

Universidad De Holguín
"Oscar Lucero Moya"
Filial Universitaria Urbano Noris



**TRABAJO DE DIPLOMA DE INGENIERÍA EN PROCESOS
AGROINDUSTRIALES**

**Título: APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE CO2
DE LA UEB DE DERIVADOS DEL MUNICIPIO URBANO NORIS PARA
ELEVAR LA EFICIENCIA EN EL PROCESO PRODUCTIVO.**

Autor: José Ignacio Díaz Rodríguez

Tutor: Ing. Raúl Saavedra Chía

Curso 2011 _ 2012
Urbano Noris Enero 2012
"Año del 54 de la Revolución"



*“Debemos
concentrar nuestros
esfuerzos en el
aumento de la
producción
y la productividad:
sí importante es
ganar batallas en el
campo militar
frente a agresiones
imperialistas;
igualmente
importante para la
Revolución es ganar
la batalla de la
producción”*

Che

AGRADECIMIENTO

A nuestra Revolución: por la libertad que me ha dado y por darme la oportunidad de graduarme como profesional.

RESUMEN

Este trabajo está relacionado con la posibilidad de la implantación de un sistema de mantenimiento eficiente en la planta de dióxido de carbono, (lo cual es nuestro campo de acción en la U.E.B Derivados Urbano Noris).

Se estudió el estado técnico de los equipos de la planta, su régimen de explotación, se identificaron las piezas de repuesto básicas y críticas, así como los principales desperfectos técnicos existentes en ella. Elaborándose la documentación técnica de las máquinas y se evaluó el sistema de mantenimiento actual, proponiéndose variaciones tanto en la estructura organizativa así como en los planes de mantenimiento para garantizar un mejor funcionamiento y eficiencia de la planta.

Como resultado de este trabajo logramos darle a la empresa una herramienta que será de gran ayuda para garantizar un mejor funcionamiento de la planta y obtención de altos rendimientos, además de alargarle la vida útil a las máquinas y equipos analizados, lo que aumentaría su eficiencia y contribuiría con la economía de la unidad y la del país.

SUMMARY

This research has to be with the possibilities of the implantation of a system of maintenance at carbon dioxide plant which is our scope of action at UEB derivative Urbano Noris.

It was studied the technical state of the equipment of the plant, its exploitation regime, it was identified the reply piece basic and critic, but also the main technical imperfection. Processing the technical documentation of the machine and it was evaluated the actual maintenance system, proportionating variation in the organizative structure just like at maintenance plans to garantize a better functioning and efficiency of the plant.

As result of this investigation it is created the tools which are going to garantized a better functioning of the plant.

INDICE

Introducción.....	1
CAPITULO 1 Fundamentos teóricos acerca de la actividad del mantenimiento.....	6
1.1 Términos y definiciones.....	6
1.2 Fundamentos teóricos acerca del diagnóstico técnico. Generalidades.....	22
1.3 Consideraciones generales acerca de la fiabilidad.....	26
1.4 La dimensión del mantenimiento.....	31
1.5 El mantenimiento industrial: Dimensiones, estrategias y cambios organizativos...	33
CAPITULO II. La levadura y la producción de CO ₂	37
2.1 Consideraciones previas.....	37
2.2 La fermentación alcohólica.....	37
2.3 Que es y que no es la levadura.....	38
CAPITULO III Análisis de los resultados y nuevas propuestas.....	44
3.1 Descripción de la empresa.....	44
3.2 Caracterización del régimen de explotación del equipo analizado.....	45
3.3 Caracterización del personal.....	46
3.4 Caracterización del estado técnico de los equipos.....	47
3.5 Análisis del sistema de mantenimiento actual de la planta.....	48
3.6 Identificación de la piezas de repuesto básicas y críticas.....	50
3.7 Principales desperfectos técnicos, causas que lo originan y como se solucionan.....	51
3.8 Herramental, Accesorios e instrumentación.....	53
3.9 Elaboración de la documentación técnica de las máquinas y equipos.....	54
Impacto Ambiental.....	63
Conclusiones.....	64
Recomendaciones.....	65
Bibliografía.....	66

Anexos.....76

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se desarrolla en UEB Derivados de Urbano Noris Cruz, su objeto social es el proceso productivo de alcohol, ron, CO₂ y levadura Sacharomize, su ubicación geográfica se encuentra limitando al norte con el municipio Holguín, al sur con el municipio de Jiguaní provincia Granma, por otra parte al este con el municipio Báguanos y al oeste con el municipio Cacocum también perteneciente a la provincia de Holguín.

El dióxido de carbono se produce por diversos procesos por combustión u oxidación de materiales que contienen carbono, como el carbón, la madera, el aceite o algunos alimentos, para la fermentación de azúcares y por la descomposición de los carbonatos bajo la acción del calor o los ácidos. Comercialmente el dióxido de carbono se recupera de los gases de hornos de calcinación, de los procesos de fermentación, de la reacción de los carbonatos con los ácidos, y de la reacción del vapor con el gas natural, una fase de la producción comercial de amoníaco. El dióxido de carbono se purifica disolviéndolo en una disolución concentrada de carbonato alcalino y luego calentando la disolución con vapor. El gas se recoge y se comprime en cilindros de acero.

El dióxido de carbono, es un gas incoloro, inodoro y con ligero sabor ácido, cuya molécula consiste en un átomo de carbono unido a dos átomos de oxígeno (CO₂). El químico escocés Joseph Black lo denominó "aire fijo" y lo obtuvo a partir de la descomposición de la marga y la caliza, como parte de la composición química de esas sustancias. El químico francés Antoine Lavoisier lo identificó como un óxido de carbono al demostrar que el gas obtenido por la combustión del carbón de leña es idéntico en sus propiedades al "aire fijo" obtenido por Black. El dióxido de carbono es 1,5 veces aproximadamente más denso que el aire. Es soluble en agua en una proporción de un 0,9 de volumen de agua a 20 °C.

La atmósfera contiene dióxido de carbono en cantidades variables, aunque normalmente es de 3 a 4 partes 10.000, y aumenta un 0,4 % al año. Es utilizado por las plantas verdes en el proceso conocido como fotosíntesis, por el cual se fabrican los carbohidratos, dentro del ciclo del carbono.

El dióxido de carbono se usa para fabricar carbonato de sodio $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (Sosa para lavar, e hidrogenocarbonato de sodio, NaHCO_3 (bicarbonato de sodio). Disuelto bajo una presión de 2 a 5 atmósferas, el dióxido de carbono produce la efervescencia de las bebidas gaseosas.

Este gas no arde ni sufre combustión, por lo que se emplea en extintores de fuego. El extinto de CO_2 es un cilindro de acero lleno de dióxido de carbono líquido que, cuando se libera, se expande repentinamente y produce una bajada de temperatura tan enorme que se solidifica en "nieve" en polvo. Esta nieve se volatiliza (se evapora) al contacto con la sustancia en combustión, produciendo una capa de gas que enfría y mitiga la llama. El dióxido de carbono sólido, conocido como hielo seco, se usa mucho como refrigerante. Su capacidad para enfriar es casi el doble que la del hielo del agua, sus ventajas son que no pasa el líquido sino que se convierte en un gas, produciendo una atmósfera inerte que reduce el crecimiento de las bacterias.

La presencia del dióxido de carbono en la sangre estimula la respiración. Por esa razón se le añade dióxido de carbono al oxígeno o al aire ordinario en la respiración artificial, y a los gases utilizados en la anestesia. /4/

Al mismo tiempo que es un contaminante en el medio Ambiente que daña la capa de OZONO.

En la planta de producción de dióxido de carbono perteneciente al municipio Urbano Noris, se detectó que la producción de esta sustancia no es la óptima para la cual fue diseñada la misma. Por lo que se ha realizado un estudio detallado de las causas y se ha propuesto las posibles soluciones a este problema.

Problema: Baja productividad de la planta y no existir planes de mantenimiento y existe constante rotura en la planta.

Objeto de estudio: la planta de CO_2 de la (U.E.B) Unidad Empresarial de base DERIVADOS Urbano Noris.

Campo de acción: el mantenimiento periódico planificado.

Hipótesis: Si logramos la aplicación de un mantenimiento periódico debe aumentar la eficiencia y productividad de la planta.

Objetivos:

- _ Caracterizar el estado técnico de los equipos, así como, el régimen de explotación.
- _ Evaluar las tareas básicas relacionadas con la identificación de las piezas de repuesto básica y crítica, así como principales defectos técnicos.
- _ Elaboración de la documentación técnica de las máquinas.
- _ Evaluar y proponer mejoras para la estructura organizativa en el sistema de mantenimiento de que garanticen el funcionamiento eficiente de la planta.

Tareas a realizar

1. Describir la empresa, sección, taller y máquinas. Emplear diagramas, gráficos y esquemas que permitan ilustrar técnicamente la ubicación y dimensión del equipo analizado.
2. Caracterización del régimen de explotación del equipamiento analizado, precisando productividad, horas de trabajo diarias, consumo de combustible y lubricantes y otros elementos de interés.
3. Determinar el estado técnico del equipo analizado, estableciendo los parámetros de diagnóstico según sus características, vías e instrumentos empleados para diagnosticar.
4. Evaluar y proponer mejoras para la estructura organizativa para el sistema de mantenimiento que garanticen el funcionamiento eficiente de la planta.
5. Se elaboraron los pasos metodológicos necesarios para mejorar la estructura organizativa de la explotación de la planta en la U. E. B Derivados.

Para el cumplimiento de este trabajo se emplearon varios métodos de investigación donde se destacan.

Métodos teóricos

1. **Análisis histórico lógico:** el cual facilita el estudio de la trayectoria del tema en estudio, teniendo en cuenta las investigaciones preliminares, conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica: y da a conocer la evolución y desarrollo del objeto o fenómeno de investigación, revelando las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales.

2. Análisis-Síntesis: constituye el punto de partida para la identificación de las variables a estudiar. Posibilitó la asimilación teórica de la realidad adecuada a las condiciones en que se va a desarrollar la investigación.

3. Dialéctico materialista: posibilitó el estudio de las causas, dificultades y contradicciones que influyen en el proceso investigativo.

Métodos empíricos:

1. **Observación:** Obtiene información acerca del comportamiento de diferentes elementos del proceso.

2. **Criterio de expertos:** Permite tener en cuenta opiniones, criterios y sugerencias de otros especialistas en la materia objeto de investigación.

Como resultado esperado se considera la propuesta para la implantación de un sistema de mantenimiento predictivo que permita la mejora continua, organización y explotación eficiente de la planta de dióxido de carbono perteneciente a la UEB de derivados de Urbano Noris.

CAPÍTULO 1

CAPITULO I. Fundamentos teóricos acerca de la actividad del mantenimiento.

1.1 Términos y definiciones.

Se entiende por mantenimiento técnico el conjunto de operaciones que deben recibir las máquinas y equipos en su período de trabajo o vida, para mantener y restablecer las propiedades adecuadas de explotación. El rendimiento que puedan tener las máquinas depende en gran medida de la organización y realización correcta de los mantenimientos técnicos.

En término general el mantenimiento puede ser dividido en:

1. Mantenimiento preventivo planificado: Es considerado como el conjunto de medidas de carácter técnico-organizativa, elaboradas previamente, cuyo estricto cumplimiento garantiza:

-Que el equipo se mantenga en un estado técnico óptimo y estable que logre un rendimiento eficaz del equipo.

-La disminución de las roturas imprevistas de este.

-Así como la disminución de los gastos invertidos en los mantenimientos.

Este sistema presenta una serie de actividades dadas de ejecución como son:

Servicio diario del equipo: Actividad realizada diariamente para la comprobación de su estado técnico.

Trabajo periódico: Actividad de mantenimiento realizada periódicamente de acuerdo con el plan que se establece previamente por el diseñador.

Revisiones: Actividad realizada entre una reparación y otra con el objetivo de prevenir defectos sencillos así como prever los preparativos necesarios para la reparación.

Reparaciones pequeña: Actividad de mantenimiento destinada a reparar piezas de fácil acceso y que se deterioran fácilmente. Garantiza que el equipo funcione normal hasta la próxima reparación.

Reparación media: Actividad de mantenimiento destinada a reparar piezas de difícil acceso y mayor duración: el equipo se desmonta parcialmente.

Reparaciones generales: Mantenimiento que incluye el máximo del volumen del trabajo.

I II- Mantenimiento correctivo: actividad de mantenimiento que se ejecuta en los sistemas y mecanismos cuando tiene lugar una avería (rotura imprevista), estas pueden estar ocasionadas:

- Mala lubricación.
- Sobrecarga de la máquina.
- Mala calidad del mantenimiento.
- Ciclo de mantenimiento inadecuado.
- Defectos de operación y tecnológicos.
- Defectos ocasionados por agentes externos.

En el sistema por interrupción de la producción, el personal de mantenimiento es independiente del de la producción y normalmente se encarga de la lubricación y de realizar inspecciones y ajustes menores. El equipo continúa trabajando hasta que ocurre una avería y se requiere la reparación correspondiente. Podría resultar aplicable cuando intervienen muchas máquinas intercambiables, cuya capacidad, en conjunto, excede los requerimientos de producción o cuando la capacidad de almacenamiento de la producción terminada es grande. Desde luego estas dos últimas circunstancias no son aceptables desde el punto de vista de la eficiencia económica de la empresa. Este sistema implica el riesgo de que toda avería podría tener consecuencias impredecibles este sistema requiere de un personal capacitado que de respuestas rápidas para restituir la capacidad de trabajo de las máquinas. /2/

III- Mantenimiento predictivo: Es el mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios del servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, Etc.

Para llevar a cabo este tipo de mantenimiento se utilizan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de vibraciones, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Ventajas del mantenimiento Predictivo:

1. Reduce los tiempos de parada.
2. Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
3. Optimiza el personal de mantenimiento.
4. La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
5. Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
6. Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
7. Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
8. Facilita el análisis de las averías.
9. permite el análisis estadístico del sistema.
10. Predice con exactitud los fallos en los equipos, se basa en el diagnóstico técnico (principio, medios y métodos para detectar fallos con exactitud sin necesidad de desarmarlo ni pararlo periodos de tiempo prolongados)./12/

Técnicas de mantenimientos predictivo.

Existen varias técnicas para el análisis de las condiciones mecánicas de una máquina.

Técnica de inspección.

Monitorización visual (directa o indirecta).

Análisis prestaciones.

Análisis de aceites.

Análisis de vibraciones.

Las técnicas inspección: son las más simples y han sido utilizadas desde siempre. Esto es, la vista y el olfato para la detección de fugas, humos, el oído para detección de ruido anormal o el tacto para las temperaturas o vibraciones excesivas. Puesto que todos estos métodos son subjetivos hay que utilizar sensores calibrados.

La monitorización visual: permite la inspección de máquina (baroscopios, lámparas estroboscopias, termografías, etc.) Termografía de infrarrojo.

El análisis de prestaciones: permite determinar si la máquina está trabajando en condiciones óptimas (rendimientos, potencia, etc.).

Análisis de aceites: Está basado en el conocimiento del estado operativo de los lubricantes (Funcionabilidad).

Detección de:

- _ El Desgaste Normal o Anormal.
- _ La Contaminación.
- _ La Degradación.
- _ Determinación del Origen de la causa.
- _ Prevé los costos innecesarios por el camino de aceite o por la fricción metalúrgica.

El análisis de vibraciones: permite el control de la integridad mecánica y el diagnóstico de daños sin parar ni desmontar la máquina. De esta forma se puede saber si una máquina está funcionando en condiciones aceptables, esto es, sin que peligre su integridad mecánica. Se pueden medir vibraciones relativas del eje o absolutas en los soportes de los cojinetes y en las carcasas.

Las ventajas de este sistema podrían resumirse en los aspectos siguientes:

1. Seguimiento en el tiempo de las variables controladas, no interrumpiendo el servicio de la máquina hasta que entre en un estado peligroso.
2. Programación del tiempo de parada, para realizar correcciones, dentro de los tiempos muertos o paradas rutinarias del proceso productivo.
3. Reducción de los tiempos de reparación debido a la detección previa de la avería.
4. Programación de los suministros de recambio con gran nivel de precisión, así como de la mano de obra de mantenimiento.
5. Detección de la fase incipiente de los defectos, cuando una máquina ofrece un servicio correcto, sin necesidad de parada ni desmontarla.
6. Prevención de fallos repetitivos, identificando y corrigiendo su origen.
7. Reducción de gastos e incremento de la producción por concepto de disminución de paradas y tiempos muertos.
8. Selección óptima de las condiciones de funcionamiento debido a mayor control de su estado técnico.
9. Aumento de la seguridad industrial, tanto para equipos como para operarios. /12/.

Aspectos a tener en cuenta para la implementación del mantenimiento predictivo

La implementación de las técnicas de mantenimiento predictivo se pueden clasificar en cuatro etapas, ellas son:

1. Trabajos preparativos.
2. Medición.
3. Análisis y diagnóstico.
4. Planificación y organización.

Trabajos preparativos.

Los trabajos preparativos se realizarán por un grupo de especialistas del área de mantenimiento y los mismos consistirán en:

1. Desarrollo de trabajos de campo en la etapa de reparaciones, que permita la obtención de todos los datos técnicos de la maquinaria y la actualización de los inventarios así como las fichas técnicas de los diferentes equipos.
2. Codificación única de toda la maquinaria.
3. Estudio y análisis de las variables a controlar, como son.
4. Selección de las técnicas a aplicar y nivel de implementación.
5. Definición del ejecutor de los trabajos (interno o externo).
6. Selección del sistema de monitoreo (On line, offline).
7. Selección y preparación de los puntos de medición de forma permanente para las máquinas a controlar.
8. Cálculos de las frecuencias de control.
9. Establecimientos de los intervalos iniciales de las mediciones (periódicas).
10. Definición de los niveles iniciales de referencias.
11. Clasificación de los equipos a monitorear en correspondencia con la norma ISO-2372.
12. Establecimiento de las rutas de mediciones y selección de la fuerza calificada necesaria.

Medición

La realización de las mediciones, que permite darle seguimiento al estado técnico de la maquinaria será de forma discreta.

Para el monitoreo discreto se dispondrá del personal y equipamiento necesario, para de forma sistemática realizar las mediciones, según un plan inicial y que posteriormente se reajustará, en correspondencia con el estado de la maquinaria controlada.

Las mediciones siempre se realizarán por dos personas capacitadas. Antes de comenzar los trabajos del día se pasará por el ordenador y se recogerán los modelos establecidos para cada una de las máquinas y puntos a medir. Ya en el lugar de las máquinas y puntos a medir, uno conectará el sensor al punto, según las direcciones establecidas y el otro anotará en los modelos correspondientes los valores leídos, trabajo que se realizará de forma cuidadosa y con la calidad requerida. Terminadas las mediciones se regresará al ordenador donde se registrará la información para su posterior análisis.

Análisis-diagnosis.

Para la realización de estos trabajos es necesario disponer de algún Software que sea capaz de dar seguimiento al comportamiento de las variables de estado controladas, como es el módulo de Tecnología de `SIGEMA` o `Vibro Tend` (sistema en explotación en varias empresas de la provincia de Holguín).

Después de determinadas las posibles causas que originan la desviación de las variables controladas con respecto a los niveles de referencia, se preparan los informes, para la toma de decisiones.

Planificación- Organización

Los trabajos planificados en la actividad de mantenimiento, a los efectos del SGM se pueden clasificar en: Preparativos, de ejecución y evaluativos.

Trabajos preparativos.

1. Captar la información técnica del equipo y actualización de los expedientes (ficha técnica).
2. Buscar la información procedente de fabricantes sobre la esperanza de vida de los principales elementos de máquinas.
3. Determinar los inventarios mínimos de materiales y piezas de repuesto que garanticen el plan de servicios técnico.

4. Disponer de las normas y manuales de reparaciones.
5. Establecer un control sistemático de incidencias en los equipos, que permita determinar el tiempo medio entre fallos.
6. Establecer las estructuras y duración de los ciclos de mantenimiento, inicialmente se recomienda apoyarse en: información de los fabricantes, en el sistema de mantenimiento preventivo aplicado. En comportamiento de máquinas similares bajo un ciclo conocido y análisis estadístico.
7. Determinar los módulos de herramientas, horas hombres de trabajo mecánico y eléctrico, para cada una de las intervenciones.
8. Determinar el plan calendario en correspondencia con la estructura y duración de los ciclos.

Ejecución

1. Antes de proceder a ejecutar el desarme de los equipos planificados a reparar se debe chequear la existencia de:

Recursos materiales necesarios.

Mano de obra calificada.

Normativas de reparaciones.

Reglamento de servicios.

Programación de los trabajos.

Emisión de las órdenes de trabajo.

2. Proceder al cambio de piezas y agregados, según plan o diagnóstico realizado y, en ningún caso, en correspondencia con una evaluación subjetiva del mecánico.
3. La realización de operaciones no planificadas deberá ser analizada por el grupo de ingeniería para evitar que vuelvan a ocurrir.

4. Establecer un chequeo sistemático de calidad en las operaciones que garanticen el cumplimiento de las normas técnicas.
5. Al culminar los trabajos se harán las pruebas mecánicas necesarias que garanticen el buen funcionamiento.

Evaluación.

De forma inmediata a la puesta en marcha se controlarán las variables necesarias que permitan evaluar la calidad del trabajo realizado.

Se llevará un control exacto del tiempo trabajado, las incidencias de la máquina, lo que permitirá registrar de forma dinámica el tiempo entre los servicios técnicos y la búsqueda de estructuras del ciclo de mantenimiento más adecuada. /12/.

IV_ Mantenimiento preventivo

Es el efectuado sistemáticamente (cada cierto periodo de tiempo), gasto de combustible o kilómetros recorridos) con la intención de mantener los equipos en condiciones específicas y reducir las posibilidades de desperfectos. El mantenimiento preventivo tiene por objeto conseguir que la tasa de fallos se mantenga constante con el tiempo, durante el periodo de vida útil.

Para esto se le confecciona a cada equipo, el ciclo de reparaciones de acuerdo con su régimen de explotación, que es el tiempo que media entre dos reparaciones generales (G) en las cuales se desarme el equipo totalmente y se sustituyen todas las piezas gastables restituyendo su eficiencia en más del 90 % de sus condiciones iniciales.

Entre estas dos reparaciones generales, o la puesta en marcha del equipo nuevo, y las reparaciones generales, basándose en las características del equipo y según la fiabilidad de piezas menos durables, se confecciona la estructura del ciclo que comprende reparaciones de menor cuantía, que se denominan pequeñas (p) y medianas (m), tendido las características de menor envergadura. Esto se determina sobre la base de la duración de las piezas las cuales se cambiarán en cada magnitud de reparación.

En el tiempo que media entre cada reparación y sobre la base de las características del equipo, se establecen las revisiones periódicas que sean necesarias y a través de ellas determinar en que condiciones se encuentra el equipo, si es necesario ajustar el ciclo, anticipar o posponer la próxima reparación.

Es el tipo de mantenimiento más implementado o difundido. El mismo provee el primer nivel de control, pudiendo conducir a un excesivo o inadecuado mantenimiento.

El patrón clásico de falla, edad operativa, Vida de la Maquinaria, Zona de Desgaste, Probabilidad de falla. Historiales extensos de la maquinaria permiten la determinación del rango de vida esperado. Los mantenimientos de los componentes se efectúan en periodos fijos. La maquinaria moderna en ocasiones no sigue este patrón de desgaste, siendo esto una desventaja por presentar una probabilidad de roturas no previstas elevadas con respecto a otros sistemas./11/

Por otra parte cabe destacar que existen diversos tipos de mantenimiento entre los que podemos citar:

- a) Sistema controlado mediante la supervisión en la producción.
- b) Sistema por interrupción de la producción, o contra avería, o correctivo.
- c) Sistema regulado.
- d) Sistema inspectivo, predictivo, de pronóstico o por diagnóstico.
- e) Sistema de mantenimiento preventivo planificado (MPP).

El sistema controlado mediante la supervisión en la producción implica que los propios operarios de los equipos cuidan y controlan estos, sólo reclamando la intervención del personal de mantenimiento especializado al presentarse alguna condición anormal fuera de su alcance. En este sistema, el personal de mantenimiento generalmente se encuentra bajo las órdenes del supervisor de producción. Resulta aplicable cuando el personal de operación es calificado y llega a conocer su equipo no solo desde el punto de vista operacional, sino constructivo y es entrenado adecuadamente.

En el sistema por interrupción de la producción, el personal de mantenimiento es independiente del de producción y normalmente se encarga de la lubricación y de realizar inspecciones y ajustes menores. El equipo continúa trabajando hasta que ocurre una avería y se requiere la reparación correspondiente. Podría resultar aplicable cuando intervienen muchas máquinas intercambiables, cuya capacidad, en conjunto, excede los requerimientos de producción, o cuando la capacidad de almacenamiento de la producción terminada es grande. Desde luego, estas dos últimas circunstancias no son comúnmente aceptables desde el punto de vista de la eficiencia económica de la empresa. Este sistema implica el riesgo de que toda avería puede tener consecuencias imprevisibles.

En el sistema regulado, el personal encargado del mantenimiento prepara una lista de los principales equipos que deben requerir trabajos de mantenimiento de cierta importancia durante los próximos períodos. El frente de producción, conforme al plan de producción, determina los períodos aproximados en que tales equipos estarían disponibles para que se les efectúen los trabajos. Este sistema resulta de aplicación en industrias que no operan en régimen continuo, o que están sujetas a períodos de receso durante el año por ser su actividad de carácter estacional, o que interrumpen su producción para adaptar la maquinaria con vistas a la elaboración de productos distintos.

El sistema de pronóstico consiste en solo efectuar las reparaciones que se consideran estrictamente necesarias, determinadas sobre la base de pruebas no destructivas realizadas a los equipos, sin desarmarlos. Implica la inspección periódica de los equipos por medios técnicos especializados para detectar vibraciones, grietas, disminución de espesores por corrosión, etcétera. Es aplicable a equipos estáticos (tanques, recipientes a presión, etc.), así como a equipos dinámicos (bombas, compresores, generadores eléctricos, y otros), cuando estos existen en número suficiente para justificar la utilización relativamente frecuente de los medios técnicos especializados.

El sistema de 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.

El sistema de mantenimiento preventivo planificado (MPP) establece distintos tipos de intervenciones que se clasifican en dos grandes grupos: los servicios técnicos y las reparaciones programadas.

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, planificados o no planificados.

Entre los servicios técnicos planificados se incluyen los siguientes:

- Revisión: La revisión prepara las condiciones para la próxima reparación. Permite conocer el estado técnico del equipo.

- Limpieza y fregado: Estas operaciones se efectúan teniendo en cuenta las condiciones de explotación del equipo.

- 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.

- Conservación para la no operación: Se lleva a cabo cuando se prevé que el equipo habrá de permanecer fuera de operación durante un período relativamente prolongado, de manera de minimizar la acción de los agentes ambientales.

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 perdidos por causas imprevistas.

En el MPP se contemplan, en general, tres (3) tipos de reparaciones: pequeñas, medianas y generales.

En la reparación pequeña se efectúa la restauración o sustitución de algunas piezas y se regula el equipo, con el objetivo de garantizar la explotación normal de este hasta que le corresponda la reparación siguiente. Si se detecta alguna pieza cuyo estado aun permite la explotación del equipo, pero que se prevé que no durará hasta la próxima reparación, se repara o se cambia.

Durante la reparación mediana el equipo se desmonta parcialmente. Sobre la restauración o sustitución de piezas se sigue el mismo criterio expuesto en cuanto a la reparación pequeña. Mediante la reparación mediana, en general, se garantiza la precisión, la potencia, el rendimiento, y los índices de consumo necesarios hasta la próxima reparación.

La reparación general tiene como objetivo devolver al equipo sus características y parámetros originales, o cuan cercanos sea posible. Implica el desarme completo del equipo y la reparación o sustitución de todas las piezas, conjuntos y (o) agregados que presentan desgaste, incluyendo los elementos estructurales del mismo.

El sistema de MPP establece que después de que cada equipo haya trabajado las horas, o recorrido los kilómetros, o prestado los servicios reglamentados, le corresponde la realización de las intervenciones prescritas en el plan, sean estas revisiones o reparaciones pequeñas, medianas o generales, de acuerdo con un ciclo de reparación. Este se caracteriza por dos (2) elementos: su duración, que es el tiempo que media entre la puesta en funcionamiento del equipo y su primera reparación general, o entre dos reparaciones generales consecutivas; y por su estructura, que determina la sucesión de revisiones y reparaciones a que debe ser sometido el equipo dentro de cada ciclo.

El sistema de mantenimiento preventivo planificado durante muchos años ha sido considerado el más progresivo y, dado su carácter planificado y preventivo, el que mejor podría armonizar las actividades de mantenimiento con las productivas de la empresa. Pero con el tiempo no ha dejado de presentar algunos inconvenientes como son:

1. Implica un mantenimiento rigurosamente esquemático: se planifican las intervenciones y estas deben efectuarse según el plan, que puede resultar más o menos acertado.
2. Es un sistema costoso: los trabajos, una vez planificados, deben ser ejecutados, pudiendo esto implicar gasto no totalmente fundamentado de recursos humanos, materiales y financieros, así como períodos de no disponibilidad de los equipos.

3. La determinación de una estructura y duración del ciclo de mantenimiento óptimo resulta difícil: siempre existe algún grado de imprecisión.
4. Prevé un tratamiento similar a todos los equipos, independientemente del papel que les corresponda en el proceso productivo, o de sus peculiaridades.
5. No obstante su carácter planificado y preventivo, algunos de los rasgos anteriores pueden conducir a que los desperfectos en realidad no sean detectados con antelación suficiente para prevenir paradas no planificadas.
6. Resulta de difícil aplicación en líneas de producción en cadena.
7. Es impráctica su aplicación en equipos modernos y complejos.

Puede inferirse, de lo expuesto en cuanto a los anteriores sistemas de mantenimiento, que, por lo general, no se dan puros en una misma empresa. Las situaciones que caracterizan a cada una de ellos, si bien no respondiendo a un "sistema implantado", se presentan de manera combinada. Las situaciones del sistema controlado mediante la supervisión en la producción pueden darse en una pequeña planta de producción de gases industriales (oxígeno, nitrógeno, etc.). A pesar de todas las medidas preventivas que se adopten en cuanto a mantenimiento, la rotura imprevista de un equipo obligaría a reaccionar como en el sistema por interrupción de la producción. Para los períodos de reparaciones de los centrales azucareros, resultan aplicables rasgos del sistema regulado y el sistema de pronóstico. Las características esenciales de este último son de interés para industrias importantes y otras entidades.

Cada uno de estos sistemas presenta ventajas y desventajas, lo que los hace más o menos adecuados para satisfacer los requerimientos de cada caso concreto. La decisión de aplicar uno u otro debería ser el resultado de un análisis casuístico de cada entidad, grupo de equipos, línea de fabricación, o equipo individual, procurando alcanzar la más alta confiabilidad operacional combinadamente con el mínimo costo de mantenimiento, todo esto acorde con la estrategia empresarial establecida. Por esto es difícil que para el universo de equipos de una empresa sea solo uno de los referidos sistemas de mantenimiento el que permita lograr tan complejo objetivo técnico-económico. Sería más lógico suponer que habría mayores posibilidades de alcanzarlo, si según los casos se aplicara uno u otro sistema armónicamente combinados. Bajo esta concepción es que surge una nueva modalidad de Sistema Integral Único de

Mantenimiento (SIUIM), que va cobrando la denominación de *Sistema Alterno de Mantenimiento (SAM)*.

Contenido del sistema alerno de mantenimiento

Por *Sistema Alterno de Mantenimiento (SAM)* se entiende la combinación en un sistema único de mantenimiento, en calidad de subsistemas del mismo, de al menos cuatro (4) de los sistemas tradicionales más conocidos, a saber, el mantenimiento contra avería, el MPP, el mantenimiento por diagnóstico (inspectivo o predictivo) y el mantenimiento regulado. Estos cuatro, mientras no se alcance una adecuada conciencia de la conveniencia y se posibilite la incorporación del personal de operación a las tareas de mantenimiento, en cuyo caso se lograría la integración al SAM de un quinto sistema tradicional, el que se ha denominado antes como controlado mediante la supervisión en la producción.

El Sistema Alterno de Mantenimiento (SAM) ha venido siendo estudiado por algunos organismos cubanos a partir de ciertas experiencias europeas. Mientras, por el ISPJAE se ha llevado a cabo nacionalmente su estudio y aplicación teórica a casos prácticos, concretos, de algunas empresas industriales y otras entidades, para determinar la factibilidad de su aplicación y evaluar esta técnico-económicamente. El SAM no sustituye al MPP, que actualmente es el sistema de mantenimiento más ampliamente aplicado en la industria cubana y aún de otros países, sino que lo incluye.

El SAM, que puede calificarse como un sistema flexible, presenta las ventajas siguientes:

1. Implica la aplicación del sistema de mantenimiento más adecuado a las condiciones y características de cada equipo o línea de producción. A los equipos más imprescindibles, automatizados, complejos, modernos, costosos, prevé que se aplique el mantenimiento por diagnóstico, lo que debe permitir que se les programen los trabajos de mantenimiento según los resultados del diagnóstico.
2. Por ajustarse a las circunstancias específicas de cada equipo debe lograrse una alta disponibilidad de los mismos.
3. Los costos de mantenimiento deben reducirse, al efectuarse los trabajos solo realmente necesarios, en muchos casos.

4. Para los equipos más imprescindibles debe garantizar un trabajo sin fallos hasta el momento en que se haya previsto que se debe ejecutar un trabajo de reparación.

5. Con respecto a los equipos auxiliares o poco principales debe implicar un importante ahorro de recursos, al aplicárseles el sistema contra avería, sin que esto necesariamente implique que se espere a que se rompa el equipo.

6. Disminuye las posibilidades de provocar desajustes y errores al evitar el desarme y arme de componentes con una regularidad no siempre necesaria.

Esta breve enumeración conduce a considerar que el sistema alterno puede resultar más conveniente, ya que tiende a nutrirse de los rasgos positivos o ventajosos de los cuatro subsistemas que básicamente lo conforman: Diagnóstico, MPP, Contra avería y Regulado. Por lo tanto tiende a resolver aquellos problemas que quedaban sin solución cuando cualquiera de los otros sistemas (que se convierten en subsistemas del sistema alterno) se aplicaba por separado, independiente uno de otro.

Pasos iniciales para estudios sobre la implantación mantenimiento.

Antes de adentrarse en los trabajos implícitos en proyectar el SAM para una determinada entidad es necesario, de manera semejante a otros casos de estudios y, sobre todo, cuando estos conducen a cambios con respecto a la situación existente, cumplir dos (2) pasos:

1. Diagnosticar la situación existente.
2. Obtener de la entidad una aprobación de principio.

El diagnóstico de la situación existente debe abarcar todos aquellos aspectos de la entidad que se relacionan con el mantenimiento, identificando la incidencia de este sobre los resultados de la actividad de la entidad. La identificación de problemas de mantenimiento contribuye a fundamentar la propuesta de implantar el SAM y, posteriormente, para evaluar la efectividad de esta implantación.

La aprobación de principio de la entidad solo puede referirse al acuerdo sobre el enfoque del estudio, a la aceptación por parte de esta de que existen problemas con el mantenimiento que el SAM puede contribuir a resolver, para lo cual desde luego, debe lograrse el convencimiento de los dirigentes y técnicos de la entidad, sobre las ventajas que el SAM puede implicar con respecto al sistema de mantenimiento vigente. Este paso debe culminar con un compromiso de la entidad, basado en el convencimiento y la

motivación de participar en el desarrollo de los trabajos. Esto sentaría las bases para que los trabajos se desarrollaran, en buena medida, como una consultoría colaborativa (o participativa).

Guía metodológica para el desarrollo del plan de mantenimiento por el sistema alterno en la industria mecánica.

Para el desarrollo del plan de mantenimiento de acuerdo con el SAM deben seguirse esencialmente cinco pasos que se indican y explican sucintamente a continuación:

1. Clasificación de los equipos en grupos según su importancia productiva.
2. Determinación del grado de laboriosidad.
3. Determinación de la carga de trabajo para el personal de mantenimiento (en horas-hombre anuales).
4. Determinación del personal calificado para las actividades de mantenimiento.
5. Confección del plan de inspecciones y trabajos de reparación.

1. Clasificación de los equipos según la importancia productiva

Según la importancia de los equipos, estos se clasifican en tres grupos fundamentales: I, II, III, como sigue:

Grupo I: Muy importantes o fundamentales.

Grupo II: Normales o convencionales.

Grupo III: Auxiliares o poco principales.

Los criterios de selección deben estar avalados por factores a medir en cada uno de los equipos tales como:

- a) Importancia tecnológica en el proceso productivo.
- b) Precisión operacional.

- c) Grado de automatización.
- d) Complejidad.
- e) Porcentaje de utilización de la capacidad.
- f) Seguridad de explotación.
- g) Seguridad de los trabajadores.
- h) Precio del equipo.
- i) Forma de organización de la producción.

Los criterios o guías para la clasificación se pueden observar en la **tabla A** del Anexo.

Si el equipo es clasificado perteneciente al grupo I de importancia, esto quiere decir que es un equipo fundamental para la empresa y que su régimen de mantenimiento debe ser más riguroso que para los demás equipos. Esto implica que se le ejecuten una serie de inspecciones periódicas frecuentes que permitan siempre estar al tanto del estado del equipo y evitar o disminuir en lo posible los imprevistos o averías que pudieran presentarse y provocar afectaciones de importancia considerable para la producción.

Para lograr esta inspección rigurosa y conocer constantemente el estado de funcionamiento del equipo se deben establecer las características a controlar sistemáticamente, los puntos fundamentales del equipo donde se deben controlar esas características y los dispositivos o equipos de medición de las características que sean más eficaces y a la vez más económico a utilizar.

Para seleccionar el instrumento a utilizar para la medición de las características y el diagnóstico del estado del funcionamiento del equipo se toma como referencia la literatura especializada en este sentido, donde se describen toda una serie de dispositivos que se pueden utilizar, la característica que miden, el lugar de la máquina donde debe colocarse para su medición, la calificación que debe tener el operario que lo va a operar, así como el costo del equipo para la medición.

Para los equipos que se incluyen en el grupo I el subsistema de mantenimiento recomendado es el *Mantenimiento Inspectivo o por Diagnóstico*, teniendo en cuenta las

dos formas de diagnóstico: objetivo y subjetivo, puesto que los otros subsistemas citados (el MPP y el contra averías) no garantizarían la disponibilidad constante de la maquinaria ni el conocimiento en todo momento del estado de funcionamiento del equipo.

Si el equipo es clasificado como perteneciente al grupo II de importancia, es porque no resulta imprescindible para la producción, puesto que de su mismo tipo pueden existir en mayor cantidad en el taller y la producción puede ser intercambiable de un equipo a otro; o sea, que si un equipo se para por cualquier imprevisto, otro puede asumir su carga de trabajo y no se producen afectaciones considerables a la producción. Todo lo señalado conduce a establecer para todos los equipos que estén en esas condiciones un sistema de mantenimiento no ya tan riguroso como el diagnóstico, que económicamente no estaría fundamentado, o sea, que se pueden recomendar para este tipo de equipo las técnicas que se aplican en el *subsistema de MPP*, estableciéndose la duración del ciclo, su estructura y tiempo entre intervenciones, teniendo siempre en cuenta el estado técnico que tenga el equipo.

El subsistema de mantenimiento contra averías no se podría utilizar puesto que estos equipos son de complejidad moderada, no son tan simples; además, puede que trabajen más de un turno de trabajo y no son empleados en servicios auxiliares.

Si el equipo es clasificado en el grupo III de importancia, esto quiere decir que es de poca importancia o auxiliar para la producción. Son equipos que no se utilizan todo el tiempo dentro del turno de trabajo, su carga es muy pequeña o son equipos que por la cantidad en existencia pueden detenerse sin afectar la producción, pues su carga también puede ser asumida por otros equipos. Todo esto conduce a recomendar la aplicación del *subsistema de mantenimiento contra avería*, ya que ninguno de los otros subsistemas se justificaría.

2. Determinación del grado de laboriosidad

Este segundo paso para el desarrollo del plan de mantenimiento por el sistema alterno implica identificar un determinado grado básico de laboriosidad a cada equipo del Grupo I, en función de una cantidad de puntos en que se evalúan sus características de mecanización y automatización, precisión, peso y complejidad; y afectar este grado

básico de laboriosidad por coeficientes de corrección dependientes del efecto esperado del mantenimiento y de la importancia del equipo.

Para llegar a la determinación del grado de laboriosidad para los equipos del grupo I se siguen seis (6) pasos:

- 2.1. Clasificación de las máquinas según el grado de mecanización y automatización basándose en la **tabla B** del Anexo.
- 2.2. Clasificación de las máquinas según el grado de precisión basándose en la **tabla C** del Anexo.
- 2.3. Determinar el peso en toneladas y la complejidad de la máquina, en función de la cantidad de subensambles que la componen.
- 2.4. Determinar el grado básico de laboriosidad, de acuerdo con la puntuación que ha ido acumulando el equipo en cada clasificación de las anteriores, lo cual se debe basar en la **tabla D** del Anexo.
- 2.5. Determinar el coeficiente de corrección según las características del mantenimiento, el cual muestra el tanto por ciento en que el mantenimiento logra mejorar el estado del equipo y garantizar el funcionamiento de este durante el tiempo entre intervenciones sin ocurrir imprevistos. Estos coeficientes aparecen en la **tabla E** del Anexo.
- 2.6. Determinar el grado de laboriosidad, el cual viene dado por el grado básico de la laboriosidad afectado por el coeficiente de corrección según las características del mantenimiento.

Para los equipos del Grupo II, la laboriosidad se calcula según las normativas vigentes para el MPP. En cuanto a los equipos del Grupo III (toda vez que debe aplicárseles mantenimiento contra avería) se les puede estimar la laboriosidad requerida sobre la base de las normativas planteadas en el sistema de MPP para el servicio técnico no planificado.

3. Determinación de la carga de trabajo para el personal de mantenimiento

La carga de trabajo se expresa en las horas-hombre necesarias para desarrollar el plan de mantenimiento. Este tercer paso, en cuanto a los equipos de los grupos II y III puede ejecutarse según lo conocido en relación con el MPP, teniendo en cuenta que para los

del grupo III se puede estimar que responden al servicio técnico no planificado, según se expresó antes.

En cuanto a los equipos del grupo I es necesario estimar el número de inspecciones y de trabajos de reparación a efectuar en el período que se planifica y, de acuerdo con las experiencias que hasta el presente se tienen de otros países (por ejemplo, cinco (5) horas-hombre por grado de laboriosidad para cada inspección y 47,5 horas-hombre por grado de laboriosidad para cada trabajo de reparación) se calcula el total de la carga de trabajo estimada como necesaria, a la cual se le incrementa un determinado porcentaje para la rectificación de fallos y ajustes. Es decir, se procede según los pasos que a continuación se indican:

- 3.1. Determinación del número de inspecciones y la frecuencia de inspección para el período dado.
 - 3.2. Determinar la cantidad de horas-hombres necesarias para cada inspección por máquina.
 - 3.3. Determinar la cantidad de horas-hombre necesarias para el total de inspecciones, multiplicando la cantidad de inspecciones a efectuarle a cada máquina por la cantidad de horas-hombre necesarias para cada inspección por máquina.
 - 3.4. Estimación del número de trabajos de reparación a realizar en el año a cada máquina o grupo de estas.
 - 3.5. Determinación del tiempo de trabajo necesario para las reparaciones a efectuar en el año.
 - 3.6. Determinar el tiempo total para los trabajos de reparación para cada máquina en el año, multiplicando la cantidad de trabajos de reparación a efectuar por la cantidad de horas-hombre necesarias para un trabajo.
- Este procedimiento (pasos 2 y 3) se repite para cada uno de los equipos o grupos de estos.
- 3.7. Para cada grupo de importancia se determina, por grupo de laboriosidad, la cantidad de horas-hombre necesarias para las inspecciones y trabajos de reparación sumando las horas-hombre necesarias para estos fines para todas las

máquinas del grupo en cuestión y afectando este valor por el coeficiente de corrección basado en la importancia de las máquinas, dado en la **tabla F** del Anexo.

- 3.8. Se totaliza la cantidad de horas-hombre de mantenimiento tanto para las inspecciones como para los trabajos de reparación que se deben ejecutar en el año.
- 3.9. Debe incrementarse el valor resultante del paso anterior con un tiempo que es necesario para la eliminación de fallos después del mantenimiento o entre trabajos de reparación, por grupo de importancia. Se obtiene multiplicando el total de horas-hombre de mantenimiento por el coeficiente de reparación de defectos, que se puede observar en la **tabla G** del Anexo.
- 3.10. La laboriosidad total necesaria sería el resultado de sumar para todos los grupos, los resultados de los pasos 3.8 y 3.9

4. Determinación del personal capacitado para las actividades de mantenimiento

A partir de la carga de trabajo calculada en el paso anterior, teniendo en cuenta el fondo de tiempo laboral anual de cada trabajador se determina el número de trabajadores directos que haría falta para desarrollar el plan de mantenimiento, el que debe desglosarse por grupos: personal para la inspección y personal para la ejecución de los trabajos de reparación y de corrección de fallos, en cuanto a los equipos del Grupo I. La proporción entre especialidades (mecánicos, electricistas, y otros), así como las cantidades de otros trabajadores (dirigentes, administrativos, y otro personal indirecto) puede estimarse con arreglo a las normativas conocidas para el MPP. Similarmente se calcula el personal requerido para la atención a los equipos de los grupos II y III. En síntesis los pasos serían:

- 4.1. Se divide el tiempo total de mantenimiento (resultado del paso 3.10) por el fondo de tiempo de trabajo anual de un trabajador para obtener la cantidad de trabajadores directos necesarios para el mantenimiento.
- 4.2. Se distribuyen los trabajadores por grupo según las necesidades (en trabajadores para la inspección y obreros para las reparaciones y correcciones de fallos).

4.3. Se determina la cantidad de personal necesario por grupo, dividiéndolo en mecánicos y electricistas. Se determina también la cantidad de otros trabajadores (técnicos y ayudantes) que no tiene en cuenta la metodología en los cálculos de los pasos anteriores.

4.4. Se introducen ajustes, según los mejores criterios y (o) experiencias, por concepto de aprovechamiento de la jornada laboral, ausencias por distintas causas y organización del trabajo prevista, teniendo en cuenta el tipo de reserva de fuerza de trabajo con que se prevé contar.

5. Confección del plan de trabajos de mantenimiento

Para los equipos del Grupo I se establecen las inspecciones a realizar en los períodos que se fijen (mes, bimestre, etc.).

Se establece alguna previsión en cuanto a trabajos de reparación, aunque solo se ejecutará aquel que realmente se deduzca de los diagnósticos. Para los equipos del Grupo II se elabora el plan como tradicionalmente para el MPP. Para los equipos del Grupo III no hay un plan específico, se atienden contra avería; para esto se incluyen en los cálculos de fuerza de trabajo (y de otros recursos, lógicamente) las reservas consideradas razonables. En todos los casos se coordinaría los trabajos entre la subdivisión organizativa encargada de mantenimiento con la subdivisión de producción, según lo implícito en el sistema regulado.

1.1.1 El proceso de Mantenimiento

Un proceso se debe conceptualizar por ser sistemático para la correcta disposición de recursos y que debe asegurarse el constante y adecuado desempeño de los bienes y activos administrativos. El corregir constantemente no debe interpretarse como una excelente oportunidad de mejora y cambio para ser considerado el proceso de mantenimiento de manera correcta ante la generación de la confiabilidad.

Cualquier proceso que se realice en mantenimiento se basa en asegurar la confiabilidad en los equipos, sistemas y máquinas de una manera sistemática, segura y al menor costo posible.

Existen gestiones que se rigen por elementos modernos en la aplicación del mantenimiento (Mantenimiento Preventivo, Predictivo, RCM, por ejemplo) y hay otros que en los tiempos actuales se aplican como correctivos que lamentablemente generan altos costos. Sobre la base de los fundamentos antes tratados, vale la pregunta ¿Se trabaja con calidad o no?

No es menos cierto que la calidad contribuye como proceso continuo a aplicar elementos de la reingeniería de sistema, tendientes a lograr un mejoramiento sustancial de la economía de los recursos, por lo que la incidencia de la actividad de mantenimiento es obvia, no obstante se conoce que no siempre la calidad es interpretada como una fortaleza en una empresa y mucho menos en el mantenimiento. Se considera que pueden realizar labores de mantenimiento siguiendo procedimientos básicos y simples, por ejemplo, en las inspecciones, utilizando manuales no obstante, la correcta disposición de toda esa información y aplicación de procedimientos claros y bien definidos, hace que el personal desarrolle una labor de manera consistente respetando los estándares previamente definidos, obteniendo necesariamente resultados de gran calidad. Este ejemplo no siempre es la generalidad en las empresas pues los controles, equipamiento y codificación son insuficientes.

La calidad del mantenimiento está en las personas, en cada uno de sus actos, en la aplicación de herramientas de análisis adecuadas, en la obtención de resultados sobre la base del raciocinio y no a la improvisación y al azar, como es habitual ver en muchas empresas.

La adecuada disposición de procedimientos y la sistematización de los procesos aseguran la reproducibilidad de acciones con lo cual se garantiza la calidad, y por ende se solventa la necesidad del cliente, la confiabilidad que debe generar el proceso de mantenimiento.

Como se ha mencionado previamente, cualquier proceso de calidad busca consistencia, reproducibilidad y el respeto de estándares e indicadores previamente definidos. Todo

lo anterior se obtiene con adecuada documentación, procedimientos correctos originados por el análisis, la investigación y la adecuación de diferentes situaciones dentro de un marco de perfeccionamiento.

Será fácil de ahora en adelante basarse en un patrón fundamental que sugiere para desarrollar en el mantenimiento una sistematización del proceso de calidad en las labores. Basta solo recordar cuatro palabras que por sí solas engloban toda la magia que origina un buen resultado: planificar / hacer / revisar / corregir errores.

Hay muchos modelos estándar para lograr mejoras y todos proporcionan un conjunto repetible de pasos que pueden ser aprendidos y seguidos por un individuo o diseñado por un equipo. Esta secuencia de pasos para procurar la mejora es solo uno de los muchos modelos que incluyen tareas típicas usando herramientas que en ocasiones no son sofisticados. Siguiendo este modelo se puede establecer un lenguaje común en la organización de mantenimiento accesible para cualquier unidad organizativa.

Este es un proceso sencillo para desarrollar adecuadamente un proceso, no importando que tan grande o pequeña sea la acción que se esté desarrollando. Por su actualidad a continuación se detalla un poco los pasos que se siguen en este proceso de mejora continua sugerido por Deming.

Planificar.

Cada una de las acciones o atenciones que requieren los equipos, las modificaciones que se realicen a los sistemas así como los proyectos que se ejecuten deben poseer un proceso concreto de planeación para ubicar en esta fase las potencialidades, obstáculos que se han de superar e incluso valorar todos los recursos requeridos y existentes.

La planeación adecuada buscando un resultado de calidad se basa en la aplicación de tecnologías adecuadas, trabajo interdisciplinario y en equipo, la formulación de puntos de control que sean para el proceso enriquecedores y que revelen precisamente si se trabaja con el concepto de calidad o si se es distante a él.

En caso de que se tenga un problema o fallo en un equipo, se puede conceptualizar el planear como la búsqueda de solución a un problema respetando las siguientes recomendaciones:

Seleccione el problema de manera concreta y describa la oportunidad de mejora sugerida. Para esto es necesario analizar las variaciones en indicadores que se lleven del sistema.

Buscar un grupo interdisciplinario que pueda aportar ideas claras y ser concreto en lo que se analiza.

La creación de Tablas de funcionamiento, análisis causa –efecto, costo –beneficio entre otros, son elementos fundamentales para ubicar soluciones satisfactorias.

Pueden ser varias soluciones las propuestas, no obstante en el proceso de mejora continúa todo se debe experimentar y comprobar.

Hacer.

Simplemente es poner en práctica lo planeado, buscando siempre la eficiencia y el buen resultado en cada una de las acciones requeridas, sin dejar a un lado que se debe cumplir con los requisitos y criterios de aceptación ya delineados en la planeación. Se requiere dar un constante seguimiento al proceso de implementación, recordando que mediante la medición se puede determinar adecuadamente si algo es bueno o no esta aplicación es la esencia del mantenimiento predictivo o bajo condición.

Evaluar.

No es más que decir si los resultados cumplen con los requisitos y criterios que en un principio se definieron. Se debe partir de la objetividad, de allí que es vital que la medición se base en géneros cuantitativos en vez de cualitativos.

Realizar un trabajo, una reparación, modificación, proyecto u otro, y dar como resultado que todo funcione, no necesariamente indica que fue de calidad el trabajo y que se haya cumplido adecuadamente el proceso de calidad. Todo debe enfocarse principalmente en función de que si se cumplieron tanto los procedimientos establecidos junto con los requisitos predefinidos y lo que es más importante; si se logró la satisfacción de nuestro cliente.

Corregir errores

En el proceso de Mantenimiento hay cosas que no salen como son esperadas, más la perseverancia y el mejoramiento ha de ser un aliado en cualquier labor a desempeñar, en especial en la aplicación de un servicio técnico determinado donde la satisfacción del cliente es esencial, de ahí la competitividad del producto.

La calidad dentro del proceso de Mantenimiento se logra siendo constante en cada uno de los procedimientos desarrollados y para ello se requieren métodos definidos, procedimientos escritos y detallados, documentación, capacitación, medición y control, ya que todo aquello que no se puede medir, indudablemente no se puede mejorar.

Es necesario reforzar el proceso cotidiano si ya se está dentro de un marco de trabajo como se ha descrito o iniciar si es que no se tiene absolutamente nada, porque al igual que sucede con las empresas que no implementan procesos y normas de calidad adecuados tienden a desaparecer y necesariamente el proceso de mantenimiento hará que sucumba e influya negativamente en la organización.

No obstante se debe aclarar que no necesariamente lo aquí escrito es la línea recta a seguir, pero sí, en el ámbito profesional se ha visto que da resultado seguir un proceso de calidad entorno al mantenimiento, y su proceso, los elementos mencionados y los que nos son conocidos comprueban que este trabajo es un proceso completo de calidad para indudablemente lograr la calidad deseada./9/

Características de los componentes del sistema de mantenimiento técnico y reparación.

Asentamiento: Producto del proceso de construcción en la superficie de las piezas o elementos constructivos queda ciertas asperezas o huellas de las herramientas de elaboración, por lo que pasa a eliminar las mismas y aumentar las superficies de contacto entre las piezas, mejorando la lubricación y aumentando el coeficiente mecánico se realizan los asentamientos.

Mantenimiento técnico programado: Encierra un conjunto de operaciones tendientes a prever las roturas y desperfectos, así como el desgaste que puedan tomar los mecanismos, uniones, conjuntos de las máquinas. Se realizan por motor- horas, rectorías elaboradas, kilómetros recorridos, galones o kilogramos de combustible consumido.

Chequeo técnico: Se hace con el objetivo de comprobar si las condiciones que posee la máquina para la explotación, concuerdan con las requeridas./22/

1.2 Fundamentos teóricos acerca del diagnóstico técnico. generalidades.

La introducción del diagnóstico técnico pudiera parecer algo complicada, sin embargo el actual desarrollo científico técnico en la rama petrológica permite encontrar soluciones aceptables al buscar las irregularidades que afectan el correcto funcionamiento de las máquinas.

El diagnóstico técnico consiste, en primer lugar, en descubrir los desperfectos ocultos de las máquinas y su origen así como analizar y valorar los resultados obtenidos, sobre cuya base es posible establecer si el mecanismo o grupo diagnosticado necesita o no de alguna operación de mantenimiento o reparación.

1.2.1. Clasificación de los diagnósticos técnicos.

El diagnóstico técnico se puede clasificar en subjetivo y objetivo, según los medios a utilizar:

I_ Diagnóstico subjetivo: En este caso los resultados dependen de la experiencia del personal que lleva a cabo la inspección, quien a través de los sentidos determina posibles fallos, tales como temperatura, vibraciones, fugas, etc. O empleando aditamentos sencillos para identificar la señal, como pueden ser: un destornillador, una varilla de madera, entre otros, también se puede acudir al empleo del compartimiento del equipo a través del análisis de los registros primarios.

II_ Diagnóstico objetivo: En este caso se utilizan diferentes instrumentos y medios con el objetivo de obtener datos que den una medida del estado de los componentes. Este diagnóstico se realiza con el equipo funcionando o parado.

El diagnóstico de explotación persigue objetivos más amplios, ya que nos da las bases técnicas para elaborar y utilizar prácticamente los métodos para comprobar periódicamente la fiabilidad y disposición técnica de los agregados, para determinar la correspondencia de las características y parámetros con los valores trabajos de mantenimiento y reparación con el fin de aumentar la durabilidad, fiabilidad y seguridad del movimiento./1/

1.2.2 Importancia del diagnóstico técnico como método de mantenimiento y reparación

Como ya se señalaba anteriormente el diagnóstico técnico debe garantizar, el conocimiento de los síntomas que reflejan el estado técnico de los mecanismos principales del equipo; conocer los valores límites de estos síntomas, que determinan la necesidad de las operaciones técnicas o de su rechazo; conocer el ritmo de variación de los síntomas que determinan el recurso de trabajo antes del mantenimiento o reparación planificada. De igual forma se ajusta el cumplimiento de sus principales objetivos que son:

La elevación de la fiabilidad y la seguridad de la máquina en la explotación gracias a la detección oportuna de sus desperfectos y la prevención de los fallos de sus mecanismos.

El aumento de la durabilidad y un control del consumo de las piezas de repuesto por disminución de los casos de desmontaje primitivo de los mecanismos para ser reparados o reemplazados y por la aminoración del ritmo de desgaste de dichos mecanismos producto a que se trabajan con desperfectos.

La reducción de los gastos laborales para el mantenimiento técnico y la reparación de la máquina o mecanismo gracias a la disminución del volumen de reparaciones eventuales y de operaciones innecesarias de mantenimiento.

La disminución del consumo de combustible gracias a la posibilidad de descubrir y eliminar defectos difíciles de detectar en diferentes sistemas.

La elevación de la calidad del mantenimiento y la reparación y, consecuentemente, la reducción de los costos de explotación de la máquina.

Con el aumento del parque de máquinas agrícolas, crece el papel de la introducción del diagnóstico técnico en las empresas y complejos agro-industriales como vía de elevar el nivel de explotación óptima de estos, de igual forma surge la preocupación de seleccionar por parte del hombre a que conjunto será factible aplicar la técnica de referencia y buscar la forma de adecuar aquellos puntos en mecanismos o conjuntos que no sean diagnosticables conociendo de ante mano los equipos con que se cuenta.

Los síntomas de diagnóstico están compuestos por tres elementos:

El objetivo diagnosticable, el medio de diagnóstico técnico empleado para comprobarlo y el operador. De forma general se entiende por diagnóstico técnico todo el proceso investigativo y de análisis lógico que se hace sobre la determinación de cualquier irregularidad y el estado técnico del equipo./3/

1.2.3 Relación del diagnóstico técnico con el ciclo de mantenimiento y reparación de los equipos.

El efecto del diagnóstico técnico solo se puede evaluar cuando se considere este como un sistema dentro de las tareas de mantenimiento y reparación; en la actualidad esta actividad toma una gran importancia en el ámbito internacional y esto se debe a que

todos los países luchan por incrementar la productividad de las máquinas y obtener mayores rendimientos.

La misión de este diagnóstico es evitar reparaciones antes de tiempo, las que mundialmente se encuentran en el término de un 40%. En Cuba las investigaciones han comprobado que con la introducción del diagnóstico al nivel de empresa agrícola, solo 16% de los motores a los cuales le pertenecía la reparación capital fueron enviados a ella, un 20% necesitaba una reparación ligera y un 62% pudo continuar sin dificultad su trabajo. La aplicación de las técnicas de diagnóstico proporciona una serie de resultados que pueden hacer más eficientes los trabajos de mantenimiento y reparación, ya que se caracterizan por el estado técnico del equipo lo más real posible sin realizar desarmes innecesarios y sin incurrir en gastos por concepto de piezas de repuesto, combustible y recursos importantes más de los necesarios que se derivan del diagnóstico. /18/, /26/

1.3 Consideraciones generales acerca de la fiabilidad.

La teoría de la fiabilidad se considera una ciencia de ingeniería relativamente joven que se ocupa precisamente del estudio del comportamiento de los artículos en la explotación, vale decir, del cambio de su calidad en el tiempo: la fiabilidad es una cualidad del artículo analizado, la cual se manifiesta de forma diferente en dependencia de las condiciones concretas en que se use el mismo y, además es variable en el tiempo.

El desarrollo alcanzado por la Revolución Científico técnica exige un aumento considerable de la fiabilidad de los artículos, lo que puede lograrse mediante el desarrollo de los fundamentos teóricos del diseño de los artículos, a fin de asegurar los requisitos prefijados a la fiabilidad y adopta las medidas necesarias que conducen al perfeccionamiento de los métodos de diseño, producción y utilización de los artículos.

La fiabilidad se define como la capacidad del artículo de cumplir las funciones asignadas conservando en el tiempo los valores de los requisitos de utilización establecidos dentro de los límites fijados en correspondencia con las condiciones establecidas.

La fiabilidad es una propiedad compleja, en dependencia del artículo y su utilización puede incluir índices de operatividad, y durabilidad, mantenibilidad y conservabilidad por separado o una combinación determinada de estas propiedades tanto del artículo como de sus partes y componentes.

Un concepto básico dentro de la teoría de la fiabilidad lo constituye el fallo, este se define como la pérdida total o parcial de la capacidad de trabajo de un artículo, o sea, a un estado tal que impida realizar su trabajo manteniendo sus parámetros de funcionamiento dentro de los límites establecidos por las especificaciones técnicas.

Los índices simples de fiabilidad (operativa, durabilidad, conservabilidad y mantenibilidad), están compuestos por un grupo de subíndices que caracterizan una propiedad específica contenida dentro del índice que se analiza.

Dentro de los índices complejos de fiabilidad está el coeficiente de disponibilidad operativa y el coeficiente de utilización técnica; por las características de nuestro trabajo, el primero de estos índices constituye el más importante, pues su valor permite estimar hasta que grado el equipo está apto para el trabajo en un momento arbitrariamente escogido, excepto en los periodos de mantenimiento, en el transcurso de los cuales la utilización del equipo no se prevé. /21/

1.3.1 El diagnóstico técnico y su inserción en la teoría de la fiabilidad.

Actualmente los sistemas de mantenimiento técnico y reparación no se basan lamentablemente en el análisis técnico de la construcción de la máquinas y de las investigaciones del desgaste ni en las leyes de variación de sus parámetros iniciales a

medida de su uso, sino que se considera que los datos prácticos son suficientes para el diseño de estos sistemas, elemento que no se puede ser considerado como único cuando de ciencia se trata.

Existe una amplia teoría del mantenimiento, en especial en la maquinaria automotriz siendo menor en el campo de la maquinaria agrícola, lo cual se debe revertir, por lo que se considera errónea la opinión de que como los rangos de tolerancia y precisión son más amplios no es necesario contar con un equipamiento petrológico de alturas como en otros casos y las medidas no son tan definitivas. A esta realidad hay que imponerse, pues al fin y al cabo nuestros países subdesarrollados dependen de los resultados que obtengan de la agricultura, por lo que resulta importante contar con una maquinaria agrícola eficiente u competitiva.

La teoría de la fiabilidad se desarrolla en el entorno teórico del fallo, que es el hilo conductor del mantenimiento técnico en general, en su naturaleza, prevención, corrección y predicción.

De acuerdo con las diferentes causas de la alteración de la capacidad de trabajo, la funcionalidad de las maquinarias agrícolas se puede valorar desde el punto de vista de la fiabilidad elemental y la fiabilidad funcional. A la primera pertenece los fallos, para cuya eliminación es necesario el reemplazo de elementos; constructivos y a la segunda, los fallos que se eliminan con trabajos de regulación, limpieza u otros análogos.

Por lo general, el reemplazo (reparación) de los elementos se realiza por necesidad, o sea, cuando pierde su capacidad de trabajo. También se hace de forma preventiva en algunos casos cuando, por ejemplo, puede pronosticarse que está cercano a su estado límite mediante los métodos del diagnóstico.

Al adentrarse en la naturaleza del fallo se llega a conclusiones sumamente rigurosas que parten de la lógica de que existe una dificultad inicial, que debe ser hallada

investigando las funciones que determinan la existencia del elemento o sistema afectado por el fallo siguiendo o no un proceso de represión.

En las etapas de elaboración de un artículo, preproducción, producción y posproducción, existe la probabilidad de aparición del fallo y su traslación en el tiempo, debiéndose encontrar al final del proceso las siguientes soluciones de importancia.

El origen.

La solución.

La prevención del fallo.

Llegar a esto implica disponer de recursos y de un sistema de mantenimiento, diagnóstico y reparación, capaz de predecir cuando se debe proceder a sustituir el artículo con fallo o que va a fallar en el tiempo. El fallo demanda del trabajo más minucioso de perfeccionar, de una nueva tecnología y del perfeccionamiento de las condiciones de explotación, y dentro de este, de un sistema de mantenimiento técnico y reparaciones más objetivo y realista según las exigencias actuales.

El procedimiento de diagnóstico abarca un conjunto de operaciones de control que se realizan en un determinado orden (tecnología de diagnóstico). En el control o el diagnóstico se compara el estado real del sistema con su estado modelo, por eso los sistemas de control y diagnóstico puede considerarse como casos particulares de los modelos matemáticos que surgen cuando es importante investigar muchos objetos o problemas relacionados con ellos, así como cuando la investigación requiere de grandes gastos de tiempo y recursos.

El diagnóstico técnico está estrechamente relacionado con la teoría de la fiabilidad, la teoría de mantenimiento masivo y la técnica de sistematización, esta teoría de la fiabilidad estudia los diferentes sistemas para la determinación de las características de

los parámetros, al mismo tiempo el diagnóstico técnico es un medio para elevar la fiabilidad de los sistemas y prácticamente realiza las funciones de indicador de fallos.

La semejanza de la teoría de la fiabilidad y el diagnóstico se manifiesta en primer término en su tecnología como fallo, desperfecto, capacidad de trabajo y otros. La diferencia radica en que la teoría de la fiabilidad no incluye los medios Y métodos de medición para la búsqueda de desperfectos.

El diagnóstico no es una parte de la teoría de la fiabilidad, pues son dos disciplinas diferentes e independientes, pero estrechamente relacionadas. La teoría de la fiabilidad es la base teórica para la solución de un grupo de problemas de diagnóstico técnico.
/24/, /10/

1.3.2 Vías para la elevación de la fiabilidad técnica en las máquinas y equipos.

En el diseño.

Selección correcta del material.

Selección correcta de las condiciones de lubricación.

Selección correcta de las dimensiones de las piezas.

Selección correcta de la geometría de las piezas.

Selección correcta de las velocidades de trabajo de la pieza.

Selección correcta de las cargas de trabajo.

Selección correcta de las presiones de trabajo.

En la construcción:

Selección correcta del método de elaboración.

Variación de las propiedades de la capa superficial.

Buen acabado superficial y garantizar la intercambiabilidad.

Facilidad para el desarme y el arme de conjuntos y subconjuntos.

En la explotación:

Uso racional del equipo: cargas que elevadas y altas velocidades.

Implemento de las operaciones del servicio técnico.

Introducción del diagnóstico a las máquinas. /24/

1.3. La dimensión del mantenimiento.

Sabemos que el mundo está evolucionando de una manera veloz como nunca antes sucedió, afectando todos los ámbitos de nuestras realidades.

Desde luego, el mantenimiento no puede estar ajeno a ese cambio acelerado y por lo tanto, se ve influenciado y obligado a dinamizarse y ser creativo para dar la respuesta que de él se espera.

A continuación se presentan algunas ideas que revolucionarán en un sentido fundamental todos los sectores de la ingeniería de mantenimiento.

Es la intención reflexionar sobre estos aspectos, considerando ante cada uno de ellos si ocurrirá. " No importa si sucede tarde o temprano, solo piensen si ocurrirá. Si creen que

no, entonces no hace falta que cambie nada de lo que están haciendo. Pero si creen que sucederá, entonces solo es cuestión de tiempo, y deberían empezar a preparar el cambio desde ahora " /19/

La herramienta informática

Hoy el uso de la computadora como herramienta en el ámbito del mantenimiento se empieza a apreciar considerablemente. Unos la usan para programar los controladores lógicos programables (PLC), otros para llevar los controles y analizar tendencias y espectros de sus mantenimientos predictivos.

Y cada vez más la están utilizando para el mantenimiento de su compañía. En el futuro los trabajadores utilizarán cotidianamente una computadora para cumplir con sus tareas laborales.

" Las empresas dispondrán de un sistema nervioso digital con capacidad para funcionar de manera fluida y eficiente, para reaccionar con prontitud a las emergencias y oportunidades, para llevar con rapidez la información valiosa a los miembros de la organización que la necesitan, para tomar decisiones enseguida."

El personal de mantenimiento estará necesariamente inmerso en este medio, pues de lo contrario su contribución a la productividad de la compañía no será posible.

Las técnicas predictivas.

Cada vez se perfeccionan más, se simplifica la toma de las mediciones y su interpretación empieza a ser sencilla. Ya son utilizados por las empresas líderes quienes aspiren a mantenerse en estos competitivos mercados tendrán forzosamente hacer uso de ellas.

Son las herramientas utilizadas para monitorear el estado de los equipos, analizar los datos y de acuerdo con la tendencia, actuar. Son síntomas que ya hoy envían

información en tiempo real y que toman decisiones para interrumpir o no el funcionamiento de una máquina. Algunas de estas técnicas, como el análisis de vibraciones y el análisis de aceite, son antiguas; sin embargo han tomado en los últimos años un valor inusitado para la adecuada gestión.

Otras, como la termografía y el alineamiento por rayo láser, han irrumpido con gran fuerza y no se duda del importante aporte que están realizando.

Más novedosas resultan las herramientas diseñadas para el análisis de circuitos eléctricos, los cuales pueden identificar señales tempranas de un estado eléctrico o mecánico que conducen a averías en un circuito motor.

Es de esperar que pronto se harán de uso común técnicas como la de la utilización del boroscopio, y se desarrollaran con la aplicación de la tecnología nuevas alternativas de monitorización de la maquinaria, lo cual indicará en la forma de visualizar el mantenimiento.

Es fácil suponer que en el futuro los equipos y maquinaria vendrán con sus sensores de fábrica, los cuales estarán constantemente supliendo información en línea sobre el comportamiento de estas máquinas y, por lo tanto, se podrá actuar sobre ellas mucho antes de que se haga visible al operador.

Los progresos continuarán impulsando el desarrollo de componentes "inteligentes" que permitirán controlar los procesos productivos como la regulación de las tracciones o la sincronización de movimientos, los cuales serán monitoreados constantemente. /19/

1.4 El mantenimiento industriales Dimensiones, estrategias y cambios organizativos.

Existen varios tipos, formas o estrategias de mantenimiento que se pueden agrupar dependiendo de si actúan antes (preventivo) o después (reactivo) de producirse la avería.

El mantenimiento más tradicional es el mantenimiento curativo. Su objetivo es la corrección de una avería cuando ya se ha interrumpido el proceso productivo o cuando está a punto de producirse esta interrupción.

También el mantenimiento correctivo pertenece al grupo de mantenimiento reactivo. Este consiste en la realización de cambios en el montaje y la instalación de algunas partes de la máquina una vez que se detecta que estos provocan reiteradamente una serie de averías.

Las propias formas de mantenimiento preventivo están experimentando profundos cambios a raíz de la incorporación de la microelectrónica a los equipos. La desventaja del mantenimiento preventivo-sistemático radica en que se rige por un calendario de desgaste teórico de piezas pero no permite conocer cual es el proceso de desgaste real. Si bien la fijación del calendario de revisiones es producto de la experiencia práctica acumulada durante muchos años de observación y manejos de los equipos, no se puede evitar que se produzcan considerables diferencias entre el desgaste teórico y el real, es decir, que se cambien piezas antes de que estas hayan llegado realmente al final de su vida útil (problema del sobremantenimiento).

Esto cambia con la creciente incorporación de sensores micro electrónico en la estructura interna de los equipos que permiten obtener una información a tiempo real del proceso de desgaste efectivo de una serie de piezas y componentes críticos.

Últimamente se viene implantando también una nueva variante del mantenimiento reactivo que está llevando a relativizar los límites que existen tradicionalmente entre el preventivo y el reactivo. El llamado mantenimiento mejorativo consiste en la realización de mejoras de la geometría de las piezas con el fin no solo de reducir averías redundantes, sino también para mejorar el rendimiento de los equipos. Se diferencia del correctivo en que los cambios no se refieren al montaje o la posición de las piezas, sino a su propia estructura interna. Exige por tanto, la realización de trabajos de ingeniería de mantenimiento que penetran en la arquitectura de la máquina y que rigen de la cooperación técnica entre los fabricantes y los usuarios.

La termografía infrarroja juega un papel cada vez más importante en las labores de mantenimiento. Es un medio que permite identificar, sin contacto alguno, componentes eléctricos y mecánicos más calientes de lo que deberían estar identificando áreas de fallo inminente. Indica también pérdidas excesivas de calor que son síntoma de aislamiento defectuoso o inadecuado.

El uso de la termografía infrarroja permite la reducción de los tiempos de parada al minimizar la probabilidad de detenciones imprevistas. La termografía infrarroja aplicada a un programa de mantenimiento permite incrementar el tiempo de producción maximizando la disponibilidad de equipos, y mejorar la seguridad al detectar diseños o materiales defectuosos y monitorizar procesos de alto riesgo.

El gran valor de la termografía en las inspecciones mecánicas es el ahorro de tiempo a partir de la indicación clara del área del problema, más que la indicación de la causa del calentamiento en sí. Para ciertos componentes electromecánicos: la termografía es la única técnica de inspección que se necesita para determinar si son necesarios el mantenimiento o las reparaciones. Por ejemplo, un termo grama que indica puntos calientes en las escobillas de alimentación de un motor es una indicación de falta de contacto debido a desgaste desigual, y muestra la necesidad de rectificar el colector.

/20/

Mantenimiento predictivo.

Con esta técnica se predica el fallo, se interviene como consecuencia de una inspección, se logra el diagnóstico basándose en unos síntomas. Estos síntomas son medidos por el inspector con ayuda de aparatos y técnicas adecuadas. La inspección se realizará por el servicio de mantenimiento de una forma sistemática y con frecuencia predeterminada. No hay que olvidar que la validez del sistema se halla conectada a la corrección de la información recogida.

Es diferente que la inspección de la maquinaria haya sido hecha por el servicio de mantenimiento en una forma más o menos rigurosa para establecer el estado de la misma, que basarse precisamente en esta inspección para intervenir en ellas, con una estrecha subordinación al binomio intervención-inspección, ya que el éxito de la primera deberá valerse en la rigurosidad de la segunda. Ello comporta:

1. La sistemática rigurosa en esta función y así mismo una formal organización de las inspecciones.
2. La necesidad de una elevada fiabilidad del diagnóstico aun para los órganos de difícil accesibilidad, obliga al uso de aparatos en ocasiones muy sofisticados.

A) el programa deberá ser definido según las fases siguientes:

1. Experimentación.
2. Verificación del resultado técnico conjunto, que puede consistir en la comparación entre las máquinas que reparábamos antes y después de la introducción del MSC. Puede hacerse por máquinas homogéneas (bombas, motores).
3. Verificar el resultado global del sistema.

Es necesario realizar un buen tratamiento de la información, tanto de recogida de datos para mejorar la información previa a introducción como la de los resultados.

La organización del mantenimiento predictivo conlleva:

1. La creación del programa y del método de inspección con especificaciones de los órganos a inspeccionar.
2. La determinación, para cada uno de los órganos a inspeccionar en las máquinas críticas de los valores límites de aceptabilidad de las características o variable que medimos en la inspección (por ejemplo nivel de vibración, espesor de material, grado de impureza de un lubricante).
3. La determinación de la frecuencia de inspección.
4. El registro de datos.
5. La formación del personal afectado al servicio. /20/, /18/

CAPÍTULO II. La levadura Sacharomize y la producción de CO₂.

Consideraciones previas.

El tema de la producción de CO₂, a través de la fermentación alcohólica de una solución azucarada o también conocido por " método casero" tiene dos ventajas indudables:

1. Sencillez extrema.
2. Costo mínimo.

Si bien estas características, parecen haberle hecho popular, aun hay mucha gente que se pregunta que pasa realmente en el interior de su botella o que no entiende porque se le para, porque se activa demasiado pronto incluso porque no funciona.

Lo que ocurre en nuestras botellas o "reactores" es o que se conoce como Fermentación alcohólica. Es un proceso protagonizado y originado por un microorganismo, conocido como "Saccharomyces cerevisiae", que transformará la glucosa en diversos compuestos, de los cuales para nosotros solo tiene interés el CO₂.

La Fermentación alcohólica.

Si nos remontamos al origen etimológico de la palabra "fermentar", rápidamente podremos entender lo que acontece en un depósito de fermentación. La palabra "fermentar", procede del término latino "fervere" que significa "hervir". Dicha denominación nos hace una idea del aspecto que toma el líquido, aunque este caso la sensación de agitación se produce principalmente por el desprendimiento de CO₂, no exento de un desprendimiento de calor, de aquí que no es raro pensar que la observación del proceso, se llegase a este término. Así, lo que ahora conocemos como "levadura", antes de Pasteur era conocido como "fermento".

Es evidente que durante este proceso el líquido sufre una serie de cambios, entre los que más se evidencian está el cambio en su composición, pasando de un líquido en el que predominan los azúcares (agua + azúcar) a uno en el que predomina el etanol.

Podemos por tanto plantear la fermentación como el proceso donde la glucosa es transformada por un microorganismo en etanol y en una serie de componentes con especiales cualidades sensoriales (olor y sabor) y con desprendimiento de CO₂ y calor.

.....

Para hacernos una idea, la transformación de 1kg, de azúcar, produce, aproximadamente 500 a 520 gr. de alcohol y de 480 a 500 gramos de CO₂ .

Este mismo proceso acontece en la elaboración del pan, con la sutil diferencia que el etanol se evapora con el tratamiento térmico de la cocción y el CO₂, al escapar con dificultad entre la consistencia de la masa.

Que es que no es la levadura.

Denominaremos levadura al producto que ocasiona la fermentación "biológica" , mientras que llamaremos gasificantes los productos empleados para producir "hinchazón" o "elevación" en una masa sin llegar a transformar ningún componente del medio.

Levadura química o gasificantes se denominan, según El Código Alimentario Español, a los productos que contienen un componente alcalino (carbonato amónico o bicarbonato sódico) y uno ácido (cítrico, tartárico...) de modo que al disolverse en el agua de la masa y al someterse al calor, reaccionan entre ellos generando gas. Para que la reacción sea satisfactoria al agregar el agua a la masa el desprendimiento de gas debe ser mínimo.

Levadura biológica o levadura, es un ser vivo. El Código Alimentario define levadura prensada como el producto obtenido por proliferación del "Saccharomyces cerevisiae" de fermentación alta, en medio azucarados adecuados.

La levadura disminuye su actividad con el descenso de la temperatura siendo casi inapreciable a 2 °C. El tiempo de conservación de la levadura de panadería fresca, está en función del tiempo que hace que ha sido fabricada, además de la temperatura a que ha sido mantenida. Su conservación es de aproximadamente 2 semanas a 5 °C, pasado este tiempo el poder fermentativo va disminuyendo progresivamente. Es posible prolongar el tiempo de conservación si se mantiene a 1 °C. Congelada puede durar 3 meses, aunque el poder fermentativo se reduce casi la mitad.

2.3.1 La levadura

Recurriendo nuevamente a la etimología de las palabras, nuestro agente fermentativo es un microorganismo denominado "Saccharomyces, que significa "hongo del azúcar." Dichos microorganismos son seres unicelulares, pero con una evolución apreciable, de manera que les hace estar más cerca de la escala evolutiva de los vertebrados que de las bacterias, por lo que tendrán un metabolismo complejo, capaz de generar toda una serie de productos.

Dentro del género Saccharomyces (que engloba más de 20 especies), solo la S. Saccharomyces y la S. Bayanus, son importantes en la fermentación.

El crecimiento y desarrollo de la levadura, como cualquier microorganismo, está condicionado por un número de factores (sustancias nutritivas, factores de crecimiento) y condicionantes físico-químicos (temperatura, PH, aireación). Así llamamos "factor limitativo" a aquel cuya ausencia o modificación acarrea la detención del crecimiento, evitando la ausencia de estos factores conseguiremos que todo se desarrolle según nuestros intereses.

Otra cosa que hay que tener claro que si colocamos algunas levaduras en un medio de cultivo (en nuestro caso la solución de agua y azúcar), estas se multiplicaran hasta el momento en que un factor limitativo alcanza un valor crítico (por ejemplo demasiado alcohol).

Es importante tener claro que el desarrollo de la levadura y la fermentación están íntimamente ligados. Si tratásemos curvas de la multiplicación de la levadura en función del azúcar fermentado, veríamos que ambas son siempre ascendentes, o dicho de otra manera, el azúcar se transforma a medida que las levaduras se multiplican. Por lo tanto la fermentación será más rápida, cuando las levaduras se reproducen con rapidez.

En nuestro caso es importante transformar todo el azúcar, por lo que debemos intentar que las levaduras puedan multiplicarse hasta agotar ese sustrato (azúcar), a pesar del alcohol producido.

Necesidades de la levadura.

_ HUMEDAD.

En nuestro caso no es un problema... están en una botella llena de agua, _) _)

_AZÜCAR:

En principio tampoco es problema, es barato e incluso es normal añadirlo en exceso (ver los inhibidores).

_OXIGENACIÓN:

La limitación de la aireación, hace que la fermentación sea más lenta, las tasas de fermentación son menores (se fermenta menos azúcar), con lo que será difícil transformar todo el alcohol.

Si sometemos a la solución a una aireación constante. Obtendríamos un incremento en el crecimiento de las levaduras y más rápidas es la descomposición del azúcar.

La fermentación se inicia espontáneamente y se desarrolla con rapidez, tanto mayor cuanto mejor aireada están las levaduras.

La fermentación es siempre "más completa" en contacto con aire, pero más rápida. Por lo tanto produce más alcohol y CO₂, pero muy poco tiempo.

La fermentación al abrigo del aire, se detiene antes del agotamiento del azúcar, pero produce menos alcohol y menos CO₂.

Se podría pensar en los beneficios de realizar una fermentación en contacto con el aire, pero en nuestro caso, implica el problema del control de la producción de CO₂, que se complica (en la actualidad estoy haciendo pruebas con aireaciones momentáneas, intentando con esto que la mayor proporción de levaduras continúen vivas y activas hasta el agotamiento total del azúcar).

_TEMPERATURA

Las levaduras tienen su óptimo de intensidad fermentativa, aproximadamente a los 35 °C, teniendo en cuenta los probióticos de las mieles. **(Ver anexo # 1)**

La fermentación es el doble de rápida a 30 °C, que a 20 °C, o lo que es lo mismo, por cada grado que se eleva la temperatura las levaduras transforman el 10 % más de mieles en el mismo tiempo.

Una tonelada de mieles finales de mieles, fermentaría en 3 o 4 días a 30 °C, tardaría 15 días a 20 °C pero semanas a 10 °C. (Ver anexo # 2).

La mayoría de las Saccharomyces tienen su máximo de desprendimiento de CO₂ a 20 °C.

La sensibilidad del alcohol por parte de la levadura aumenta con la temperatura.

NITRÓGENO

El nitrógeno amoniacal o catión amonio son de rápida asimilación para las levaduras.

ACIDEZ.

Se fermentan más azúcares en un medio neutro que en uno ácido.

Para su crecimiento, la levadura tiene un óptimo de PH entre 4 y 6. Un PH alcalino ralentiza el crecimiento de las levaduras.

INHIBICIÓN DE LAS LEVADURAS:

Entendemos por inhibición como la detención de la actividad de las levaduras, retardo e impedimento de su desarrollo y por lo tanto, de la fermentación.

La fermentación ralentiza e incluso se para, principalmente por 2 razones:

Agotamiento de algún elemento necesario (oxígeno, sustancias nitrogenadas...)

Formación o presencia de sustancias inhibitoras (alcohol, CO₂...)

Respecto a las primeras, ya se ha comentado algo al respecto anteriormente.

ALCOHOL.

La resistencia al alcohol, depende de cada levadura.

La proporción de azúcar transformado y el alcohol formado, disminuye en presencia de un medio parcialmente alcoholizado (atención a los que se plantean el cambio de parte de la solución de agua y azúcar).

CO₂.

Solo en casos en que se produce la fermentación bajo presión, puede ser un factor importante, llegando a para la fermentación. Si el CO₂ escapa libremente, carece de importancia.

AZÚCAR.

El exceso de azúcar, puede paralizar o impedir la fermentación, basándose simplemente en el fenómeno de la osmosis. Así es fácil deducir que no por añadir más azúcar obtendremos más alcohol y por tanto más CO₂. **(Ver anexo # 3).**

En enología se conoce como grado alcohólico probable el resultado de dividir la concentración en gramos por litro de azúcar por 17. Si pensamos en las graduaciones normales de los vinos jóvenes (aproximadamente de 10 a 12^o), es fácil deducir la cantidad de azúcar apropiada que deberíamos de añadir.

DOSIFICACIÓN.

En las industrias las dosis de levaduras varían de 150 a 300 gr. De levadura seca por hectolitro. O de 0,3 a 0,5 litros de levadura líquida por hectolitro.

La dosis está en función de la temperatura, duración de la fermentación y densidad del mosto. Es inversamente proporcional a las dos primeras y directamente proporcional a la última. /13/

CAPÍTULO III. Análisis de los resultados y nuevas propuestas.

Descripción de la empresa.

La entidad donde se realizó el presente trabajo de diploma perteneciente a la empresa azucarera Urbano Noris del mismo municipio, es nombrada U.E. B (Unidad Empresarial de base) de Derivados es subordinada al ministerio del azúcar (MINAZ), se encuentra ubicada en calle 8 sur S/N % 1ra y 3ra San Germán municipio Urbano Noris, Holguín. La misma presenta una estructura elaborada fundamental en tres áreas de trabajo.

1. – Destilería
2. –Fábrica de Ron.
3. –Dirección.

Dentro de la UEB Derivados, se encuentra la planta de dióxido de carbono estudiado en el presente documento.

La producción mercantil de la entidad es de cuatro millones setecientos veintisiete mil cuatrocientos pesos con un costo anual de producción de tres millones cuatrocientos seiscientos un mil pesos, los gastos en reparaciones y mantenimiento son de un millón ocho peso, y el costo de una reparación capital es de catorce millones trescientos mil pesos.

La unidad cuenta con cien trabajadores distribuidos de la siguiente forma:

- 1_ Dirección 7
- 2_ Economía 6
- 3_ Fábrica de Ron 13
- 4_ Brigada de aseguramiento 7
- 5_ Brigada de mantenimiento 13
- 6—Custodio 25
- 7_Recuperación de levadura 1

8_ Laboratorio 6

9_Planta de CO2 7

10--Turnos de producción 28

El plan de producción de la fábrica es de sesenta y cuatro mil hectolitros de alcohol a 100.

Plan de producción del 2011 (Ver anexo # 4)

El valor de los medios básicos existentes en la asciende a nueve millones noventa y ocho mil novecientos cincuenta y cinco pesos con cuarenta y seis centavo y como medio de transporte presenta una máquina, un tractor y un monta carga donde la máquina es utilizada por la dirección, el tractor para todas las actividades de servicio y el montacargas para todas las actividades que requieran de su uso dentro de la unidad.

/5/

Caracterización del régimen de explotación del equipo analizado.

El régimen de explotación es las veinticuatro horas del día en tres turnos de ocho horas de tres a.m. a once a.m. de once a.m. a siete p.m. y de siete p.m. a tres a.m. y así sucesivamente con una productividad de cuatro a seis toneladas CO2 por cada veinticuatro horas de trabajo.

Consumo de Combustible.

Se consume dos tipos de combustibles ambos aceites:

1. Aceite de refrigeración ICEMATIC-99 para compresores de amoníaco con una cantidad de cuarenta litros.
2. Aceite IP-90 para compresores de CO2 con una cantidad de treinta litros.

El consumo de corriente es de entre ciento diez y ciento treinta Kw./h.

También se consume en pocas proporciones y que no son controladas la grasa de baja temperatura y el aceite de transmisión.

El consumo de amoníaco es de 12 balones de 15 kg. Cada uno.

Caracterización del personal.

En la planta directamente a la producción trabajan cuatro personas que son operadores ellos son:

Datos Personales:

Nombre	Nivel Escolar
Aidel Mesa Peña	Doce grado
Fidel Hernández Cruz	Técnico Medio
Aldo Pupo	Doce grado
Octavio Peña Peña	Técnico Medio

Sistema de estimulación.

Existen en la unidad cuatro sistemas de estimulación ellos son:

- 1- Sistema de pago por coeficientes normativos de salario por peso de producción planificada.
- 2- Sistema de pago por el índice de satisfacción del cliente comedor.
- 3- Sistema de pago por indicadores generales y deficiencias.
- 4- Sistema de pago por indicadores específicos de la producción por los servicios (CVP) hasta el límite del 30 %

3.3.2. Satisfacción con la labor que realizan.

Prácticamente la gran mayoría se siente satisfecho con la labor que realizan, pues se sienten comprometidos con ella y se sienten con los sistemas de estimulación de los que son beneficiados.

Caracterización del estado técnico de los equipos.

El estado técnico de los equipos analizados en la planta de CO₂ es crítico por que la mayoría de ellos están en muy mal estado.

Torre de lavado: Falta de anillo rachín y falta de bombas de 3 m³

Gasómetro o valón: Está en completo deterioro.

Compresor de dióxido de carbono: los intercambiadores de calor se encuentran en deterioro por completo.

Baterías de purificación: silicagel A y silicagel B en mal estado al igual que el carbón activado.

Licuo factor o intercambiador de calor: Está en completo deterioro.

Compresores de refrigeración: falta de aros de compresión y de engrase.

3.4.1. Parámetros de diagnósticos.

Los parámetros de diagnóstico fundamentales que se miden en la planta son la presión y la temperatura.

3.4.2. Instrumentos empleados para diagnosticar.

Los instrumentos empleados para diagnosticar el funcionamiento de la planta son fundamentalmente los termómetros, manómetros y barómetros.

3.5. Análisis del sistema de mantenimiento actual de la planta.

En el sistema de mantenimiento actual dentro de la planta se realizan una reparación al año y no tiene plan de mantenimiento previo mensual.

En la actualidad no existe un ciclo de mantenimiento actual para la protección de los equipos y aumentar la productividad de dicha planta.

3.5.1. Pasos que se realizan en el mantenimiento previo mensual.

_Bomba de torre de lavado.

- 1_ Revisión de rodamiento.
- 2_ Ajuste de prenses topa o cambio si se requiere.

_Compresor de CO2.

- 1- Revisión de rodamiento.
- 2- Limpiezas de las válvulas de admisión.
- 3- Limpieza de las válvulas de compresión.
- 4- Revisión del sistema de lubricación y rellenarlo si se requiere.

_ Soplador.

- 1- Revisión de rodamiento.
- 2- Revisión del sistema de lubricación y cambio del lubricante si lo requiere.

Compresor de refrigeración.

- 1- Limpieza del condensador del sistema de refrigeración.
- 2- Revisión de las válvulas de admisión.
- 3- Revisión de las válvulas de compresión.
- 4- Revisión de los sellos.
- 5- Revisión de los niveles lubricación y rellenarlo si se requiere.
- 6- Limpieza de las trampas de aceite.

_Bomba de despacho de CO₂, líquido.

- 1_ Revisión de rodamiento.
- 2_ Revisión de los sellos.
- 3_ Revisión de lubricantes.

3.6. Identificación de las piezas de repuesto básicas y críticas.

1_Torre de lavado.

Falta de anillos rachín y bomba de 3 m³

2_Gasómetro o balón deficiente.

Haberse averiado varias veces y se a pegado poniéndose varios parchos.

3_ Compresor de CO₂.

Cilindro de segunda etapa deficiente.

Falta de aros de primera segunda y tercera etapa.

Falta de empaquetadura de grafitos.

Ovalidad y conicidad en las camisas de primera segunda y tercera etapa.

4_ Baterías de purificación.

Silicagel A y silicagel B en mal estado.

Carbón activado en mal estado.

5_ Condensador de CO₂.

Falta de manguitos de copa del compresor de amoníaco.

Flapper de alta y de baja en mal estado.

De seis electros válvulas una quemada.

7_ Condensador del recipiente # 1.

Falta de insolación.

Todas las piezas de repuesto necesitadas por la planta son de importación es decir provienen del extranjero excepto el carbón activado pues es de producción nacional.

3.7. Principales desperfectos técnicos, causas que lo originan y como se solucionan.

Los principales desperfectos técnicos por los cuales pasa la planta son los siguientes:

1_ Insuficiencia en el lavado del CO₂.

Causa: por la falta de anillos rachín.

Solución: compra de anillos rachín.

2_ Rotura del gasómetro o balón.

Causa: por encontrarse en mal estado y tener más de una década de uso.

Solución: con la aplicación de parchos y la puesta de una válvula de seguridad.

3_ Ponche del serpentín de primera, segunda y tercera etapa:

Causa: por la tubería encontrarse en muy mal estado.

Solución: con la aplicación de soldaduras.

4_ Contaminación del aceite IP_90 del compresor de CO2.

Causa: fundamentalmente por la entrada de agua al compresor donde se encuentra el aceite.

Solución: con el cambio del aceite contaminado por el mismo aceite sin contaminar.

5_ Mala purificación del CO2.

Causa: por el carbón activado y el silicagel A y el silicagel B encontrarse en mal estado.

Solución: con el cambio del carbón activado del silicagel A y el silicagel B.

6_ Contaminación del aceite ICEMATIC_99 del compresor de amoníaco.

Causa: por la penetración de sustancias ajenas contaminantes en el aceite no contaminado.

Solución: con el cambio del aceite del compresor por el mismo aceite no contaminado.

7_ Falta de frío.

Causa: por la falta de insulación de varias tuberías y del condensador de CO2.

Solución: con las insulación de las tuberías que falta por insular y la del condensador del CO2.

8_ Tupición de algunas tuberías tanto de agua (H2O) como de CO2 de cómo y de amoníaco (NH3).

Causa: por las incrustaciones e existentes en ellos tanto de agua como de cómo de CO₂ y de amoníaco (NH₃).

Solución: con golpes de martillos y penetración de agua (H₂O) a alta velocidades y presiones.

9_ Salideros en las tuberías de agua, CO₂ y amoníaco (NH₃).

Causa: por las tuberías encontrarse en muy mal estado.

Solución: con la aplicación de cordones de soldaduras y sustitución de tramos deteriorados.

3.8. Herramental. Accesorios e instrumentación.

Toda la instrumentación es importada del extranjero y los instrumentos en falta son:

1. Los termómetros: con escala de -50 a 50 °C.
2. presostato de amoníaco: que mide el diferencial de aceite, con una escala de 0 a 10 kg.F / cm².
3. Termostato con escala de 0 a 35 °C.
4. Manómetro de amoníaco en una escala de 0 a 20 kg. F /cm².
5. Manómetro de contacto eléctrico con escala de 0 a 20 kg. F /cm².
6. Manómetro de mercurio para medir la cantidad de CO₂ producido con escala de 0 a 600 mm. (Ver anexo # 5).

3.8.1. Herramental.

- _Juego de llave española de 8 a 32 mm.
- _Juego de llave estría o de ojo de 8 a 32 mm.
- _ Juego de llave de cubo.
- _ Juego de llave allien.
- _Martillo mecánico.
- _Palancas

_Agujas.

_Extractos de coupling.

3.8.2. Accesorios.

_ Juego de empaquetadura de grafito.

_Juntas de amianto.

_Empaquetaduras de hilo grafitado.

_ Empaquetaduras de teflón grafitado.

_Recipientes para lubricantes.

3.9. Elaboración de la documentación técnica de las máquinas y equipos.

(Ver anexo # 6).

Esta planta fue construida con equipos que son provenientes del mismo país (Alemania) y del mismo año (1992). /6/

3.10. Análisis de los resultados y propuestas de mejoras para la estructura organizativa.

3.10.1. Evaluación del proceso de mantenimiento actual con vista a los nuevos planes de mantenimiento predictivo.

- Se hizo una caracterización de la empresa, área, talleres y máquinas, con vista a mejorar su estructura, detectándose que existen problemas organizativos y de control de los medios y materiales.
- Al hacer un análisis del sistema de manteniendo actual de la empresa en función de los estudios de explotación se detectó que:
- No existían los planes de explotación y mantenimiento definidos para cada ua de las máquinas. Los mantenimientos se realizaban fundamentalmente basados en la experiencia de los mecanismos y operadores.
- No se tiene definido un ciclo de mantenimiento ni las operaciones que se deben realizar en cada uno de ellos.

- Existe falta de control por parte de los especialistas, técnicos y personal directivo de la empresa.
- No se cuenta con la documentación técnica en la entidad de la máquinas y equipos de la planta.
- No se cuenta con el instrumental y herramental adecuado para llevar a cabo con efectividad de mantenimiento.
- Cuando se trató de determinar los parámetros de diagnósticos según sus características, herramientas, dispositivos e instrumentos empleados para diagnosticar, se percató que en la empresa no se cuenta con los equipos necesarios para realizar los mismos.
- Cada operador y mecánico realiza las operaciones a ojo, empleando la experiencia y medios que tienen.
- Se realizó un defectado de las máquinas determinándose las posibles causas de roturas y averías fundamentales y las soluciones que le daban, así como las piezas de repuesto básicas y críticas de cada una de ellas, determinándose la criticidad de las mismas, y que piezas pueden ser recuperables dentro o fuera de la empresa.

3.10.2. Propuestas de mejoras para la estructura organizativa del mantenimiento que garantice el funcionamiento eficiente de la planta.

El mantenimiento preventivo planificado para anticiparse al fallo utiliza un sistema de ciclos de revisiones, reparaciones pequeñas y medianas al equipamiento, a través un programa desarrollado en función del tiempo o de las horas de funcionamiento, la producción obtenida.

Como principal dificultad de este método está la sustitución de elementos, partes, componentes, piezas y agregados que aun no han consumido su vida útil, pues en el proceso de explotación de las máquinas existe elementos con diferentes grados de sollicitaciones, en ocasiones distintos a los considerados en su diseño, o sea esta visión de tradicional del mantenimiento preventivo planificado conduce normalmente a la existencia de un mantenimiento excesivo, como tendencia a mejorar este punto débil en

la filosofía del mantenimiento planificado es que surge el llamado mantenimiento predictivo, el cual aporta un 38 % de ahorro de piezas de repuesto y 27,4 % de ahorro en fuerza de trabajo al compararse con el (MPP).

El mantenimiento predictivo es una técnica que predice el fallo, que interviene como consecuencia de una inspección, lográndose un diagnóstico basado en síntomas. Estos síntomas son variables y los parámetros son medios por el inspector con ayuda de equipos y técnicas dadas por estos efectos.

La inspección se realiza por el servicio de mantenimiento de forma sistemática y con frecuencia premeditada. No hay que olvidar que la validez del sistema se haya conectada a la corrección de la información recogida.

Para poner en práctica el sistema de mantenimiento predictivo en la empresa para las máquinas cabe señalar que la inspección es aquí el elemento esencial, por lo que es necesario proponer un grupo de medidas enmarcadas fundamentalmente a la organización de las labores de mantenimiento:

1. Elaboración del Diagrama objetivo de mantenimiento.
2. La documentación por equipo.
3. Plan de piezas de repuesto según el estado técnico.
4. Plan de reparaciones.
5. Reporte mensual de mantenimiento
6. Reunión de análisis.

3.10.2.1. Propuesta del nuevo plan de mantenimiento para garantizar una mejora en el proceso productivo de la planta.

Mediante el estudio realizado se ha detectado que el plan de mantenimiento actual a pesar de mantener en funcionamiento la planta de CO₂ no es más idóneo por lo antes

expuesto. Por lo que a continuación se hace propuesta del plan de mantenimiento a seguir para obtener mejores resultados en la producción, alargar la vida útil de la planta y aumentar la eficiencia de la misma.

Propuesta del nuevo plan de mantenimiento para la planta de CO₂ del municipio Urbano Noris:

Mantenimiento técnico diario:

1. Limpieza de todos los equipos y máquinas dentro de la planta.
2. Revisar fijación, ajuste y estado del compresor de CO₂.
3. Revisar fijación, ajuste y estado del compresor de amoníaco.
4. Revisar fijación y ajuste de la bomba para enfriadero.
5. Revisar fijación y ajuste de la bomba para torre de lavado.
6. Revisar fijación y ajuste de la bomba de doble etapa.
7. Revisar fijación y ajuste de la bomba de despacho de CO₂ gaseoso.
8. Revisar fijación y ajuste de la bomba de despacho de CO₂ líquido.
9. Revisar nivel de agua en el enfriadero.
10. Drenar cada una hora las tres etapas del serpentín.
11. Revisar el llenado del balón o gasómetro.
12. Revisar fijación y estado de las tuberías.
13. Revisar estado, tensión y alineación de las correas de transmisión.
14. Revisar ajuste de los tornillos de unión y de apriete.
15. Revisar nivel de aceite del compresor de CO₂.
16. Revisar nivel de aceite del compresor de amoníaco.
17. Revisar si existe salideros de agua, aceite, lubricantes, dióxido de carbono o amoníaco. Eliminarlos.
18. Revisar nivel de los tanques de almacenamiento.
19. Eliminar los fallos surgidos durante el trabajo.

Mantenimiento técnico I.

Se lleva a cabo cada 21 días de trabajo, se realiza en 4 horas de trabajo.

1. Limpieza dentro de la planta.
2. Cumplir las operaciones de mantenimiento técnico diario.
3. Revisar nivel de amoníaco en el condensador.
4. Revisar nivel de CO₂ en el condensador.
5. Revisar presión de trabajo del compresor de CO₂.
6. Revisar presión de trabajo del compresor de amoníaco.
7. Revisar presión en los tanques de almacenamiento.
8. Revisar temperatura de trabajo del intercambiador de CO₂ líquido o gaseoso.
9. Estado y fijación de las poleas de transmisión.
10. Revisión y ajuste de empaquetadura de grafito de la bomba de despacho de CO₂.
11. Eliminar los fallos surgidos durante el trabajo.

Mantenimiento técnico II

Se lleva a cabo cada 42 días de trabajo, en 8 horas.

1. Efectuar las operaciones de mantenimiento técnico diario y mantenimiento I.
2. Limpiar filtro del paso del amoníaco.
3. Realizar limpieza de la malla del filtro.
4. Limpieza de las trampas de aceite del compresor de amoníaco.
5. Revisión de los niveles de lubricantes del compresor de amoníaco.
6. Revisión de los niveles de lubricantes del compresor de CO₂.
7. Revisión de rodamientos de la bomba para enfriadero.
8. Cambio de lubricantes de la bomba para enfriadero.
9. Eliminar los fallos surgidos durante el trabajo.

Mantenimiento Técnico III.

Se lleva a cabo cada 63 días de trabajo, en 12 horas.

1. Efectuar las operaciones de mantenimiento técnico diario, mantenimiento I y mantenimiento II.
2. Revisión de rodamientos de la bomba de torre de lavado.
3. Cambio de lubricantes de la bomba de torre de lavado.
4. Revisión de rodamientos del compresor de CO₂.
5. Limpieza de las válvulas de admisión y escape del compresor de CO₂.
6. Revisión del sistema de lubricación del compresor de CO₂ y rellenarlo si se requiere.
7. Revisión de rodamientos del soplador de aire.
8. Revisión de rodamientos del compresor de amoníaco.
9. Revisión de las válvulas de admisión y escape del compresor de amoníaco.
10. Revisión de los sellos del compresor de amoníaco.
11. Revisión del sistema de lubricación del compresor de amoníaco y rellenarlo si se requiere.
- 12.** Revisión de rodamientos de la bomba de despacho de CO₂ gaseoso.
13. Revisión de los aros de la bomba de despacho de CO₂ gaseoso.
14. Revisión de los rodamientos de la bomba de despacho de CO₂ líquido.
15. Revisión de lubricantes de la bomba de despacho de CO₂ líquido.
16. Eliminar los sellos de la bomba de despacho de CO₂ líquido.
17. Revisión de los lubricantes de la bomba de despacho de CO₂ gaseoso.
18. Revisión fallos surgidos durante el trabajo.

Reparaciones generales.

Se realiza al finalizar los planes de producción una vez al año por un periodo de 30 días.

1. Efectuar la limpieza general de la planta.
2. Efectuar el físico-técnico, defecado y el diagnóstico total de las máquinas y equipos.
3. Limpieza y conservación de las bombas y compresores de la planta.

4. Limpieza de todas las tuberías de la planta.
5. Mantenimiento y conservación de los compresores de Amoníaco y de Dióxido de Carbono.

Valoración Económica:

Para hacer una valoración económica del trabajo hemos hecho una comparación de las pérdidas incurridas por el sistema actual de mantenimiento, contra averías y la propuesta que se realiza en este trabajo de investigación.

En los últimos años se han recogido, en el proceso de producción como promedio un tiempo de paradas de 52 días, por interrupciones provocadas por averías en la producción de CO₂, en el ciclo de un año de trabajo de 250 días laborables.

Cada día de trabajo se producen 3 Ton. De CO₂. Lo que representa en 52 días 156 Ton.

Cada tonelada de CO₂ se comercializa a un precio de 159.00 pesos en MN,

Las pérdidas totales serían de 24804.00 pesos.

Cuando se aplica el sistema de mantenimiento propuesto, los gastos incurridos son los siguientes:

Mantenimiento técnico I.

Gastos por 4 horas sin producir: \$79,50

Gastos en materiales: \$ 00.00

Mantenimiento técnico II.

Gastos por 8 horas sin producir: \$159,00

Gastos en materiales: \$ 40.35

Mantenimiento técnico III.

Gastos por 12 horas sin producir: \$238,00

Gastos en materiales: \$109.86

Total de pérdidas en ciclo de tres mantenimientos planificados 63 días \$ 388,2.

Durante los 250 días de producción se realizan 4 ciclos lo que hace un total general de \$1533,60.

El beneficio económico de la aplicación del mantenimiento es de:

$$24804.00 - 1533,60 = \underline{\underline{\$23270,40}}$$

Actualmente solo se aplica en sistema de reparación general, que por ser similar en ambos no se calcula la diferencia, el gasto por salario no se incluye por aplicarse un sistema de pago por Coeficiente de Participación Laboral (CPL).

Impacto ambiental.

Dentro de la planta podemos decir que existen altos porcentos de contaminación ambiental ya que se trabaja con sustancias altamente contaminantes a la atmósfera y la salud como son el dióxido de carbono y puede producir enfermedades profesionales a los trabajadores de la planta que es donde se basa la producción de la misma.

En ella existen constantes fugas de amoníaco que va a parar a la atmósfera, el cual es uno de los contaminantes más peligrosos de la madre naturaleza. Este aumenta la concentración de ácidos en la atmósfera y provoca la formación y facilita la caída de lluvias ácidas en el mundo. Aparte de que afecta directamente al personal que se encuentra dentro de la entidad y a sus alrededores afectándole directamente en su respiración.

Por otra parte los altos porcentos de ruidos dentro de la planta perjudican y entorpece el trabajo de los operadores dentro de ella, ya que no usan los medios de protección y le está afectando directamente la salud al trabajador a largo plazo, pues esto trae consigo sordera a edades más avanzadas.

También podemos decir que las constantes fugas de dióxido de carbono a la atmósfera afecta la capa de OZONO.

Conclusiones.

1. Fue realizada una caracterización del estado técnico de los equipos, así como sus regímenes de explotación.
2. Han sido evaluadas las tareas relacionadas con la identificación de las piezas de repuesto básica y crítica y los principales defectos técnicos.
3. Se elaboró una fundamentación teórica para el desarrollo del trabajo de investigación.
4. Se evaluó y se proponen mejoras para la estructura organizativa en el sistema de mantenimiento de puedan garantizar el funcionamiento eficiente de la planta.
5. Se demostró que la aplicación de un mantenimiento periódico en el proceso de producción de CO₂ aumenta la eficiencia de la planta.

Recomendaciones.

1. Mejorar el micro clima laboral lo cual posibilita elevar la seguridad e higiene ocupacional.
2. Elevar la calificación de los obreros, a través de cursos y talleres, para la actividad de mantenimiento.
3. Crear medios de información en lugares comunes de trabajo que instruyan a los trabajadores sobre las diferentes etapas de la actividad de mantenimiento.
4. Capacitar a los trabajadores en cuanto a la disciplina tecnológica y la seguridad e higiene ocupacional.

Bibliografía.

1. Angulo, José. El diagnóstico técnico, perspectivas. Holguín. ISTH. 1987.65P.
2. Conferencia de clases de la asignatura Gestión de procesos industriales. Curso 2010-2011.
3. Diagnóstico técnico. Esencias y particularidades. Holguín. 1990. 21p.
4. Enciclopedia en carta 2009.
5. Fernández, Jorge y otros. Sistema de mantenimiento preventivo planificado.1ra Edición. Editorial Pueblo y educación. 1986. La Habana.
6. Fernández, Jorge. Sistema de mantenimiento preventivo planificado. Ciudad de la Habana. Editorial científico-técnica. 1983. 337P.
7. <http://www.lansk.com/page.htm>
8. <http://microcampus/micromec>
9. <http://www.solomantenimiento.com/contenidos.htm>
10. <http://www.solomantenimiento.com/mpredictivo.htm>
11. <http://usuarios.lycos.es>
12. Mantenimiento/Grupo Sistencial VOL: abril. 1998. N^o 113, Ed. España. 73p.
13. Mantenimiento/Grupo Sistencial VOL: junio. 1997. N^o 105, Ed. España. 75p.
14. Mantenimiento/Grupo Sistencial VOL: marzo. 1998. N^o 112, Ed. España. 80p.
15. Mantenimiento. 1997. N^o 104. La lubricación y el mantenimiento predictivo. Jesús Terradillos. P (29-37). España.
16. Mantenimiento por diagnóstico. Generalidades. Dirección de mantenimiento (SIME). La Habana. 1988. 53p.
17. Mantenimiento VOL: enero-febrero. 2001. La futura dimensión del mantenimiento. Ing. Julio Carvajal Brenes. P(7). Costa Rica.
18. Mantenimiento VOL: diciembre. 1986. N^o 99. El futuro del mantenimiento: Dimensiones, estrategias y cambios organizativos. Armando Fernández Steico. P (6-7). España.
19. Mantenimiento VOL: diciembre. 1986. N^o 130. sistema de mantenimiento. Aplicación y rentabilidad. M. Corretger. P(27-28).

20. Manual de reparación y mantenimiento de equipos industriales. (CESETA). La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1980. 20p.
21. Navarrete, Pérez, Enrique. Mantenimiento industrial tomo II. Enrique Navarrete Pérez. La Habana. Editorial ENPS, 1986. 12p.
22. NC: 92-10: 78. Control de la Calidad. Fiabilidad. Términos y definiciones [col] vigente desde 1978. 15p.
23. NC: 39-23: 86. Informe de trabajo de investigación científico y presentación trabajos de diploma. [col] vigente desde 1986. 12p.
24. Ochoa, Quiles, Leonel. El mantenimiento por diagnóstico técnico./ Leonel. Ochoa, Quiles. Holguín: ISTH, 1990. 30p.
25. Zaldívar, Carmenate, Andrés. Propuesta de aplicación del sistema de mantenimiento predictivo como vía de perfeccionamiento del sistema de mantenimiento preventivo.
26. Market Shares of the Leading Supplies Automation Research Corporation - 1998
27. Complete Handbook of Maintenance Managment John E. Heintzelman Executive Success Library - 1980
28. Bjorn Johannessen. A Manutenção como Fator Econômico Revista Manutenção ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção Nº 14 - maio/junho/88 pp 16 à 19
29. Fernando Harmsen - Graña & Montero. Mantenimiento Clase Mundial Trabalho apresentado na Mesa Redonda de Mantenimiento XXIII Convenção da UPADI - Acapulco - México - 1994
30. Como fazer a Manutenção Planejada Compensar Trabalho divulgado pela Alumax (empresa metalúrgica - E.U.A.) - 1984
31. Análise dos Critérios de Manutenção Preventiva de Usinas Geradoras GCOI - Grupo Coordenador Para Operação Interligada – ELETROBRÁS. GTMU - Grupo de Trabalho de Manutenção de Usinas – 1976.
32. Preventive & Computerized Maintenance Company - P&CM 575 Lexington Ave. - New York - NY - 1002 1975

33. George Mack - Western Electric Maintenance Engineering June/1975 - pp 28 a 30
34. 3º Seminário Brasileiro sobre Garantia da Qualidade na Manutenção CETTA - Centro de Treinamento Técnico e Assessoria Ltda. Salvador - Bahia - 1992
35. Revista de Mantenimiento - Nº 2 dic 1990/ene/feb/91 pp 7 a 10
Progiciels de maintenance - les grandes tendances Edmond Kloeckner
36. Maintenance & entreprise Nº 455 - octobre/92 pp 33 a 64
37. Best of the Best" study A.T. Kearney in conjunction with Industry Week magazine - 1990
38. Software de Manutenção: uma panacéia e seus males Revista Manutenção - ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção
39. Seleção de Softwares de Manutenção Lourival Augusto Tavares
40. Revista "Nova Manutenção y Qualidade
41. ABNT - TB-116 Confiabilidade de Equipamentos e Componentes Eletrônicos. Termos Básicos e Definições - 1975
42. ABNT - TB-19 Grupo 05 Termos Fundamentais de Eletricidade - 1971
43. Dicionário Brasileiro de Eletricidade ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. COBEI - Comitê Brasileiro de Eletricidade - 1986
44. Comitê Panamericano de Engenharia de Manutenção UPADI - Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros. www.mantener.com
45. Novo Dicionário da Língua Portuguesa Aurelio Buarque de Holanda. Editora Nova Fronteira - 1a. edição, 2a. impressão pp 889 e 1148 - 1975
46. Adalberto Prado e Silva, José Curado, Theodoro Henrique Maurer Jr., Ary Tupinambá Pereira. Novo Dicionário Brasileiro Melhoramentos. Companhia Melhoramentos de São Paulo - 1969
47. Frank Blake, Richard E. Vanderway, Generating Station Maintenance Commonwealth Edison Company – Chicago. Howard Glefke January - 1974
48. Eduardo de Santana Seixas I Seminário de Manutenção Metro-Ferroviária Manutenção Preventiva "Versus" Manutenção Corretiva. Rio de Janeiro - 1986
49. Manutenção - Conceitos Básicos Haroldo Rittmeister. 17a. Mesa Redonda de Manutenção - IBP Cabo Frio - 1975

50. Terceirização Jerônimo Souto Leiria. Sagra-DC Luzzatto - 5ª Edição - 1992
51. Terceirização na manutenção Carlos de Souza Almeida. Curso de especialização em Engenharia de Manutenção (pós graduação Lato Sensu) Escola de Engenharia da UFRJ / Comitê UPADI de Engenharia de Manutenção Revisão 1999
52. ISO 9000 - ¿Por qué y para qué de la certificación? José A. Reyero - Lloyd's Register. 4o Seminario Argentino de Mantenimiento Industrial - pp 87 - 97 5 y 6 de junio de 1997
53. NBR ISO 9001 Sistemas da qualidade - Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento,
54. NBR ISO 9000-2 Normas para gestão da qualidade e garantia da qualidade - parte 2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - Fev/94

Anexos.

Anexo # 1

Temperatura De Fermentación	Género Saccharomyces (gramos de CO2 Desprendido en 24 horas)
15 °C	4_ 5.3
20 °C	4.3 – 7.5
25 °C	8.7—11.3
30 °C	8.8 _ 16.0
35 °C	10.8_ 13.1
39 °C	3.3_ 15.2

Anexo # 2

Experiencia en mosto.

Temperatura	Tiempo de fermentación	Grado Alcohólico
10 °C	8 días	16,2
15 °C	6 días	15,8
20 °C	4 días	15,2
25 °C	3 días	14,5
30 °C	36 horas	10,2
35 °C	24 horas	6,0

Anexo # 3

Azúcar fermentable por gms.	Alcohol formado en 2 meses.
370	8.6
420	6.3
470	5.9
550	3.4
750	0

Anexo # 4

Producciones	Cantidad	Unidad de Medida
Alcohol Fino	10000	HL
Alcohol Tec. A	12000	HL
Alcohol Tec. B	37000	HL
Aguardiente Crudo	5000	HL
CO2	426	Tonelada
Levadura Saccharomyces	6000	Tonelada
Ron Siboney	34580	cajas
Ron Coloso	36667	cajas
Ron Vino Saborizado	250000	botellas

Anexo # 5

Equipos y máquinas	Valor en \$	Capacidad
Batería de purificación # 2	12 280	200 d m ³
Bomba torre de lavado de H2O # 2	3100	3 m ³ /h
Bomba torre de lavado de permanganato de potasio # 3	4700	3 m ³
Bomba de despacho CO2 Gaseoso # 1	2336	2 m ³ /h
Bomba de despacho CO2 líquido	2336	20 m ³ /h
Bomba doble etapa de amoníaco	2336	2 m ³ /h
Bomba para enfriadero # 2	2336	30 m ³ /h
Compresor de CO2 ABC # 1	32000	500 Kg. F /cm ²
Balón de CO2 # 1	183.1 0	100 m ²
Licofactor intercambiador de calor # 2	220 20	19 m ²
Condensador # 2	29569	15 m ²
Tanque de almacenamiento # 2	45000	25 t

