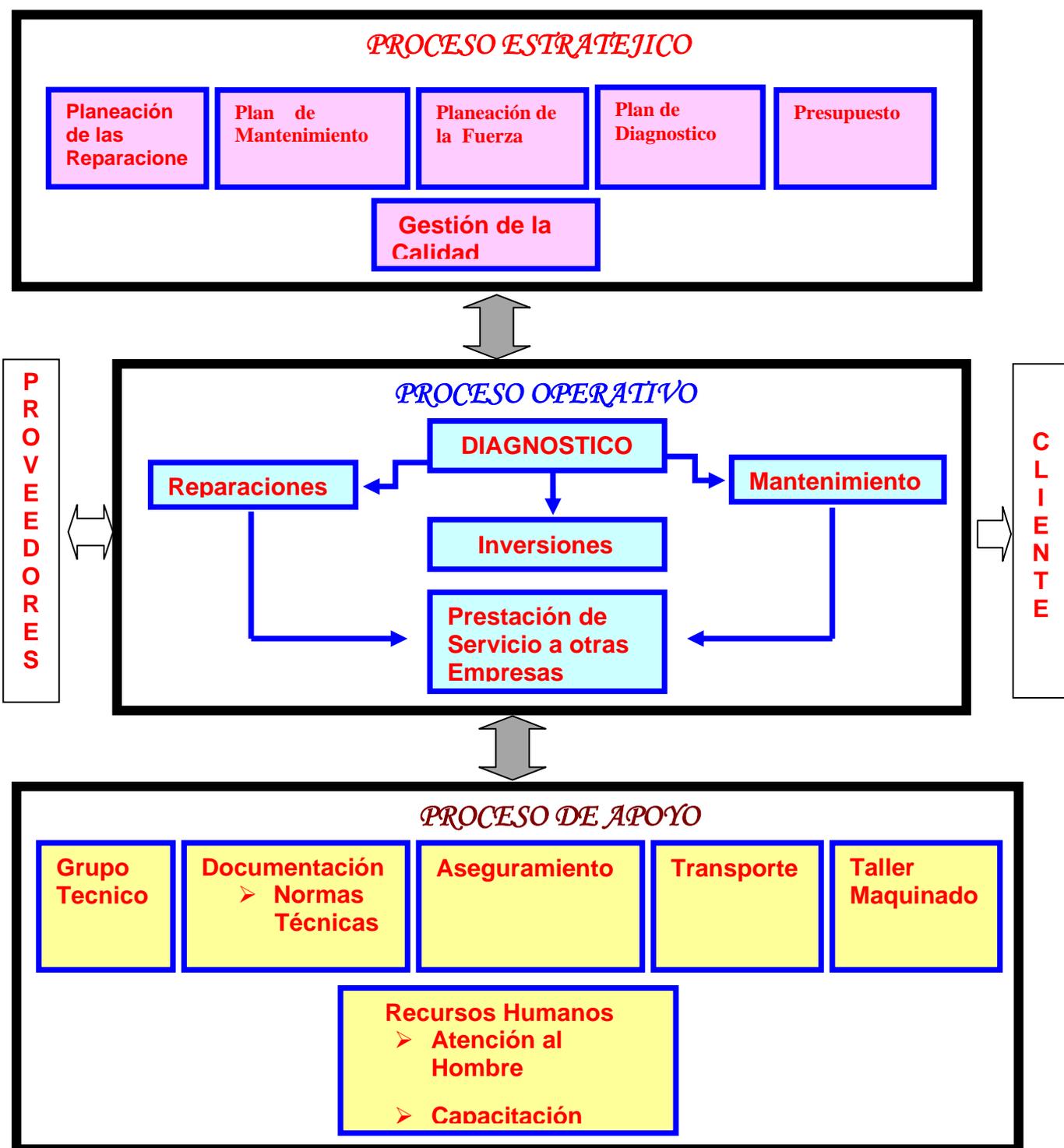


Figura 3.1 Mapa de Procesos del Departamento de Mantenimiento Empresa Azucarera "5 de septiembre".

Fuente: Elaboración propia.

El Sistema de Mantenimiento Predictivo o por Diagnóstico debe ser considerado como un complemento al Sistema de Mantenimiento Planificado, comúnmente implementado en las diversas Industrias nacionales e internacionales.

Es menester señalar, que el ámbito de acción propio de este sistema es el de aquella maquinaria que presenta por su forma de operación un deterioro paulatino de sus condiciones de funcionamiento como están concebidas las nuestras

El auge que el Mantenimiento Predictivo es consecuencia directa del ahorro de recursos que se alcanza una vez que éste se encuentra consolidado al interior de la empresa. En este sentido, existen estudios realizados en Estados Unidos que hablan de una reducción cercana al 30% de los costos en mantenimiento.

3.3. Ciclo del Mantenimiento Predictivo.

Objeto tener una mayor claridad respecto a la forma de trabajo que posee el Sistema de Mantenimiento Predictivo, se detallará su ciclo de operación general:

- 1.- La máquina deberá ser periódicamente monitoreada a través de las diferentes Técnicas de Diagnóstico que se hayan definido e implementado para su análisis. Se realizó un programa de monitoreo por semanas (Ver Anexo # 1). Se establece un modelo de control de temperatura (Ver anexo # 2)
- 2.- Los parámetros medidos serán comparados con las alarmas de operación previamente definidas. Si el límite no es excedido se continuará el monitoreo de las variables con la periodicidad establecida. En caso contrario, si la máquina presenta valores de parámetros por sobre los límites establecidos se deberá efectuar un análisis del problema. Los modelos que establecemos para las mediciones se corresponden con los parámetros establecidos (Ver anexo # 3)
- 3.- El análisis, que deberá ser efectuado por personal idóneo, tanto por sus conocimientos en la máquina como en las técnicas de diagnóstico, definirá la necesidad de incrementar los intervalos de medición o de programar una reparación.

4.- Si el análisis ha definido la necesidad de efectuar la reparación de la máquina, ésta se llevará a cabo de acuerdo a lo programado. Una vez ejecutado el trabajo será necesario tomar una nueva medición de parámetros, a fin de evaluar el óptimo funcionamiento de la máquina y que éstos se constituyan como "línea base" (referencia) del futuro estudio de tendencias.

MODELO DE CONTROL SISTEMATICO (General)

| | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------|------|
| Área: G. Vapor | Código: | Potencia: 320 Kw | | |
| Equipo: VTI # 3 | Admisible < _____ | Velocidad 900 rpm | | |
| Fecha: 8-1-10 | Equipo Motriz | | Equipo Movido | |
| Hora: 10.00 am | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Vertical | 0.91 | 1.36 | 2.54 | 7.09 |
| Horizontal | 1.8 | 2.33 | 7.07 | 8.31 |
| Axial | 2.15 | 2.94 | 6.88 | 9.53 |
| BCU | | | 0.98 | 5.68 |
| Observaciones: Vibración en la base del pedestal Pto # 3 | | | | |

| | | | | |
|---|-------------------|-------------------|---------------|-------|
| Área: G. Vapor | Código: | Potencia: 320 Kw | | |
| Equipo: VTI # 3 | Admisible < _____ | Velocidad 900 rpm | | |
| Fecha: 10-1-10 | Equipo Motriz | | Equipo Movido | |
| Hora: 10.00 am | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Vertical | 1.07 | 1.48 | 3.16 | 6.73 |
| Horizontal | 2.53 | 2.91 | 8.13 | 10.57 |
| Axial | 1.84 | 3.76 | 6.65 | 9.80 |
| BCU | | 2.42 | | 4.55 |
| Observaciones: El axial y el BCU del punto # 4 tiende a subir | | | | |

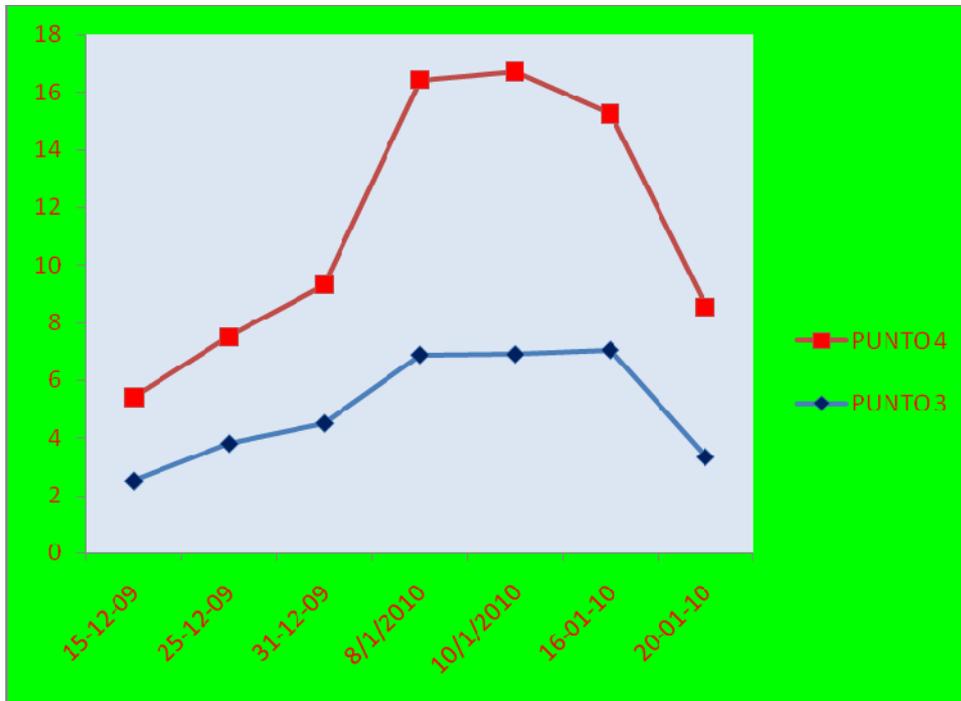
| | | | | |
|-----------------|-------------------|------|-------------------|-------|
| Área: G. Vapor | Código: | | Potencia: 320 Kw | |
| Equipo: VTI # 3 | Admisible < _____ | | Velocidad 900 rpm | |
| Fecha: 16-1-10 | Equipo Motriz | | Equipo Movido | |
| Hora: 8.45 am | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Vertical | 0.78 | 1.22 | 3.61 | 10.71 |
| Horizontal | 1.89 | 3.03 | 7.22 | 12.53 |
| Axial | 2.27 | 3.54 | 6.13 | 8.18 |
| B.C.U. | | | 0.48 | 4.99 |

Observaciones: El axial y el BCU del punto # 4 tiende a subir, existe un desbalance marcado. Se debe hacer gestiones para el balanceo por parte del especialista de TASIA.

| | | | | |
|-----------------|-------------------|------|-------------------|------|
| Área: G. Vapor | Código: | | Potencia: 320 Kw | |
| Equipo: VTI # 3 | Admisible < _____ | | Velocidad 900 rpm | |
| Fecha: 20-1-10 | Equipo Motriz | | Equipo Movido | |
| Hora: 7.55 am | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Vertical | 0.63 | 1.11 | 1.46 | 4.34 |
| Horizontal | | 1.42 | 2.4 | 4.62 |
| Axial | 1.69 | 2.25 | 3.33 | 5.20 |
| B.C.U. | | | | 5.48 |

Observaciones: Se realizo el Balanceo por parte del especialista de TASIA, mejorando considerablemente las vibraciones. Se recomienda en reparaciones realizar trabajo en los anclajes del ventilador.

Análisis de tendencia del VTI # 3 (Comportamiento Axial):



5.- Por último, la máquina volverá a su monitoreo periódico, hasta que se produzca una nueva alarma operacional.

3.4 Requisitos básicos para la mejora del sistema.

La experiencia ha demostrado, que el Sistema de Mantenimiento para su óptimo funcionamiento requiere ser implementado cumpliendo ciertos requisitos básicos; entendiéndose como básicos, que ellos son fundamentales para alcanzar un mínimo nivel de confiabilidad del sistema y que asegure un adecuado nivel de mantenimiento de la maquinaria. El no cumplimiento de alguno de estos requisitos, motivará un análisis superficial y en oportunidades erróneo, que tendrá como consecuencia un aumento de los costos, ya sea por efectuar reparaciones innecesarias o inadecuadas, como por estar expuesto a fallas progresivas del

material, que en oportunidades tendrán consecuencias catastróficas. Estos requisitos o requerimientos pueden ser definidos como sigue:

- ❖ Estudio de la organización definiendo necesidades, capacidades y sistema de administración interna. En suma conocer la estructura interna en la cual se implementará el sistema.
- ❖ Creación de la orgánica técnico-administrativa con la cual trabajará el sistema, definiendo las responsabilidades del personal de la organización. Lo anterior se considera prioritario, pues gracias a esta etapa se establecerán los requerimientos humanos y materiales.
- ❖ Análisis de la maquinaria, definiendo técnicas de diagnóstico y forma de aplicación de ellas. En este sentido, es menester señalar que las técnicas a implementar serán analizadas para cada máquina en particular, ya que las características propias de ella determinarán la mejor forma en las que pueden ser analizadas.
- ❖ Capacitación del personal acorde a sus funciones en el proceso de mantenimiento. Será necesario definir los perfiles profesionales de cada integrante de la organización, a fin de determinar la capacitación requerida por cada uno de ellos. Hincapié se debe hacer en señalar la necesidad de contar con personal idóneo en el análisis y diagnóstico de la maquinaria, debiéndose resaltar la gran importancia que posee la experiencia en su rendimiento profesional.
- ❖ Adquisición de equipamiento que permita la óptima implementación del sistema. Especial cuidado se deberá tener en las capacidades de los equipos y en su adecuada compatibilidad con el equipamiento computacional existente en la organización.

3.5. Técnicas de diagnóstico.

Las Técnicas de Diagnóstico pueden ser definidas, como todas aquellas pruebas, mediciones y tratamientos de la información, que trabajando dentro de una normativa y bajo un sustento teórico y práctico, permiten conocer la condición de una máquina en tiempo presente y prever su estado futuro. Especial atención se debe syndicar a la experiencia que avala el uso de estas técnicas y cómo ellas son

el resultado de largas investigaciones de carácter empírico. De esta forma, es sencillo vislumbrar que su óptima utilización dependerá en forma importante de la experiencia del analista. Su conocimiento de la técnica, más el que posea de la máquina a analizar, serán sin duda el mejor aval que se tenga para asegurar un acertado diagnóstico.

3.6 Tipos de técnicas de diagnósticos.

❖ Análisis de Vibraciones.

Esta técnica es sin lugar a dudas la que más utilidad ha presentado a los analistas desde sus orígenes. La teoría y experiencia acumulada a través del tiempo han dado como resultado un importante grado de aciertos, mediante lo cual se ha prestigiado la técnica y masificado su uso. Adicionalmente a lo indicado, ha jugado un papel de importancia el bajo costo relativo de los equipos de medición con respecto a la reducción de los costos de mantenimiento.

Por ser esta técnica, la que en mayor medida se utiliza en las Empresa Azucareras es que será tratada con mayor detención en este Trabajo Diploma.

3.6.1 Análisis de vibraciones, Vibrotest 60:

- ❖ Detecta aproximadamente el 70 % de fallas mecánicas, y funcionales.

Permite diagnosticar el estado de los rodamientos. (BCU) Unidad de condición del rodamiento.

- ❖ Balanceo dinámico en dos o más planos, con el módulo 7.
- ❖ Análisis espectral para determinar fallas incipientes en cajas reductoras.



Figura 1. Vibrotest 60.

3.6.2 Medición de temperatura a distancia por infrarrojo.

- ❖ Medición de temperatura en máquinas, motores, reductores, paneles eléctricos
- ❖ Medición de temperatura de aislamiento de tuberías y equipos tecnológicos.



Figura 2. Medidor de temperatura a distancia.

3.6.3 Tacómetro digital a distancia.

- ❖ Medición de velocidad de rotación de las máquinas agroindustriales con o sin contacto.



Figura 3. Tacómetro digital a distancia.

3.6.4 Medidor de espesores.

- ❖ Espesores en recipientes, tuberías, y equipos tecnológicos, conductores

3.6.5 Análisis por ultrasonido.

- ❖ Permite determinar grietas y fisuras en ejes
- ❖ Alineación por rayos láser, alimétricos y planimétricos.
- ❖ Permite alinear motores, turbinas, reductores, acoplamientos, bombas y otros.

3.6.6 Análisis de termografía.

- ❖ Permite “**ver donde el ojo humano no ve**”
- ❖ Pizarras eléctrica, transformadores,
- ❖ Líneas de vapor, intercambiadores de calor, caldera, hornos, entre otros.
- ❖ Es la herramienta más poderosa para identificar fallas en los sistemas eléctricos por excelencia y otros como mecánicos.

3.7 Análisis del Rendimiento Operacional.

Debe entenderse como aquella técnica que controla los más representativos parámetros de operación de la maquinaria, ya que éstos son un reflejo indirecto del

rendimiento operacional de la misma. Es menester señalar, que la definición de los parámetros a ser controlados será una tarea prioritaria en este sentido y que su buena elección repercutirá notablemente en la eficiente implementación de esta técnica.

En otro aspecto, es importante que el estudio de tendencias que se efectúe de los parámetros operacionales considere a la máquina en un régimen estable y sin variaciones a través del tiempo.

Por último, es necesario destacar que el análisis de la tendencia lo realizamos de forma manual, existe el software CM-400 pero no se aplica ya que el programa no es compatible con el Windon XP.

3.8 Análisis de vibraciones.

Con el Objetivo de dar una mejor explicación del Mantenimiento Predictivo, a continuación se especificará en mayor profundidad la Técnica de Análisis de Vibraciones, que a saber reúne las más altas capacidades de análisis.

Una vibración mecánica se define como el movimiento oscilatorio de una máquina, de una estructura o de una parte de ellas, alrededor de su posición original de reposo. Siendo una de las formas más simples de vibración el movimiento armónico, mediante la obtención de las mediciones con el equipo Vibrotest 60 se logra saber el estado técnico del equipo y su análisis de tendencia para lograr con mejor predicción los problemas presentes y la toma de decisión para su solución.

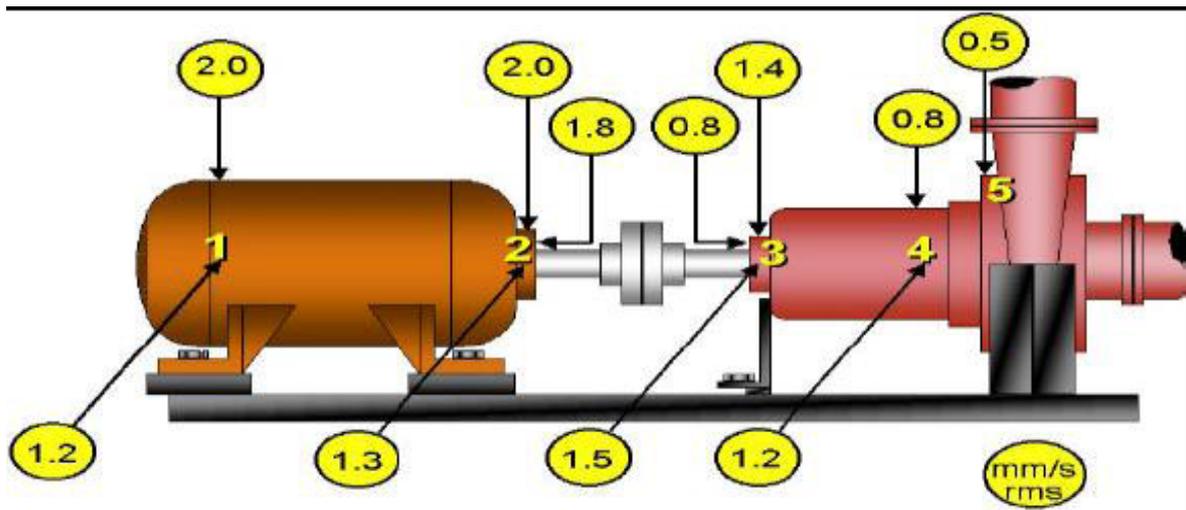


Figura 4. Grafico de los puntos de medición de un equipo rotomecánico

3.9 Aplicación de los Medios de Diagnóstico.

3.9.1 A los motores se le controla

- Ruidos anormales.
- Vibraciones.
- Temperatura.
- Consumo de corriente
- Consumo de potencia.
- Chisporroteo en los anillos
- Temperatura en los rodamientos

3.9.2 A los reductores se le controla:

- Ruido
- Vibraciones
- Temperatura
- Temperatura de los rodamientos
- Nivel de presión de aceite
-

3.10 INFORME DEL DIAGNOSTICO ZAFRA 2010

AREA: Generación de Vapor

| No | Equipos | Trabajo a realizar |
|----|------------------------------|--|
| 1 | VTI # 3 | Reforzar anclaje |
| 2 | VTF# 3 | Revisar y comprobar holgura rodamiento lado libre y lado acoplamiento mejorar la sujeción de los pedestales. |
| 3 | VTI # 4 | Cambiar rodamiento lado libre y sustituir impelente |
| 4 | VTF # 3 | Revisar rodamiento y holgura |
| 5 | Motor VTN # 1 | Revisar ajuste en sus tapas |
| 7 | Bba Alimentar Caldera # 4 | Revisión de disco de balance y revisión de ajustes |
| 8 | Motor -Reductor Cond. G-21 | Mejorar base de todo el conjunto |
| 9 | Motor -Reductor Cond. Ceniza | Cambio rodamiento en el reductor y revisar |
| 10 | Bomba de condensado # 1 y 2 | Revisar impelente y comprobar desbalance |

AREA: Casa Caldera

| No | Equipos | Trabajo a realizar |
|----|----------------------------|---|
| 1 | Bba Jugo Clarif # 1 y 2 | Revisión Impelente |
| 2 | Bba Jugo Calentad # 1 y 2 | Revisión Impelente |
| 3 | Bomba Inyección # 1 | Desgaste en el cuerpo Impelente en mal estado |
| 4 | Bomba Inyección # 3 | Cambio rodamiento lado libre y revisión |
| 5 | Bba meladura cuad. # 2 # 2 | Revisar impelente |
| 7 | Bba Magma Semilla "C" | Reforzar y Mejorar Base en el motor |
| 8 | Centrifuga de 3ra # 6 | Cambiar Rodamientos |
| 9 | Centrifuga de 3ra # 7 | Cambiar Rodamientos |
| 10 | Ventiladores de Aire | Cuerpo en mal estado, mejorar base |
| 11 | Conductor de Azúcar # 2 | Mejorar base |

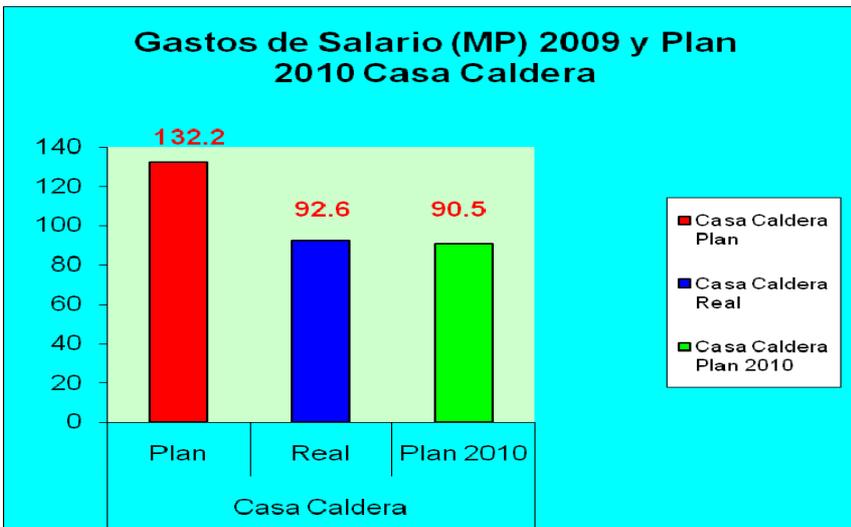
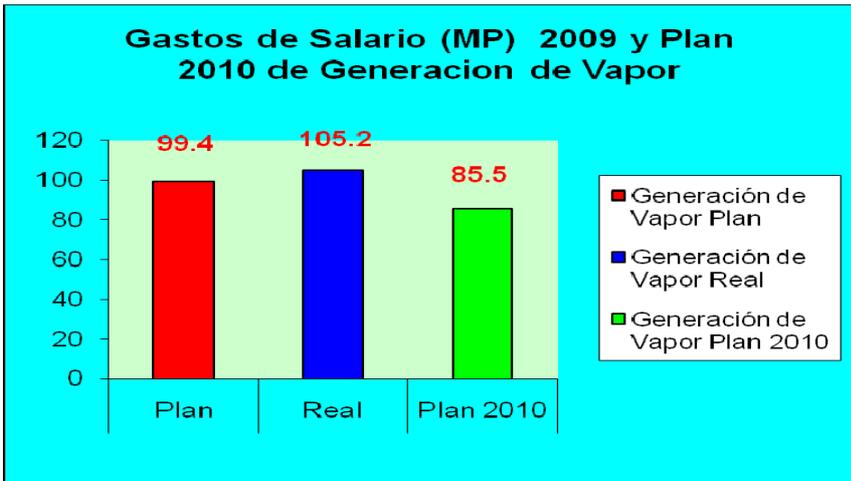
3.11 Análisis Económico de las Reparaciones año 2009 y 2010

Gastos de Materiales 2009 y Plan 2010

| No | Áreas | Materiales | | | |
|----|---------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| | | Plan | Real | % | Plan 2010 |
| 1 | Basculador | 87.40 | 80.6 | 92.2 | 75.3 |
| 2 | Molinos | 159.00 | 120.3 | 75.6 | 110.2 |
| 3 | Generación de Vapor | 191.30 | 150.6 | 78.7 | 130.5 |
| 4 | Fabricación | 197.30 | 160.2 | 81.2 | 140.9 |
| 5 | Planta Eléctrica | 95.50 | 77.5 | 81.1 | 65.8 |
| | Industria | 730.50 | 589.2 | 80.6 | 522.7 |

Gastos de Salario 2009 y Plan 2010

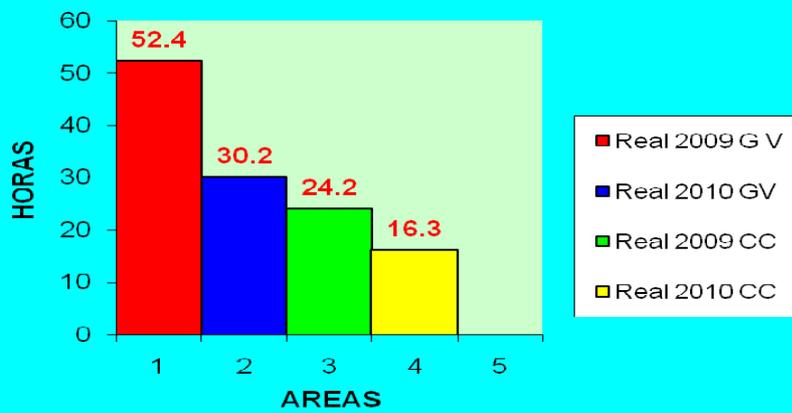
| No | Áreas | Salario | | | |
|----|---------------------|--------------|--------------|-----------|---------------|
| | | Plan | Real | % | Plan 2010 |
| 1 | Basculador | 30.10 | 25.80 | 86 | 36.93 |
| 2 | Molinos | 55.00 | 50.30 | 91 | 68.93 |
| 3 | Generación de Vapor | 99.40 | 105.2 | 106 | 123.93 |
| 4 | Fabricación | 132.20 | 92.60 | 70 | 164.93 |
| 5 | Planta Eléctrica | 45.50 | 48.40 | 106 | 59.93 |
| | Industria | 362.2 | 322.6 | 89 | 454.65 |



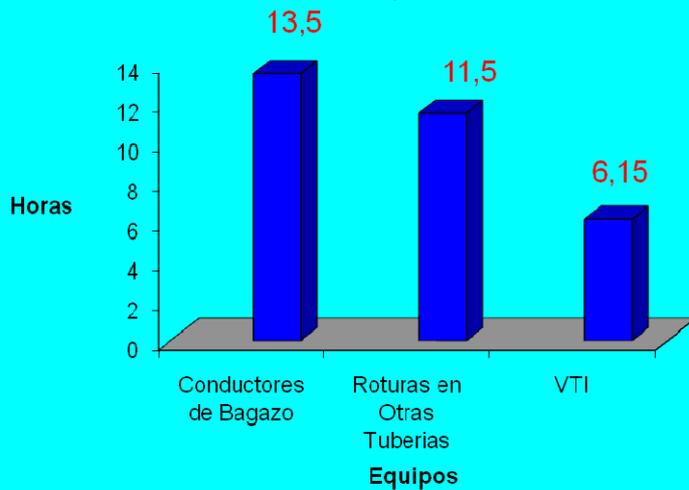
Gastos de Materiales 2009 y Plan 2010 Casa Calderas



TIEMPO PERDIDO POR ROTURA



Tiempo Perdido en Horas por Equipo G. de Vapor 2010



Si se tiene en cuenta, que se ha calculado por la dirección de economía de la empresa, que 1 hora de parada representa una perdida de 11.0 MP y analizando las horas de paradas del área Generación de Vapor en el año 2009 que fue de 52.4 horas lo que significa una perdida de 576.4 En el año 2010 se perdieron 30.2 horas con 332.2 MP. Existiendo una diferencia de 244.2 MP.

En el área de Casa Caldera se perdieron en el año 2009 24.2 horas, representando esto una perdida de 266.2 MP y en el año 2010 se perdieron 16.3 Horas, representando una perdida de 179.3 MP, existiendo una diferencia de 86.9 MP



Conclusiones Generales.

1. El mantenimiento industrial azucarero constituye una prioridad en nuestra Empresa Azucarera ya que mediante ella se reduce los Tiempo perdidos por roturas y además se minimiza los gastos que van al costo de la tonelada de azúcar.
2. La aplicación del Sistema de mantenimiento predictivo se sustenta en herramienta informática y equipos de Diagnostico no destructivos
3. El análisis de los comportamientos históricos de las actividades de MPP efectuadas en anteriores años nos permite realizar adecuaciones y proponer la mejora del sistema actual de Mantenimiento Predictivo como herramienta más útil para controlar los costos y analizar las causas posibles de las anomalías que se detecten en el desarrollo de la zafra.
4. En la misma se sintetizan los criterios teóricos que sustentan dicho procedimiento en función de la superación de técnicos y especialistas, lo que contribuyó a reducir los costos del mantenimiento como un elemento adicional para el trabajo en la empresa.
5. Se logro disminuir las perdidas por tiempo perdido con relación al año anterior en un 50 %
6. .
7. El Mantenimiento Predictivo no representa por si solo la solución integral del Sistema de Mantenimiento y por tanto su aplicación debe estar inserta en una estrategia general de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

Las principales Recomendaciones de orden general, que pueden ser mencionadas, son las siguientes:

- 1.- La incorporación del Mantenimiento Predictivo en la organización produce un importante impacto en el sistema
- 2.- Se debe evitar desprestigiar las técnicas de análisis a través de un diagnóstico superficial, que pueda traer consigo inapropiadas decisiones técnicas. La capacitación del personal analista se estima prioritaria.
- 3.- Este Sistema de mantenimiento predictivo debe ser introducido al interior de la organización, ser estandarizado explícitamente y divulgadas apropiadamente a todos sus integrantes.
- 4.- El Mantenimiento Predictivo no representa por si solo la solución integral del Sistema de Mantenimiento y por tanto su aplicación debe estar inserta en una estrategia general de mantenimiento.
- 5.- El Mantenimiento Predictivo posee riesgos al ser implementado, en lo referente al diagnóstico y la predicción de fallas. Lo anterior, debe ser de pleno conocimiento de todos los integrantes de la organización, de no ser así podrían formarse falsas expectativas, que al producirse eventuales fallas de predicción o diagnóstico traerían como consecuencia la pérdida de confianza en el sistema y con ello un posible fracaso en su puesta en marcha. Sin lugar a dudas, el tema del Mantenimiento Predictivo es mucho más amplio de lo expresado en estas líneas y por lo mismo no ha sido la intención de este trabajo el profundizar en algún tópico en particular. Sólo se ha pretendido, a través de una síntesis conceptual, el entregar la experiencia que el autor ha recogido en su análisis en los años 2008 y 2009.
- 6.- Recomendar que la aplicación del software CM-400 sea aplicado mediante el sistema informático, ya que se realiza en Microsoft Office Excel en gráficos para obtener el análisis de tendencia

BIBLIOGRAFIA

"Análisis de Vibraciones en Máquinas Rotatorias".

Bruel, Kjaer. —: /s.s./,1984.—34 p., 2008. Bruel Mantenimiento Predictivo

Castillo Morales, Gabriel, 1999. *Mantenimiento a Equipos, Máquinas e Instalaciones*, Cienfuegos.

Colectivo de Autores.1992. Coloquio sobre formación de mantenimiento. *Mantenimiento (España)*, p.25-32.

Corrales, Antonio. : 25-27. , 1993. Reflexión sobre el mantenimiento en las industrias modernas. *Mantenimiento (España)*.

Cuba. Ministerio del Azúcar, 2003. Política para la Organización del Mantenimiento en la Empresa Azucarera Mielera y Agropecuaria.

Díaz Guillermo. , 2006. Historia y evolución del Mantenimiento. Available at: <http://www.predic.es/home/index.php/the-news/mantenimiento-en-general/45-articulos>. .

Díaz Matalobos, Ángel. , 1992. *Confiabilidad en mantenimiento*, Caracas: Ediciones IESA.

Directiva Direcing 74-02.B, Armada de Chile; "Mantención Sintomática Mediante

D. Keith Denton. Seguridad Industrial. Mc Graw-Hill. 1984. México

Enciclopedia Encarta. New York: Microsoft Corporation; 2007.

García J.M. Amezaga U. El mantenimiento preventivo y la medida de su eficiencia. *Revista Mantenimiento*. marzo1992; 3-4:5-9.

García Orestes, 2005. *Proyecto Regional de Mantenimiento*, La Habana: Instituto Cubano de Investigación Azucareras.

García, Santiago. Foros Industriales y de Mantenimiento. Tomado De: <http://www.foro-industrial.com/foros/viewtopic.php?p=4419>, 2006.

Grimaldi-Simonds. La Seguridad Industrial Su Administración. Alfaomoga México 1985.

Malaguera, José G. , 2001. Aspectos Técnicos Del Mantenimiento. Available at: <http://www.wmeng.co.uk/wmemg/wmrem/rem.htm#Toc404493933>.

Mantenimiento de Equipos Tomado de: http://buscon.rae.es/drael/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=Mantenimiento, 12 de junio de 2008.

El Mantenimiento Industrial. Tomado De:
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/>, 2006.
Mantenimiento Industrial. Tomado de:
<http://www.monografias.com/Administración y Finanzas/ mantenimiento-industrial.shtml.htm>, 14 de junio de 2008.

Martín Ch. Mantenimiento y fiabilidad. Barcelona: Centro de investigación y asistencia técnica; 2005.

Mato F, Prins. Mantenimiento preventivo planificado. La Habana: Ed. Científico Técnica; 1982.

Mantenimiento: Empresas y Servicios. Definición de Mantenimiento Preventivo [web en línea] 2007. [Consultado agosto 2007] URL disponible en:
<http://www.mantenimiento.com>

Medición de Vibraciones". - Pedro Saavedra, Universidad de Concepción de Chile;

Molina J. Mantenimiento y seguridad industrial. [artículo en línea] 2007. [consultado agosto 2007] URL disponible en: <http://www.mantenimientos.htm>.

Morrow L. C, 1973. *Manual de Mantenimiento Industrial.*, México: CECSA

Newbrough ET. Mantenimiento preventivo. Londres: Elsevier Science Publisher; 1997. p. 220.

Palomino Marín, Evelio. , *Aplicación de espectro. Análisis de Vibraciones*, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" CUJAE: Centro de Estudios Innovación y Mantenimiento División de Ingeniería de vibraciones, Ruido y Diagnóstico Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" CUJAE.

Rey S, Francisco. , 1996. *Hacia la excelencia en mantenimiento*, Madrid: Editorial TGP Hoshin, S.L.

Rivero Ávila, Anay , Moreira, , R.J.V. & Bernal , S.C., 1990. Mantenimiento por Diagnóstico y Balance de Equipos Rotatorios en Centrales Termoeléctricas, p.96 h.

Sexto Cabrera, Luís Felipe. Mantenimiento Industrial: Cenicienta Que Aguarda Por Su Príncipe. Tomado De:
<http://www.cujae.edu.cu/centros/ceim/articulos/CenicientaRevIM.PDF>, 2006.

Woodhouse J. Mantenimiento centrado en confiabilidad. The Woodhouse Partnership; 2000.

Anexo # 3

| Modelo Control Vibraciones | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---|----------------|---|
| Zafra: | | | | |
| Área: | | | | |
| Equipo: | | | | |
| Fecha: | Equipo Motriz | | Equipo Movidio | |
| Hora: | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Vertical | | | | |
| Horizontal | | | | |
| Axial | | | | |
| BCU | | | | |
| Observaciones | | | | |

INSPECCIÓN TÉCNICA.

Fecha _____

ÁREA: GENERACIÓN DE VAPOR

| Equipo | Aspectos a inspeccionar | 11 – 7 Estado | 7 – 3 Estado | 3 – 11 Estado |
|--|--|------------------|-----------------|------------------|
| Conductor de bagazo | Revisar tablillas (flojas o rotas) | | | |
| | Chequear los acoplamiento | | | |
| | Chequear lubricación de cadena y sprocks | | | |
| | Chequear encopillamiento en general. | | | |
| | Chequear eje motriz. | | | |
| | Revisar bujes, laterales, pasadores y pasa puntas. | | | |
| | Chequear anclajes del motor y el reductor. | | | |
| Ventilador | Chequear temperatura pedestal y vibraciones | | | |
| | Chequear acoplamiento. | | | |
| | Chequear anclajes del motor y el ventilador. | | | |
| Bombas | Chequear coupling, gomas, cuñas y eje. | | | |
| | Chequear anclajes, tornillo y tapa | | | |
| | Chequear juntas, empaquetadura, preñse y apriete | | | |
| | Chequear anclajes y vibraciones. | | | |
| Calderas | Chequear movimiento en los alimentadores. | | | |
| | Chequear movimiento de los lanzadores. | | | |
| | Chequear niveles de aceite. | | | |
| | Chequear el mecanismo de virar parrillas. | | | |
| | Chequear salideros por juntas y preñse. | | | |
| | Chequear las puertas y registros | | | |
| | Chequear si hay salideros interiores. | | | |
| | Chequear conductos de aire. (rajaduras) | | | |
| | Chequear diafragma y paredes (desplomes) | | | |
| | Chequear economizador y calentadores (salideros) | | | |
| | Chequear válvula de seguridad. | | | |
| | Chequear las extracciones (salideros) | | | |
| | Chequear el bombeo de agua a caldera y desareador. | | | |
| | Chequear compresores en su totalidad. | | | |
| | Chequear el bombeo de la planta de agua | | | |
| | Chequear juntas y preñse de válvulas (salideros) | | | |
| | Chequear tuberías de vapor director y escape | | | |
| Chequear tuberías de agua y aire. | | | | |
| Chequear acumulación de bagazo sobre equipos | | | | |
| Compresor | Revisar la presión de trabajo | | | |
| | Revisar si existe fugas de aire | | | |
| | Revisar si existe flojedad de tornillos | | | |
| | Revisar si existe vibraciones o ruidos | | | |
| | Revisar sistema de enfriamiento por agua | | | |

| | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|
| | Revisar lubricación y nivel de aceite | | | |
| Turbogenerador | Revisar válvulas de vapor directo y escape. | | | |
| | Revisar sistema de lubricación | | | |
| | Revisar acoplamientos y tacones | | | |
| | Revisar vibraciones y ruidos | | | |
| | Revisar cuerpo de tuberías y turbina (salideros) | | | |

**TURNO 11 – 7
OBSERVACIONES:**

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|------------------------------------|--------|-------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

**TURNO 7 – 3
OBSERVACIONES:**

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|------------------------------------|--------|-------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

**TURNO 3 – 11
OBSERVACIONES:**

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|------------------------------------|--------|-------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

INSPECCIÓN TÉCNICA.

Fecha _____

ÁREA: PURIFICACIÓN

| Equipos | Aspectos a inspeccionar | 11 – 7 | 7 – 3 | 3 – 11 |
|--|---|--------|--------|--------|
| | | Estado | Estado | Estado |
| Calentadores | Chequear cuerpo de calentadores (salidero) | | | |
| | Chequear tuberías de vapor y jugo (salidero) | | | |
| | Chequear sistema de recirculación | | | |
| | Chequear control automático de temperatura | | | |
| Sistema de dosificación de clarificadores | Chequear coupling, gomas, cuñas y eje. | | | |
| | Chequear vibraciones. | | | |
| | Chequear ruidos anormales. | | | |
| | Chequear nivel de aceite. | | | |
| Movimiento Clarificadores | Chequear estado de las correas y poleas. | | | |
| | Chequear lubricación | | | |
| Filtros | Chequear telas. | | | |
| | Chequear Spray tupidos. | | | |
| | Chequear lubricación de las cadenas. | | | |
| | Chequear empaquetadura de válvulas. | | | |
| | Chequear nivel de aceite en reductores. | | | |
| | Chequear valores en vacío de alta y de baja. | | | |
| Bombas | Chequear coupling, gomas, cuñas y eje. | | | |
| | Chequear anclajes, tornillo y tapa | | | |
| | Chequear juntas, empaquetadura, preñe y apriete | | | |
| | Chequear anclajes y vibraciones. | | | |
| | Chequear ruidos anormales | | | |
| Conductores | Chequear tablillas (flojas o rotas) | | | |
| | Chequear el estado de los acoplamientos | | | |
| | Chequear lubricación de cadena y sprocks | | | |

| | | | | |
|---------------------------|--|--|--|--|
| Cachazón | Chequear en copillamiento en general | | | |
| | Chequear eje motriz | | | |
| | Revisar eslabones, pasadores y pasa puntas. | | | |
| | Chequear anclajes del motor y el reductor. | | | |
| | Chequear sistema de movimiento | | | |
| | Chequear cuerpo del equipo (salideros) | | | |
| | Chequear niveles de aceite | | | |
| | Chequear acoplamientos | | | |
| Preparación de cal | Chequear coupling, gomas, cuñas y eje. | | | |
| | Chequear anclajes, tornillo y tapa | | | |
| | Chequear juntas, empaquetadura, preñe y apriete | | | |
| | Chequear anclajes y vibraciones. | | | |
| | Chequear ruidos anormales | | | |
| | Chequear cuerpos de equipos y tuberías (salideros) | | | |

TURNO 11 – 7
OBSERVACIONES:

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|---|---------------|--------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

TURNO 7 – 3
OBSERVACIONES:

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|---|---------------|--------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

TURNO 3 – 11
OBSERVACIONES:

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|---|---------------|--------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

INSPECCIÓN TÉCNICA Fecha: _____
 ÁREA: CONCENTRACIÓN

| Equipos | Aspectos a chequear | 11 – 7 | 7 – 3 | 3 – 11 |
|---|---|--------|--------|--------|
| | | Estado | Estado | Estado |
| Evaporadores y Tachos | Chequear lucetas (partiduras) | | | |
| | Chequear los niveles de guarapo y agua | | | |
| | Chequear preñe y juntas (salideros) | | | |
| | Chequear los manómetros | | | |
| Cristalizadores | Chequear el movimiento (cadenas) | | | |
| | Chequear lubricación en bandeja. | | | |
| | Chequear ar preñe (derrames de azúcar) | | | |
| | Chequear nivel de aceite en reductores | | | |
| Bombas de Agua Retorno y Meladura | Chequear coupling, gomas, cuñas y eje. | | | |
| | Chequear anclajes, tornillo y tapa | | | |
| | Chequear juntas, empaquetadura, preñe y apriete | | | |
| | Chequear anclajes y vibraciones. | | | |
| | Chequear ruidos anormales | | | |
| | Circulación de agua de enfriamiento | | | |
| Bomba de Inyección y Vacío | Chequear coupling, gomas, cuñas y eje. | | | |
| | Chequear anclajes, tornillo y tapa | | | |
| | Chequear juntas, empaquetadura, preñe y apriete | | | |
| | Chequear anclajes y vibraciones. | | | |
| | Chequear ruidos anormales | | | |
| | Circulación de agua de enfriamiento | | | |
| Bombas Enfriamiento, Potasa, Agua Fría y Caliente a Tachos | Chequear coupling, gomas, cuñas y eje. | | | |
| | Chequear anclajes, tornillo y tapa | | | |
| | Chequear juntas, empaquetadura, preñe y apriete | | | |
| | Chequear anclajes y vibraciones. | | | |
| | Chequear ruidos anormales | | | |
| | Circulación de agua de enfriamiento | | | |

TURNO 11 – 7
OBSERVACIONES:

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|---|---------------|--------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

TURNO 7 – 3
OBSERVACIONES:

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|---|---------------|--------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

TURNO 3 – 11
OBSERVACIONES:

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|---|---------------|--------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

INSPECCIÓN TÉCNICA

Fecha: _____

ÁREA: CENTRÍFUGAS

| Equipos | Aspectos a chequear | 11 – 7 | 7 – 3 | 3 – 11 |
|------------------------------|---|--------|--------|--------|
| | | Estado | Estado | Estado |
| Sinfín de Azúcar | Chequear acoplamiento motor – reductor – sinfín | | | |
| | Chequear lubricación y nivel de aceite en reductor. | | | |
| | Chequear cuerpo de sinfín y tuberías (salideros) | | | |
| | Chequear ruidos y vibraciones | | | |
| | Chequear estado de los eslabones de la cadena. | | | |
| Conductores de Azúcar | Chequear acoplamiento motor – reductor – sinfín | | | |
| | Chequear nivel de aceite en reductor | | | |
| | Chequear estado de los rodillos y banda de goma. | | | |
| Centrífugas Polacas | Chequear sellos | | | |
| | Chequear telas (partidas) | | | |
| | Chequear tuberías de alimentación | | | |
| | Chequear limpieza con vapor | | | |
| | Chequear vibraciones , desbalance y ruidos | | | |
| | Chequear que esté puesta la rejilla en la botella | | | |
| Centrífugas ASEA | Revisar sistema de enfriamiento. | | | |
| | Revisar sellos y telas. | | | |
| | Revisar sellaje de la compuerta de masa. | | | |
| | Revisar canal de goteo. | | | |
| | Revisar palpador. | | | |
| | Revisar válvula de descarga. | | | |
| | Revisar descargador. | | | |
| | Revisar sistema de lavado (tupición) | | | |
| | Revisar sistema de drenaje | | | |
| Revisar ciclo de operación | | | | |

| | | | | |
|--------------------|---|--|--|--|
| | Revisar ajuste del raspador | | | |
| | Revisar ruidos y vibraciones | | | |
| Mezcladores | Revisar cuerpo del mezclador (salideros) | | | |
| | Revisar transmisión | | | |
| | Revisar lubricación y nivel de aceite. | | | |
| Ventilador | Revisar acoplamiento | | | |
| | Revisar la lubricación en pedestales. | | | |
| | Revisar ruidos o vibraciones. | | | |
| Bombas | Chequear coupling, gomas, cuñas y eje. | | | |
| | Chequear anclajes, tornillo y tapa | | | |
| | Chequear juntas, empaquetadura, preñe y apriete | | | |
| | Chequear anclajes y vibraciones. | | | |
| | Chequear ruidos anormales | | | |
| Compresor | Revisar la presión de trabajo | | | |
| | Revisar si existe fugas de aire | | | |
| | Revisar si existe flojedad de tornillos | | | |
| | Revisar si existe vibraciones o ruidos | | | |
| | Revisar sistema de enfriamiento por agua | | | |
| | Revisar lubricación y nivel de aceite | | | |

**TURNO 11 – 7
OBSERVACIONES:**

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|---|---------------|--------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

**TURNO 7 – 3
OBSERVACIONES:**

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA |
|---|---------------|--------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | |
| JEFE DE COLECTIVO DE MANTENIMIENTO | | |

**TURNO 3 – 11
OBSERVACIONES:**

| |
|--|
| |
|--|

REVISADO POR:

| CARGO | NOMBRE | FIRMA | |
|---------------------------------------|---------------|----------------|-------------|
| MECÁNICO DE TURNO | | | |
| JEFE DE TURNO DE MANTENIMIENTO | | | |
| Causa | Tiempo | Hora de Inicio | Hora de Fin |

| | | | |
|-------------------|--|--|--|
| Turno 11 – 7 | | | |
| | | | |
| Otras Incidencias | | | |
| Turno 7 – 3 | | | |
| | | | |
| Otras Incidencias | | | |
| Turno 3 – 11 | | | |
| | | | |
| Otras Incidencias | | | |

