



Universidad
Nacional de
Ingeniería

Facultad de Tecnología de la Industria

Propuesta de un plan de mantenimiento para los equipos y maquinaria de la empresa tabacalera Plasencia Cigars, en Estelí.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Br. Emy yaritxela
López Espinal
Carnet: 2017-0199N

Br. Samaria Adriana
Villareyna Castillo
Carnet: 2017-0004N

Tutor:

MSc. Paul Arafat
Guadamuz herrera

6 de marzo de 2023
Managua, Nicaragua

DEDICATORIA

Dedicamos nuestro trabajo monográfico a nuestros padres por apoyarnos incondicionalmente a lo largo de nuestra carrera, pero sobre todo a Dios por brindarnos sabiduría y entendimiento para culminar este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

A nuestros padres, seres queridos y mascotas, por el constante apoyo durante los años de nuestra carrera y amor incondicional en todo momento.

A nuestro tutor, por compartir su tiempo y conocimientos para poder culminar de manera exitosa.

A Plasencia Cigars por abrir sus puertas y brindarnos la oportunidad de desarrollar esta tesis.

Índice

| | |
|---|----|
| I. Introducción | 1 |
| II. Antecedentes | 3 |
| III. Justificación..... | 5 |
| IV. Objetivos | 6 |
| 4.1 Objetivo General | 6 |
| 4.2 Objetivos Específicos..... | 6 |
| V. Marco Teórico | 7 |
| 5.1 Mantenimiento..... | 7 |
| 5.1.1 Objetivos del mantenimiento en una instalación industrial | 7 |
| 5.2 Disponibilidad de un equipo | 7 |
| 5.3 Fiabilidad de un equipo | 8 |
| 5.4. Vida útil de un equipo | 8 |
| 5.5 Tipos de mantenimiento..... | 8 |
| 5.6. Análisis de criticidad | 11 |
| 5.7 Ficha de equipos..... | 13 |
| 5.8.2 Partes de una planta eléctrica..... | 16 |
| 5.9 Cuartos fríos | 17 |
| 5.9.1 Partes de un cuarto frío | 18 |
| 5.9.2 Circuito de refrigeración..... | 19 |
| VI. Diseño Metodológico..... | 20 |
| 6.2 Población y Muestra | 21 |
| 6.3 Generalidades de la empresa | 21 |
| 6.3.1 Proceso productivo..... | 21 |
| 6.4 Procesamiento de la Información..... | 22 |

| | |
|--|-----------|
| VII. Desarrollo Metodológico | 23 |
| 7.1 Situación Actual de los Equipos y Maquinarias de Empresa Tabacalera Plasencia Cigars, en Estelí | 23 |
| 7.1.1 Cuartos fríos | 23 |
| 7.1.2 Plantas eléctricas | 29 |
| 7.1.2.3 Tipo de motor | 29 |
| 7.1.2.4 Producción de electricidad..... | 30 |
| 7.1.2.5 Estado físico | 30 |
| 7.2 Fallas en Maquinarias y Equipos..... | 31 |
| 7.3 Análisis de Criticidad | 38 |
| 7.4 Plan Integral de Mantenimiento | 39 |
| 7.4.2. Fichas técnicas de equipos y maquinarias..... | 40 |
| 7.4.3. Mantenimiento para Plantas Eléctricas | 46 |
| 7.4.4 Mantenimientos Cuartos Fríos..... | 49 |
| 7.5. Presupuesto | 52 |
| VIII. Conclusiones | 58 |
| IX. Recomendaciones..... | 59 |
| X. Anexos | 60 |
| Anexo 1. Cuarto frío | 60 |
| Anexo 2. Evaporador y condensador | 60 |
| Anexo 3. Condensador y compresor hermético..... | 61 |
| Anexo 4. Panel eléctrico de generador | 61 |
| Anexo 5. Generador eléctrico | 62 |
| XI. Cronograma..... | 65 |
| Bibliografía..... | 66 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Análisis de criticidad | 12 |
| Tabla 2 Ficha de equipos | 14 |
| Tabla 3 Operación de Cuartos Fríos..... | 25 |
| Tabla 4 Consumo de energía | 29 |
| Tabla 5 Planta eléctrica | 31 |
| Tabla 6 La planta no genera electricidad | 32 |
| Tabla 7 Paro por sobre calentamiento | 33 |
| Tabla 8 Paro por baja presión de aceite | 34 |
| Tabla 9 Falla común en el cuarto frío..... | 35 |
| Tabla 10 Análisis de Criticidad..... | 38 |
| Tabla 11 Lista de activos | 40 |
| Tabla 12 Ficha técnica planta eléctrica | 40 |
| Tabla 13 Ficha técnica planta eléctrica..... | 42 |
| Tabla 14 Ficha técnica cuarto frío..... | 43 |
| Tabla 15 Ficha técnica cuarto frío..... | 44 |
| Tabla 16 Plan anual de mantenimiento para plantas eléctricas | 46 |
| Tabla 17 Plan de mantenimiento para cuartos fríos | 49 |
| Tabla 18 Presupuesto..... | 53 |
| Tabla 19 Actividad en plantas eléctricas..... | 55 |
| Tabla 20 Presupuesto..... | 56 |
| Tabla 21 Cronograma..... | 65 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Partes de una planta eléctrica | 16 |
| Figura 2 Motor impulsor del generador de 4.5L. Modelo 4045TF250 | 17 |
| Figura 3 Partes de un cuarto frío | 18 |
| Figura 4 Circuitos de refrigeración..... | 19 |
| Figura 5 Matriz de Análisis de Criticidad..... | 38 |

I. Introducción

La presente investigación “Propuesta de un plan de mantenimiento para los equipos y maquinaria” fue desarrollada Plasencia Cigars, una empresa dedicada al cultivo de tabaco y producción de puros en Nicaragua. Empresas como esta, tienen entre sus principales objetivos mantener sus equipos y maquinarias en las mejores condiciones, esto incluye disminuir los paros de maquinaria, disminuir el requerimiento de repuestos o menor cantidad de defectos ocasionados por máquina, esto es posible con la implementación de un plan de mantenimiento. Dicha empresa no cuenta con un equipo de mantenimiento, al ocurrir una falla se procede a la contratación de personal para realizar un mantenimiento correctivo, es decir, se dedica únicamente a corregir fallas, lo que provoca un periodo de detención del equipo retrasando la producción de los pedidos.

Para la realización de este plan se usará como soporte los conceptos básicos sobre mantenimiento industrial, gestionando de manera más efectiva las operaciones de mantenimiento, brindando una solución óptima con fines de lograr una reducción de costos por fallas y costos de producción para garantizar la confiabilidad en los equipos y seguridad de su funcionamiento.

Los cuartos fríos mantienen la textura de los puros y disminuyen su humedad lo que hace que sea un producto de mejor calidad, este al encontrarse fuera de servicio por el tiempo que requiera el mantenimiento correctivo ocasiona retraso en los lotes de producto terminado ya que no puede ser completado su ciclo de enfriamiento en tiempo y forma, además la empresa carece de un control de inventario de piezas en las que hay más incidencia de fallas como stock de aceite o filtros, no se lleva registro de los mantenimientos lo que le impide tener control de la frecuencias en que se realizan estos, lo que genera como consecuencia un bajo rendimiento o eficiencia en el funcionamiento de sus equipos, tales como plantas eléctricas y cuartos fríos, provocando sobre costos por fallas (fallo en la potencia frigorífica o potencia energética en el caso de los cuartos fríos y sistemas de escape obstruidos o una incorrecta calibración de las válvulas,

vibraciones y termografía en el caso de las plantas eléctricas) paros en producción, disminución de la vida útil de las máquinas al no tener una información confiable de las condiciones del equipo.

Este documento contiene el diagnóstico total de los equipos y maquinarias, descripción de las posibles consecuencias de los fallos, análisis de criticidad de plantas eléctricas y cuartos fríos, el plan integral de mantenimiento preventivo de los mismos para el mejoramiento de la disponibilidad y el presupuesto para la realización de dicho plan.

II. Antecedentes

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos. (García Garrido, 2009-2012)

Hace unas pocas décadas, se ha logrado experimentar un importante desarrollo en la concepción, metodología y niveles de aplicación del mantenimiento. De la propia reparación de averías surgidas en máquinas y equipos, ha pasado a formar un sistema complejo de gestión optimizada de recursos técnicos y organizativos que ya no solo corrigen, sino que previene y predice tales averías, garantizando la disponibilidad, fiabilidad y utilización eficiente de las instalaciones. Las técnicas de mantenimiento utilizadas en estos días, se basan en la incorporación de nuevos métodos más propensos a intervenir en los equipos e instalaciones. (González Fernández, 2015)

La presente investigación se llevará a cabo en la empresa Plasencia Cigars ubicada en el departamento de Estelí, la cual “fue establecida en el país en el año 1965, desde entonces, generación tras generación, se han dedicado al cultivo y producción de tabaco convirtiéndose en la empresa tabacalera más grande del mundo produciendo 40 millones de cigarrillos al año”. (Plasencia Cigars, 2022)

Esta empresa realiza mantenimientos máquina a máquina, por subcontrataciones de forma correctiva lo cual ha ocasionado paros imprevistos en la producción al presentarse alguna falla y no tener los recursos necesarios para solucionarlo.

Las plantas eléctricas forman parte fundamental en las empresas, gracias a los avances en cuanto a teoría eléctrica, magnetismos, tecnológicos y científicos se han creado generadores más eficientes y diversos. Aun así, los primeros generadores

empleaban discos metálicos cargados a través del efecto triboeléctrico (frotar un material neutro con una carga positiva), y posteriormente con sistemas de inducción electrostática, al ser dispositivos poco duraderos fueron reemplazados rápidamente por dinamos que dio origen a los generadores que conocemos hoy en día. El generador marca John Deere posee una potencia de 1800 RPM, voltaje de 75 KW y una capacidad de 4.5 L, tiene 4 años de antigüedad, 2446 horas de uso, únicamente se han registrado cambios en la matriz del control de unidad externo y deterioro en las líneas de control automático; la planta eléctrica MQ Whisperwatt tiene un voltaje de 60 KV, 14 años de antigüedad y un total de 4227 horas de uso, se han registrado problemas en el borne y se debe encender manualmente.

Por otro lado, los cuartos fríos, permiten mantener la textura y preservar los tabacos después de haberle aplicado ciertos tratamientos, esto no hubiese sido posible si no fuese por el amoníaco y dióxido de carbono (refrigerantes descubiertos en 1744) que hasta el día de hoy son utilizados por su capacidad y eficiencia, así mismo la evolución de mezclas químicas basadas en hidrocarburos que buscan a reemplazar las sustancias que deterioran el medio ambiente y ayudan a la creación de refrigerantes más limpios y mejores. La empresa cuenta con dos cuartos, el más grande (230 V, 60 Hz) posee una capacidad de 700,000 puros, se observaron deterioros en el piso, calefacción y en una de aspas. El otro cuarto (230 V, 60 Hz) posee una capacidad de 320,000 puros; se han identificado deterioros en la tubería de gases y estructura física del cuarto. Se han registrado cambios en los paneles de cobertura refractaria y reemplazo de puertas en ambos cuartos.

III. Justificación

El mantenimiento preventivo ayuda a mejorar las condiciones en las maquinarias y equipos en funcionamiento evitando cualquier tiempo de inactividad no planificada y costos elevados por fallas imprevistas, implica la inspección sistemática donde se detectan y corrigen posibles problemas para evitar el fallo antes de que ocurra, este consta de un trabajo de prevención de defectos que podrían originar la parada o un bajo rendimiento del equipo en funcionamiento. Esta prevención se realiza con base al diagnóstico del estado actual del equipo, la ubicación de las instalaciones, los datos proporcionados por el fabricante (condiciones óptimas de funcionamiento y la frecuencia de puntos de lubricación) y diseño del plan de mantenimiento.

Con el presente trabajo se pretende proponer un plan de mantenimiento planificado a las unidades de cuartos fríos y plantas eléctricas de la empresa Plasencia, debido a que actualmente solo se cuenta con acciones de mantenimiento correctivo, provocando un elevado costo del mismo.

La finalidad del presente documento es proporcionar elementos, propuestas y herramientas que permitan una adecuada gestión de mantenimiento. Las propuestas planteadas están acorde a las necesidades y recursos disponibles con lo que se cuenta en la empresa, y tienen la finalidad de incrementar la disponibilidad y eficiencia de los activos, mantenimiento constante de la calidad, seguridad operacional y reducción en los costos por mantenimiento y reparación.

IV. Objetivos

4.1 Objetivo General

Proponer un plan de mantenimiento para los cuartos fríos y plantas eléctricas en la empresa tabacalera Plasencia Cigars.

4.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico total a los equipos, plantas eléctricas John Deere Engine Manufacturing y MQ Whisperwatt 60 modelo DCA60SSI y cuartos fríos, mediante inspección y pruebas.
2. Describir las posibles consecuencias de los fallos en los equipos y maquinarias: plantas eléctricas y cuartos fríos.
3. Realizar análisis de criticidad de las plantas eléctricas y cuartos fríos.
4. Elaborar un plan integral de mantenimiento preventivo de plantas eléctricas y cuartos fríos para el mejoramiento de su disponibilidad.
5. Estimar un presupuesto para la realización del plan de mantenimiento preventivo de las plantas eléctricas y cuartos fríos.

V. Marco Teórico

En este apartado se describen las bases teóricas que sustentan la investigación, especificando detalladamente los aspectos que se incorporaron en el diseño del plan de mantenimiento preventivo de las plantas eléctricas y cuartos fríos.

5.1 Mantenimiento

Se define habitualmente mantenimiento como:

"El conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento". (Carrido S. G., 2008)

5.1.1 Objetivos del mantenimiento en una instalación industrial

El objetivo fundamental de mantenimiento no es pues reparar urgentemente las averías que surjan. El departamento de mantenimiento de una industria tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un determinado valor de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.

Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación. (Garrido, 2010)

5.2 Disponibilidad de un equipo

La disponibilidad de una instalación se define como la proporción del tiempo que dicha instalación ha estado en disposición de producir, con independencia de que finalmente lo haya hecho o no por razones ajenas a su estado técnico. El objetivo más

importante de mantenimiento es asegurar que la instalación estará en disposición de producir un mínimo de horas determinadas del año.

5.3 Fiabilidad de un equipo

La fiabilidad es un indicador que mide la capacidad de una planta para cumplir su plan de producción previsto. En una instalación industrial se refiere habitualmente al cumplimiento de la producción planificada, y comprometida en general con clientes internos o externos. El incumplimiento de este programa de carga puede llegar a acarrear penalizaciones económicas, y de ahí la importancia de medir este valor y tenerlo en cuenta a la hora de diseñar la gestión del mantenimiento de una instalación.

5.4. Vida útil de un equipo

Un mantenimiento mal gestionado, con una baja proporción de horas dedicadas a tareas preventivas, con bajo presupuesto, con falta de medios y de personal y basado en reparaciones provisionales provoca la degradación rápidamente de cualquier instalación industrial. Es característico de plantas mal gestionadas como a pesar de haber transcurrido poco tiempo desde su puesta en marcha inicial el aspecto visual no se corresponde con su juventud (en términos de vida útil). (Garrido, 2010)

5.5 Tipos de mantenimiento

Se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento hard time o cero horas

- Mantenimiento en uso.

5.5.1 Mantenimiento correctivo

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente de inmediato. (Botero G., Manual de mantenimiento, 1991)

5.5.2 Mantenimiento preventivo

Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento. El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipo. (Botero G., Manual de mantenimiento, 1991)

5.5.3. Mantenimiento predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

5.5.4 Mantenimiento cero horas

Conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

5.5.5 Mantenimiento en uso

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas para lo que no es necesario una gran formación. Este

tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, mantenimiento productivo total).

5.6. Análisis de criticidad

No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción del reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de la empresa. Cuando tratamos de hacer una diferenciación de los equipos, estamos realizando el análisis de criticidad de los equipos de la planta.

- Niveles de importancia o criticidad
- Equipos críticos: son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.
- Equipos importantes: son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
- Equipos prescindibles: son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondría una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o un pequeño coste adicional.

Tabla 1 Análisis de criticidad

| Tipo de equipo | Seguridad y medio ambiente | Producción | Calidad | Mantenimiento |
|---------------------------|--|---|---|--|
| A Crítico | Puede originar accidente muy grave | Su parada afecta al plan de producción. | Es clave para la calidad del producto | Alto coste de reparación en caso de avería. |
| | Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales). | | Es el causante de un alto porcentaje de rechazos. | Averías muy frecuentes. |
| | Ha producido accidentes en el pasado. | | | Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales). |
| B Importante | Necesita revisión periódica (anual) | Afecta la producción, pero es recuperable (no afecta al cliente o plan de producción) | Afecta a la calidad. Pero habitualmente no es problemática. | Coste medio en mantenimiento |
| | Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas | | | |
| C Prescindible | Poca influencia en seguridad | Poca influencia en producción | No afecta a la calidad | Bajo coste de mantenimiento |

Fuente: Análisis de criticidad (Garrido, 2010)

5.7 Ficha de equipos

A la hora de elaborar estas fichas, debemos comenzar por los equipos que intuimos más importantes, y después continuar con el resto hasta completar la totalidad de los equipos.

En la ficha debemos anotar los siguientes datos:

- Código del equipo y descripción
- Datos generales
- Características principales (especificaciones)
- Análisis de criticidad del equipo
- Modelo de mantenimiento recomendable
- Repuestos que deben permanecer en stock
- Consumibles necesarios
- Acciones formativas que se consideran necesarias para poder tener el conocimiento que se requiere para poder ocuparse del mantenimiento del equipo.

Tabla 2 Ficha de equipos

| | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|----------------|--|------------------------------|
| EQUIPO: | | | CÓDIGO: | | |
| DATOS DEL EQUIPO: | | | | | |
| PROVEEDOR: | | | AÑO: | | FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO |
| DIRECCIÓN: | | | | | |
| TELÉFONO: | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: | | | | | |
| | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| VALORES DE REFERENCIA: | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Ficha de equipos (Carrido, 2008)

5.8 Plantas eléctricas

Una planta eléctrica es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Es comúnmente utilizada cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica, o en caso de cortes en el suministro eléctrico y garantiza la continuidad del trabajo en las operaciones de producción.

5.8.1 Mantenimiento preventivo para plantas eléctricas

El mantenimiento preventivo se realiza a equipos que estén en condiciones de operación y así garantizar su buen funcionamiento y fiabilidad. El objetivo principal del mantenimiento preventivo a las plantas eléctricas es evitar o mitigar las consecuencias de las fallas, para prevenir las incidencias antes de que éstas ocurran. Se realiza de manera programada, puede predecir fallas. (Mantenimiento preventivo para plantas eléctricas, s.f.)

El mantenimiento preventivo a plantas eléctricas, servicio de rutina consiste en lo siguiente:

- Sistema de lubricación
- Sistema de aspiración
- Sistema de combustible
- Sistema de enfriamiento
- Generador mecánico
- Generador eléctrico
- Sistema de escape
- Controles
- Sistema eléctrico del motor

- Servicios mayores como:
 - Cambio de aceite 15W40 para diésel.
 - Cambio de filtros de aire.
 - Cambio de filtros de combustible.
 - Cambio de filtros de aceite.
 - Cambio de mangueras de precalentador.
 - Cambio de agua de anticongelante climatizado para motor diésel.
 - Pintado de sistema de escape.
 - Cambio de baterías.

5.8.2 Partes de una planta eléctrica

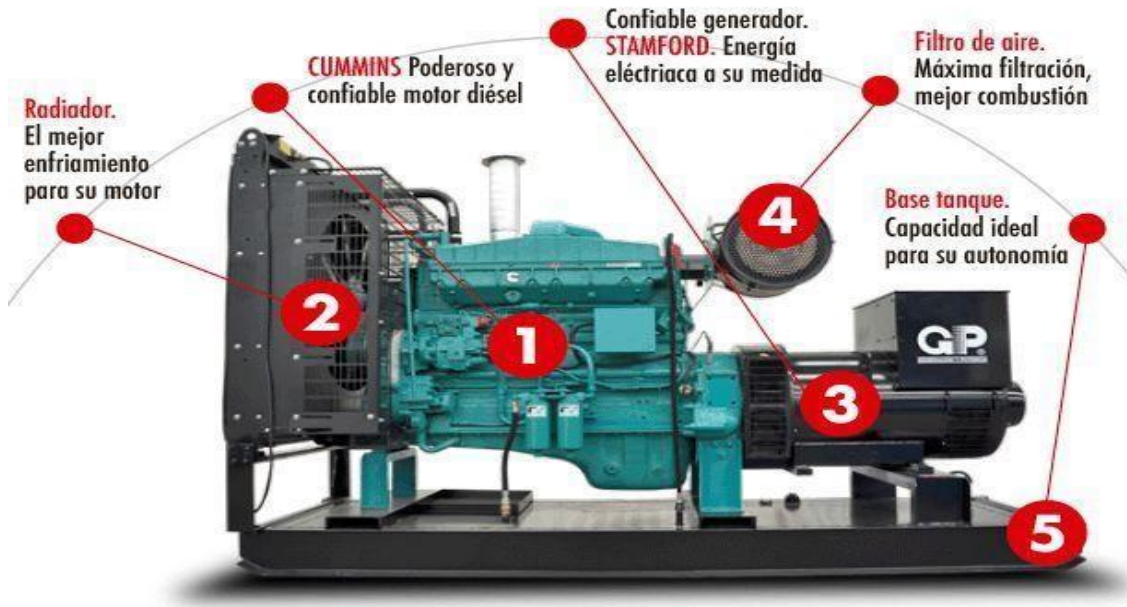


Figura 1 Partes de una planta eléctrica

Fuente: (ORS, 2020)

Motor: es el encargado de generar y/o producir la potencia para lograr mover el alternador.

Alternador: punto en el cual es transformada la energía mecánica del motor en energía eléctrica.

Cuadro de control: área donde se monitorea el correcto funcionamiento de la planta de luz.

Bancada de apoyo: base que sostiene el motor y el alternador, su dimensión y forma va a depender directamente del tipo de planta a fabricar.

Sistema de combustión: quema el combustible para lograr la generación de la energía requerida.

Fuente: (IGSA, 2022)

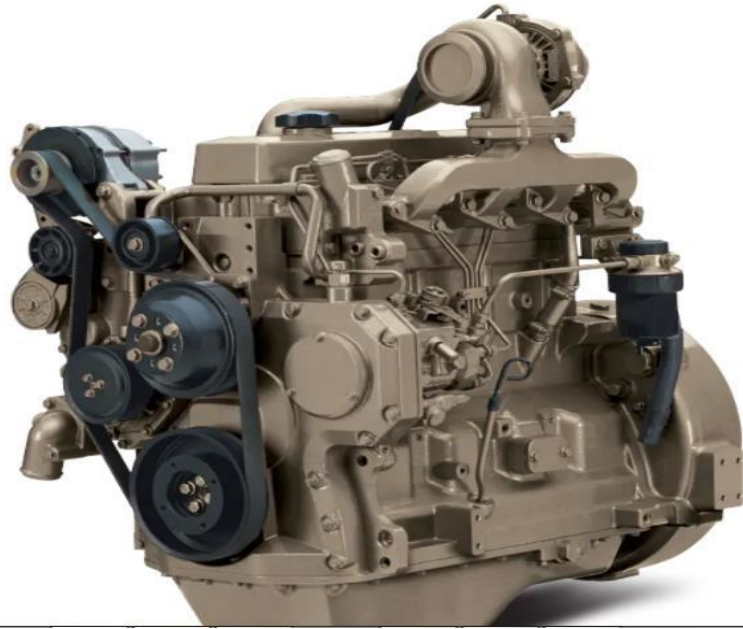


Figura 2 Motor impulsor del generador de 4.5L. Modelo 4045TF250

Fuente: (John Deere, 2022)

5.9 Cuartos fríos

El cuarto frío es el lugar determinado para la manipulación de productos frescos y productos no elaborados. También es uno de los lugares de recepción de mercancías para que posteriormente sean ordenadas en las distintas neveras. (Marketing, 2021)

5.9.1 Partes de un cuarto frío

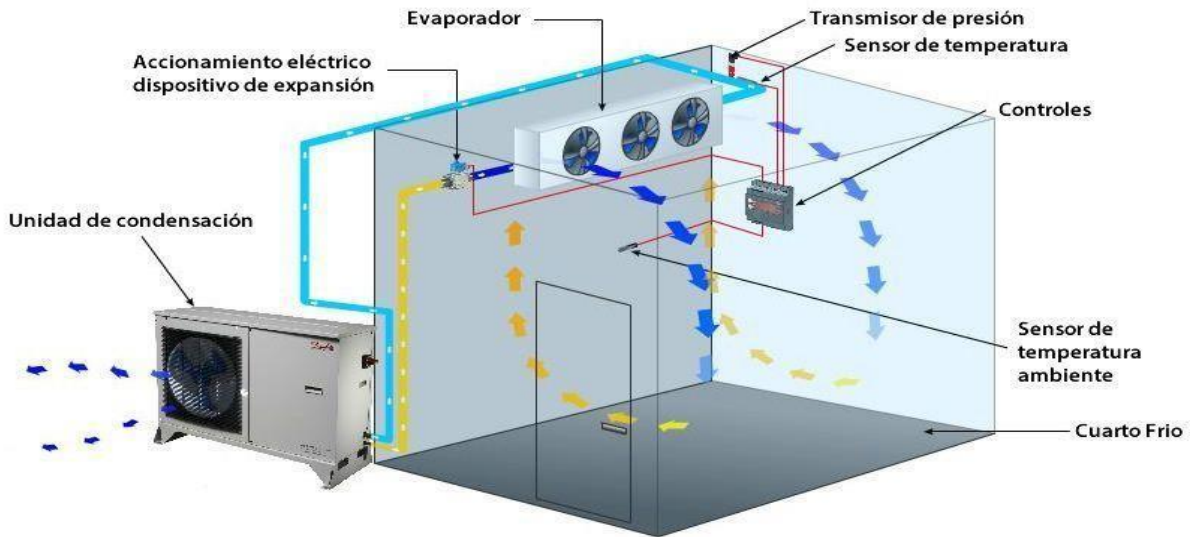


Figura 3 Partes de un cuarto frío

Fuente: (Procesos de mantenimiento para sistemas de refrigeración en cuartos fríos, s.f.)

Unidad condensadora del cuarto frío: Mantiene unidos el condensador y compresor. Está conectada al evaporador y válvula de expansión por tuberías.

Evaporador del cuarto frío: Es el encargado de enfriar el aire en contacto con la carga a enfriar. Es el punto de baja presión y temperatura.

Tablero de control: Módulo eléctrico de control, contactores y transformador. Se instala en la parte exterior donde se puede manipular fácilmente.

Paneles: Forman el cuarto refrigerado previenen las pérdidas del frío, evitando la entrada de calor al interior del cuarto y manteniendo así internamente la temperatura necesaria para su conservación durante el tiempo requerido. Pueden ser hechos de diferentes polímeros y diferentes acabados, entre ellos acero inoxidable, lámina galvanizada, entre otros.

Puertas Reach In: Son puertas transparentes de alta resistencia y dureza ideales para cámaras frigoríficas de supermercados, restaurantes, que permiten acceder a la carga rápidamente por parte del comprador del producto refrigerado.

Puertas de servicio: Es una puerta elaborada con perfiles de lámina de PVC, aunque puede ser construida con marco metálico. El objetivo es abastecer al cuarto de la mercancía refrigerada puede estar ubicada detrás de la cámara o cuarto.

5.9.2 Circuito de refrigeración

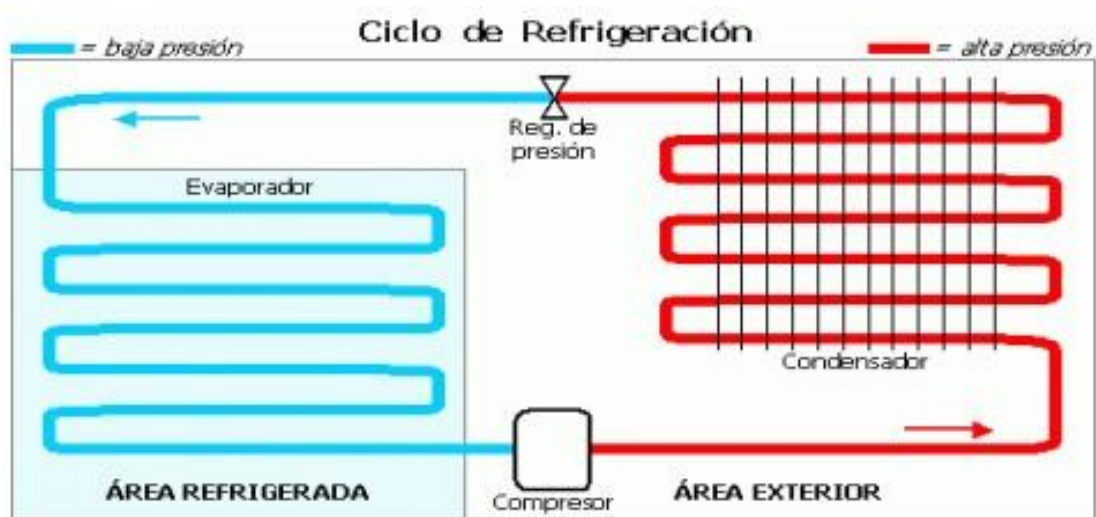


Figura 4 Circuitos de refrigeración

Fuente: (Procesos de mantenimiento para sistemas de refrigeración en cuartos fríos, s.f.)

VI. Diseño Metodológico

La presente investigación se desarrolló con un enfoque mixto, en el cual implica una integración sistemática de métodos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio.

El tipo de investigación es descriptiva, según Sampieri los estudios descriptivos buscan a especificar propiedad, características y perfiles procesos, objetos o fenómenos que se someten a un análisis, en el cual se pretende recolectar información de forma independiente o conjunta sobre los diferentes conceptos o variables a las que se refieren. (Hernandez Sampieri, 2014)

Se describe paso a paso el plan de mantenimiento adecuado para los cuartos fríos y plantas eléctricas de la empresa Plasencia Cigars, de acuerdo a las especificaciones de cada uno. Esto con el objetivo de mitigar, prevenir y evitar fallos, prolongando la vida útil de los equipos y máquinas.

Este estudio es de corte transversal, puesto que fue realizado en el periodo de un año. El método de investigación utilizado fue el lógico inductivo porque parte de las premisas particulares y se infieren conclusiones.

Las técnicas empleadas para la investigación fueron observación y bitácora. En cuanto a los instrumentos de medición utilizados en el proceso investigativo fueron:

- Guía de observación.
- Análisis bibliográfico.
- Fichas de análisis.
- Listas de control y chequeo.
- Excel, Word.

6.2 Población y Muestra

“Es el conjunto de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado”. (Wigodski S., 2010). La población de esta investigación consta de todas las maquinarias y equipos utilizadas en la empresa.

La muestra es un subconjunto representativo de la población (Wigodski S., 2010) El muestreo es no probabilístico, por conveniencia, tomando como referente los equipos y máquinas elegidos para la realización del plan de mantenimiento, en este caso, plantas eléctricas y cuartos fríos.

6.3 Generalidades de la empresa

La empresa tabacalera Plasencia Cigars se encuentra ubicada en la ciudad de Estelí, de la escuela normal 200 metros al norte.

6.3.1 Proceso productivo

El proceso productivo en la fábrica empieza en el área de pre industria que es donde se preparan (despalillan y mojan de ser necesario) las hojas de tabaco sanas y con la humedad adecuada e identificadas por variedad para luego ser seleccionadas en capa y banda, una vez seleccionadas pasan al área de secado, donde se les proporciona calor por doce horas para liberar el vapor de agua empleando extractores de humedad, luego son enviados al área de producción donde cada bonchero y rolera se encargan de preparar los puros según especificaciones del cliente, estos se trasladan a control de calidad donde se revisa que vayan en perfecto estado y se seleccionan los que si pasan a almacén de puros, una vez listo el pedido pasa al área de empaque donde son anillados y encelofanados, introducidos en cajas de cartón que luego pasan a cuarto frío a su proceso de freezado para finalmente pasar a embarque y ser enviados a su destino.

6.4 Procesamiento de la Información

Una vez diseñados y validados los instrumentos, fueron aplicados al personal responsable de las áreas a investigar, por otro lado, se procesaron mediante matrices para la reducción y triangulación de la información. Se utilizó la herramienta Excel para un mejor procesamiento de datos.

VII. Desarrollo Metodológico

7.1 Situación Actual de los Equipos y Maquinarias de Empresa Tabacalera Plasencia Cigars, en Estelí

Para diagnosticar la situación actual de los equipo y maquinarias en la empresa Plasencia Cigars, se hizo por medio de observaciones de manera directa durante las jornadas laborales, en diferentes horarios y recopilando información con los responsables de las áreas correspondientes.

Los resultados de la evaluación interna, indican que la empresa no cuenta con un departamento de mantenimiento, por lo tanto, no posee sistemas ni procedimientos definidos que permitan manejar la información de importancia de los equipos y maquinarias tales como registros de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, inventario de repuestos, ni información archivada que permita la toma de decisiones o ejecución de acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran. Sin embargo, se realizan contrataciones externas cuando un equipo lo necesita, es decir, mantenimiento correctivo.

A continuación, se describe el estado actual de las máquinas y equipos de la empresa.

7.1.1 Cuartos fríos

7.1.1.1 Aislamiento

Las paredes aislantes de los cuartos fríos están estructuradas de poroplast y aluminio, se encuentran en buen estado, lo cual garantiza la hermeticidad. Las dimensiones de los cuartos son de 2.5m x 2.5m, los cuales tienen capacidad para almacenar alrededor de 700,000 puros. Figura 5. Cuarto Frío (Ver anexo)

7.1.1.2 Drenaje

El sistema de drenaje de los cuartos consta de tubos que conectan los evaporadores a nivel interno y condensadores a nivel externo. Se pudo identificar fuga

de agua en una de las tuberías, debido al congelamiento y presión, por consecuencia, este derramamiento de agua provocó deterioro en el piso.

7.1.1.3 Puerta de Acceso

Puerta de acceso: La puerta de acceso es de marco de PVC, este material evita la transmisión de calor y frío, evitando la condensación y formación de hielo, es un material higiénico que minimiza la proliferación de bacterias y otros microorganismos. Además, es resistente a la oxidación, no importa que tan húmedo sea el ambiente.

Figura 6. Cuarto frío (Ver anexo 1).

7.1.1.4. Condiciones climáticas

TBH: Mide la temperatura más baja dentro del condensador y evaporador la cual debe mantenerse en -20°C durante 72 horas continuas.

HR: Cuando llega al punto cero (0°C) o punto de congelamiento, en este punto el timer de descongelamiento que se encuentra en el panel de control, empieza a descongelar para que los puros no tengan trozos de hielo.

Para monitorear si la temperatura dentro es adecuada para completar exitosamente el proceso, se cuenta con un termómetro analógico en el exterior, llamado termómetro de bulbo, el cual contiene un gas que cuando se expande hace que se refleje el aumento de temperatura.

Pese a que los cuartos fríos no cuentan con un mantenimiento preventivo, cumple exitosamente su funcionamiento durante el periodo que los puros están almacenados. Con este tipo de mantenimiento se pretende prolongar el ciclo de vida de la máquina.

Tabla 3 Operación de Cuartos Fríos

|  Instructivo de Operación de Cuarto Frío | | | | | | | |
|--|---------------------------|------------------|------|-----------------------------|----------------|---------------|----------------|
| Código: | | | | | | | |
| Fecha: | | | | | | | |
| Pasos | Actividad Programada | Fecha Programada | Hora | Observación de cumplimiento | | | Chequeado por: |
| 1 | Encendido | 17/10/2022 | 12pm | Check 1 | Check 2 | Check 3 | |
| 2 | 12hrs para llegar a -20°C | 18/10/2022 | 12am | 12am: -19°C | 8am: -19°C | 2:45pm: -18°C | |
| 3 | 24hrs de freezado -20°C | 19/10/2022 | 12pm | 10am: -19°C | 4:05pm: -20°C | | |
| 4 | 48hrs de freezado -20°C | 20/10/2022 | 12pm | 7am: -20°C | 12:30pm: -20°C | 5:20pm: -18°C | |
| 5 | 72hrs de freezado | 21/10/2022 | 12pm | 7am: -20°C | 11am | | |
| 6 | 20hrs de calefacción | 21/10/2022 | 12am | 8pm: 25°C | | | |
| 7 | Hora de extracción | 21/10/2022 | 8pm | | | | |

| | | | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Observaciones | | | | | | | |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|

Fuente: Propia

Esta tabla representa un ejemplo de la bitácora del funcionamiento de los cuartos fríos durante una semana, donde:

- **Día 1:** Se enciende para hermetizar el cuarto.
- **Día 2:** Se esperan 12hrs aproximadamente para obtener temperaturas de -20°C .
- **Día 3, 4 y 5:** Se mantiene freezado durante 72 horas, al almacenar los puros.
- **Día 6:** Se pasa al proceso de calefacción durante 20 horas para conseguir que los puros se vayan adaptando a la temperatura ambiente antes de retirarlos del cuarto frío y pasarlos al área de embarque, así se evita que la capa de los puros se rompa.
- **Día 7:** Se apaga por 24 horas y es el momento óptimo para realizar mantenimiento preventivo.

7.1.1.5 Evaporador, condensador, ventiladores y motores.

Consta de tres evaporadores, que son los intercambiadores de calor donde se produce transferencia de energía térmica desde el medio a ser enfriado hasta el líquido refrigerante, durante este proceso de evaporación el fluido pasa de estado líquido a gaseoso.

Los condensadores intercambian calor entre fluidos, mientras uno se enfría, el otro se calienta pasando de estado gaseoso a líquido. Cada condensador trae un motor de enfriamiento asial de 220 voltios y un compresor de 5 HP con refrigerante R404. El evaporador de 18600 BTU es una sola pieza que consta de tres motores asiales de 220 voltios. Una válvula de expansión de 2.5 toneladas y la caja de control eléctrico con resistencias incluidas, de igual manera las resistencias son 220 voltios las cuales sirven para hacer el sistema de deshielo del evaporador.

Evaporador de 18600 BTU (unidad térmica británica). Evaporador, ventilador y motor son una sola pieza.

Actualmente, los evaporadores y compresores se encuentran en buen estado, sin embargo, los motores de algunos ventiladores deben ser reemplazados y se observó que los aislantes de las tuberías de succión de las unidades condensadoras están en mal estado, lo que ocasiona pérdida de agua. **Figura 7** (Ver **Anexo 2 y 3**)

7.1.1.6 Sistema Eléctrico

Se cuenta con tres paneles eléctricos, los cuales se encuentran en óptimas condiciones, uno para cada evaporador, cada panel tiene un termostato que verifica la temperatura en la que está trabajando cada evaporador, también cuentan con un timer de descongelación, el cual cada media hora descongela para evitar trozos de hielo sobre los puros.

El sistema de la empresa está diseñado para utilizar sistema eléctrico monofásico, lo que significa que viaja en un único sentido y a través de un solo conductor.

7.1.2 Plantas eléctricas

Las plantas eléctricas MQ Whisperwatt 60 y John Deere Engine Manufacturing tienen 14 y 4 años de antigüedad respectivamente, son generadores utilizados en casos de emergencia. Se observaron deterioros en las líneas de control automático, por lo que deben ser encendidas manualmente una vez que se vayan a utilizar, además presentan corrosiones. Sin embargo, funcionan correctamente.

Figura 8. Planta eléctrica. (Anexo 4)

7.1.2.1 Consumo de combustible.

Tabla 4 Consumo de energía

| Tamaño del generador (kw) | 1/4 de carga (lts/hr) | 1/2 de carga (lts/hr) | 3/4 de carga (lts/hr) | Plena carga (lts/hr) |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 20 | 2.3 | 3.4 | 4.9 | 6.1 |
| 30 | 4.9 | 6.8 | 9.1 | 11 |
| 40 | 6.1 | 8.7 | 12.1 | 15.1 |
| 60 | 6.8 | 11 | 14.4 | 18.2 |
| 75 | 9.1 | 12.9 | 17.4 | 23.1 |

Fuente: (Diesel Service Generation, 2021)

En la tabla anterior se refleja el consumo estimado de Diesel de las plantas eléctricas MQ Whisperwatt 60 y John Deere Engine Manufacturing, de acuerdo al tiempo de operación y la carga que tenga.

En este caso, se puede observar que, con una carga completa de combustible, se consumirá 18.2lts/hrs el generador MQ Wh y 23.1lts/hrs el generador John Deere.

7.1.2.3 Tipo de motor

John Deere Engine Manufacturing, posee un motor modelo 4045TF250 de 4 cilindros y 4.5 litros de capacidad.

MQ Whisperwatt contiene un motor A-6BG1, de 6 cilindros, 4 ciclos, con capacidad de 5.1 galones.

Ambos motores se encuentran en buen estado, a pesar de que se encuentran en la última etapa de su vida útil.

7.1.2.4 Producción de electricidad

La producción de electricidad se da a través de un panel eléctrico que debe ser encendido manualmente, que toma la energía mecánica, generada por un motor de combustión interna de cualquier combustible, en este caso de Diesel y la convierte en energía eléctrica.

7.1.2.5 Estado físico

Al observar el estado físico de las maquinarias, se puede determinar que presentan:

- Daños externos: acumulación de polvo por falta de limpieza.
- Deterioro en borne, se encuentran sulfatados y flojos debido a la falta de mantenimiento.
- Corrosiones en partes externas de ambos generadores, debido a la exposición a humedad.

7.2 Fallas en Maquinarias y Equipos

Tabla 5 Planta eléctrica

| Planta eléctrica | | |
|------------------------------|---|--|
| Causas posibles | Forma de detectarlo | Forma de corregirlo |
| Batería en mal estado | Medir voltaje de batería | Cambiar batería |
| | Conexiones flojas y/o sulfatadas | Limpiarlas y apretarlas. |
| | Verificar cargador de batería | Revisar voltajes de salida |
| Motor de arranque | Revisar cables dañados | Reponerlos |
| | Medir voltaje en bobina | |
| | Falso contacto en la terminal del control de contacto en marcha | Revisar voltajes de salida |
| Falta de combustible | Aire en la línea de alimentación o en el sistema de combustible | Purgar líneas de suministro y sistema de combustible |
| | Válvula solenoide de combustible no opera | Reemplazar |
| | Verificar que la válvula de combustible no esté cerrada | Abrir válvula y purgar líneas de alimentación |
| | Verificar nivel de combustible en el tanque | Reponer combustible y purgar líneas |
| Falta de combustible | Check de alimentación en mal estado | Reponer y purgar líneas |

Fuente: (CEMA, 2016)

Esta tabla refleja las fallas más comunes que puede presentar una planta eléctrica, maneras de detectarlas y la manera de solucionarlas.

7.2.1. Planta eléctrica no genera electricidad

Tabla 6 La planta no genera electricidad

| Causas posibles | Forma de detectarlo | Forma de corregirlo |
|--|--|----------------------------|
| Conexiones sueltas o flojas | Verificar conexiones | Reconectar y apretar |
| Regulador dañado | Medir voltaje en salida de regulador | Reponer |
| Bobina de excitación y fuerza dañadas | Medir con Megger la resistencia de las bobinas | Reponer |

Fuente: (CEMA, 2016)

En esta tabla se presentan las fallas más comunes cuando un generador eléctrico no funciona, las causas posibles, la forma de detectar la falla y la manera más eficiente para corregirlas.

7.2.2 Paro del motor por sobre calentamiento

Tabla 7 Paro por sobre calentamiento

| Causas posibles | Forma de detectarlo | Forma de corregirlo |
|--|--|---|
| Nivel de refrigerante | Revisar nivel de refrigerante | Esperar a que baje la temperatura del agua y reponer el refrigerante faltante |
| | Revisar las bandas del ventilador | Tensar o cambiar bandas |
| | Revisar bomba de agua | Reponer |
| | Revisar termostato | Reponer |
| | Revisar radiador tapado | Sondearlo |
| Empaque de tapón de radiador en mal estado | Inspección visual | Cambiar el tapón por uno con el mismo rango de presión |
| Parámetro de alta temperatura del motor en valor bajo | Revisar parámetros de alarma y paro por alta temperatura en el control | Cambiar el valor a 210°F |

Fuente: (CEMA, 2016)

En esta tabla se reflejan las posibles causas cuando hay un sobre calentamiento del motor de los generadores eléctricos, la forma de detectar la falla y la forma de corregirlo.

7.2.3 Paro por baja presión de aceite

Tabla 8 Paro por baja presión de aceite

| Causas posibles | Forma de detectarlo | Forma de corregirlo |
|---|--|--|
| Bajo nivel de aceite | Revisa nivel de aceite | Reponer faltante |
| Pérdida de lubricante por mangueras rotas o juntas deterioradas | Revisar fugas de aceite | Arreglarlas |
| Revisar que el parámetro de baja presión del motor este en un valor adecuado | Revisar parámetros de alarma y paro por baja presión de aceite en el control | Cambiar este valor por el que es considerado como baja presión de aceite de acuerdo a la capacidad del motor |

Fuente: (CEMA, 2016)

En este caso, se reflejan las fallas por un déficit de aceite en los generadores, las causas, formas de detectarlos y corregirlos satisfactoriamente.

7.2.4 Falla común en cuarto frío

Tabla 9 Falla común en el cuarto frío

| Posibles fallas | Forma de detectarlas |
|---|---|
| <p>1- No se muestra nada en el controlador.</p> | <p>Compruebe si el interruptor está abierto.</p> |
| | <p>Compruebe la fuente de alimentación si hay pérdida de fase.</p> |
| | <p>Verifique el interruptor de emergencia</p> |
| <p>2- El evaporador no tiene aire frío o es difícil alcanzar la temperatura establecida.</p> | <p>Revisar el condensador si está con polvo y la ventilación no es buena.</p> |
| | <p>Revisar si el evaporador tiene demasiado hielo.</p> |
| | <p>Comprobar si hay fugas de gas refrigerante.</p> |
| <p>3- Goteo de agua en el cuarto frío desde el evaporador</p> | <p>Comprobar si la tubería de goteo está bloqueada.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>4-Solo funciona el evaporador, el compresor no puede funcionar.</p> | <p>Comprobar el dispositivo de control de presión.</p> |
| | <p>Revisar el contacto del compresor</p> |
| <p>5- La luz no está encendida en la cámara frigorífica</p> | <p>Comprobar si el interruptor está roto</p> |
| <p>1- No se muestra nada en el controlador.</p> | <p>Compruebe si el interruptor está abierto.</p> |
| | <p>Compruebe la fuente de alimentación si hay pérdida de fase.</p> |
| | <p>Verifique el interruptor de emergencia</p> |
| <p>2- El evaporador no tiene aire frío o es difícil alcanzar la temperatura establecida.</p> | <p>Revisar el condensador si está con polvo y la ventilación no es buena.</p> |
| | <p>Revisar si el evaporador tiene demasiado hielo.</p> |
| | <p>Comprobar si hay fugas de gas refrigerante.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>3- Goteo de agua en el cuarto frío desde el evaporador</p> | <p>Comprobar si la tubería de goteo está bloqueada.</p> |
| <p>4-Solo funciona el evaporador, el compresor no puede funcionar.</p> | <p>Comprobar el dispositivo de control de presión.</p> |
| | <p>Revisar el contacto del compresor</p> |
| <p>5- La luz no está encendida en la cámara frigorífica</p> | <p>Comprobar si el interruptor está roto</p> |
| <p>6- Mientras la temperatura es alta, la unidad de refrigeración se detiene, pero la temperatura ambiente no alcanza el ajuste. Para proteger el compresor, el dispositivo de control de presión permitirá que la unidad se detenga</p> | <p>Revisar si el condensador está con polvo y si la ventilación no es buena.</p> |

Fuente: (CEMA, 2016)

En esta tabla, se muestran las fallas más comunes en cuartos fríos y las maneras más eficaces de cómo detectarlas para poder darle una solución óptima que prolongue la vida útil del equipo.

7.3 Análisis de Criticidad

El análisis de criticidad se caracteriza por ser un método sencillo, en el que se deben establecer rangos para representar la posibilidad y frecuencia de ocurrencia de eventos o fallas y las consecuencias. Estas son registradas en una matriz diseñada en base a un código denotado por colores que denotan la mayor y menor intensidad del riesgo de los equipos que se están analizando.




Figura 5 Matriz de Análisis de Criticidad

En esta matriz se puede observar la clasificación de criticidad de los activos, según la consecuencia de fallas y la probabilidad de fallas donde:

- a. A: Es riesgo alto.
- b. B: Es riesgo medio.
- c. C es riesgo bajo.

Tabla 10 Análisis de Criticidad

|  | | Análisis de criticidad | | | | |
|---|------------------|---------------------------------|-----------|----------------|--------------|----------------------|
| Nº | Activo | Descripción | Severidad | Vulnerabilidad | Calificación | Código de criticidad |
| 1 | Planta eléctrica | John Deere Engine Manufacturing | 5 | 3 | 15 | B- Criticidad media |
| 2 | Planta eléctrica | MQ Whisperwatt 60 | 5 | 3 | 15 | B- Criticidad media |
| 3 | Cuarto frío | | 4 | 3 | 12 | B- Criticidad media |
| 4 | Cuarto frío | | 4 | 3 | 12 | B- Criticidad media |

Fuente: *Propia*

Al realizar el análisis de criticidad en los activos, se puede observar que los más vulnerables a fallas son las plantas eléctricas.

Las plantas eléctricas funcionan como equipos de emergencia, lo que quiere decir que cuando ocurren cortes de luz en la zona, estos abastecen con electricidad la empresa, por lo tanto, es primordial prever que se encuentren en buen estado para que la disponibilidad del equipo esté en su estado más óptimo.

7.4 Plan Integral de Mantenimiento

“El plan anual de mantenimiento es el elemento de referencia básico, que, de forma sistemática y ordenada, establece las bases sobre las cuales se ejecutarán las actividades de mantenimiento establecidas en su programación”. (Milano & Sánchez)

Este plan de mantenimiento contiene una serie de pasos a seguir que permitirán el desarrollo de manera relativamente sencilla y ordenada. Para llevarlo a cabo de manera eficaz, las personas encargadas a realizarlo se deben asegurar de haber tomado en cuenta las normas de seguridad.

Este plan le compete al área de Administración, Gestión de Proyectos, y a todo el personal de Plasencia Cigars que tenga contacto con las instalaciones, maquinaria y equipos.

7.4.1 Lista y codificación de maquinarias y equipos.

Para realizar el plan de mantenimiento con más orden y estructura, es preciso tener una lista de inventario de las maquinarias y equipos evaluados con su respectiva codificación de acuerdo al tipo de activo correspondiente.


Tabla 11 Lista de activos

| LISTA DE ACTIVOS | | | | | | |
|------------------|------------|------------------|----------------|-----------------------|-----------------|------------------------|
| ÍTE M | TIPO | NOMBRE ACTIVO | CÓDIGO INTERNO | MARCA | MODELO | SERIE |
| 1 | Maquinaria | Planta eléctrica | PE01MAQ | John Deere | 4045TF250 | 0099808 |
| 2 | Maquinaria | Planta eléctrica | PE02MAQ | MQ Whisperwatt | DCA60SSI | |
| 3 | Equipo | Cuarto frío | CF01EQP | Bohn Heatcraft WWR | BDN0600L 6C | |
| 4 | Equipo | Cuarto frío | CF02EQP | Kramer | C21000L4 4-E | E14J0069793400 1001 |

7.4.2. Fichas técnicas de equipos y maquinarias

Se elaboraron las fichas técnicas de cada activo con sus especificaciones, las cuales sirvieron de ayuda para realizar el plan de mantenimiento.

Tabla 12 Ficha técnica planta eléctrica

| | |
|----------------------|---|
| Ficha técnica |  |
|----------------------|---|

EQUIPO: Planta eléctrica

CÓDIGO: PE01MAQ

DATOS DEL EQUIPO: Modelo 4045TF250

PROVEEDOR: John Deere Engine
Manufacturing

AÑO: 2018

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Generador eléctrico para uso de emergencia.




CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- 1800RPM - 75KW - 4.5 L

VALORES DE REFERENCIA:


Fuente: *propia*

Tabla 13 Ficha técnica planta eléctrica

| | |
|----------------------|---|
| Ficha técnica |  |
|----------------------|---|

EQUIPO: Planta eléctrica

CÓDIGO: PE02MAQ

| | | |
|---|------------------|--|
| DATOS DEL EQUIPO: Modelo DCA60SSI | |  |
| PROVEEDOR: MQ Whisperwatt | AÑO: 2008 | |
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: | | |
| Generador eléctrico para uso de emergencia. | | |
| CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: | | |
| - 1800 RPM - 220 VOLTS - 60HZ | | |
| VALORES DE REFERENCIA: | | |
| | | |


Fuente: propia

Tabla 14 Ficha técnica cuarto frío

| | | |
|--|-------------|---|
| Ficha técnica | |  |
| EQUIPO: Cuarto frío | | CÓDIGO: CF01EQP |
| DATOS DEL EQUIPO: Modelo BDN0600L6C | | |
| PROVEEDOR: Bohn Heatcraft WWR | AÑO: |  |
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: | | |
| Equipo de refrigeración | | |
| CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: | | |
| - 230 VOLTS - 60HZ | | |
| VALORES DE REFERENCIA: | | |
| Evaporador de 18600 BTU | | |
| Condensador de 5HP con compresor hermético | | |


Fuente: propia

Tabla 15 Ficha técnica cuarto frío

| | |
|----------------------|---|
| Ficha técnica |  |
|----------------------|---|

EQUIPO: Cuarto frío

CÓDIGO: CF02EQP

| | | |
|---|-------------|---|
| DATOS DEL EQUIPO: Modelo C21000L44-E | | |
| PROVEEDOR: Kramer | AÑO: |  |
| DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: | | |
| Equipo de refrigeración | | |
| CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES: | | |
| - 230 VOLTS - 60HZ | | |
| VALORES DE REFERENCIA: | | |

Evaporador de 18600 BTU

Condensador de 5HP con compresor hermético


Fuente: *propia*

7.4.3. Mantenimiento para Plantas Eléctricas

Para prolongar el tiempo de vida útil de las plantas eléctricas de emergencia, se necesita de un Plan de Mantenimiento, el cual deberá efectuarse solo por personas calificadas. Se recomienda completar una bitácora en cada mantenimiento que se realiza, esto con el propósito de recolectar datos y cumplir con el programa.

En generalidades, este activo debe mantenerse limpio, evitar que acumule polvo, líquidos o aceites en su superficie.

Tabla 16 Plan anual de mantenimiento para plantas eléctricas

|  | Programación del mantenimiento preventivo | |
|---|--|------------|
| | Código: | Fecha: |
| Parte | Actividad | Frecuencia |
| Sistema de combustible | Revisar llave de alimentación de combustible | Semestral |
| | Revisar llave de purga de combustible | Semestral |
| | Realizar purga de combustible | Anual |
| | Cambiar mangueras de precalentador | Anual |
| | Cambio de filtro de combustible | Anual |
| Sistema de lubricación | Revisar nivel de aceite | Diario |

| | | |
|------------------------|----------------------------|--------|
| | Cambio de filtro de aceite | Anual |
| | Cambio de aceite | Anual |
| Sistema de aire | Limpieza y buen estado | Diario |

| | | |
|--------------------------|--|------------|
| | del filtro de aire | |
| | Limpieza radiador, verificar que no tenga fugas | Trimestral |
| | Revisar niveles de refrigerante | Trimestral |
| | Cambiar filtro de aire | Anual |
| | Cambio de refrigerante | Anual |
| Sistema eléctrico | Operar para comprobar que todos los elementos funcionen satisfactoriamente | Diario |
| | Comprobar tensión y buen estado de bandas de transmisión | Mensual |
| | Limpieza de batería | Mensual |
| | Revisar nivel de electrolito en las baterías | Trimestral |
| | Revisar alternador | Semestral |
| | Mantenimiento de batería | Semestral |
| | Verificar aprietes de conexiones eléctricas | Semestral |

| | | |
|----------------|--------------------------------|-----------|
| Externa | Eliminar depósitos de suciedad | Mensual |
| | Inspección y limpieza general | Semestral |

7.4.3.1 Personal de Mantenimiento

El oficial de mantenimiento se encargará de revisar y registrar cada mantenimiento que se haga, así mismo, pasar el reporte al departamento de administración para llevar un registro cuando se necesiten insumos para las actividades del Plan de Mantenimiento o una contratación externa para actividades programadas más especializadas. **(Ver anexo 6)**

7.4.3.2 Equipos de Protección para el Mantenimiento


- Lentes de protección
- Guantes térmicos o con recubrimiento
- Ropa resistente a arcos eléctricos y productos químicos

7.4.4 Mantenimientos Cuartos Fríos

Con este programa de actividades para el Mantenimiento de Cuartos Fríos, permitirá disminuir riesgos por fallas o paros repentinos que provoquen daños en los puros de tabaco, equipos o que pongan en riesgo al personal a cargo.

Se le deberá dar seguimiento por técnicos calificados para cada tarea y se debe completar los formatos para llevar un orden y registro del mantenimiento.

Tabla 17 Plan de mantenimiento para cuartos fríos

|  | Programación del mantenimiento preventivo | |
|---|--|------------|
| | Código: | Fecha: |
| Parte | Actividad | Frecuencia |
| Condensador | Limpieza y revisión de motores | Semestral |
| | Limpieza y revisión de aspas | Mensual |
| | Limpieza y revisión de filtros de aire | Mensual |
| | Limpieza y revisión de parte eléctrica | Mensual |
| | Limpieza y chequeo de bomba de condensado | Mensual |
| | Estado físico de serpentín (lavado y sopleteado) | Mensual |

| | | |
|-------------------|--|---------|
| | Chequeo y ajuste de tornillería de sistema eléctrico y estructural | Mensual |
| | Medición de presión en tubería de admisión y descarga | Mensual |
| | Revisión de presiones de trabajo de refrigerante | Mensual |
| | Revisión del consumo de corriente en el circuito eléctrico de potencia y control de equipo | Mensual |
| Evaporador | Estado físico de serpentín | Mensual |
| | Limpieza y revisión de motores | Mensual |
| | Limpieza y revisión de aspas | Mensual |
| | Limpieza y revisión de filtros de aire | Mensual |
| | Limpieza y revisión de parte eléctrica | Mensual |
| | Chequeo de manómetro | Mensual |
| | Revisión del consumo de corriente en el circuito eléctrico de potencia y control de equipo | Mensual |

| | | |
|------------------|--|------------|
| Compresor | Corriente de operación | Mensual |
| | Revisión del consumo de corriente en el circuito eléctrico de potencia y control de equipo | Mensual |
| | Lavado | Trimestral |
| Externa | Limpieza de drenaje con soplete | Mensual |
| | Limpieza de puertas de acero | Mensual |
| | Limpieza general del cuarto | Trimestral |

Fuente: *propia*

7.4.4.1 Personal de Mantenimiento

El oficial de mantenimiento se encargará de revisar y registrar cada mantenimiento que se haga, así mismo, pasar el reporte al departamento de administración para llevar un registro cuando se necesiten insumos para las actividades del Plan de Mantenimiento o una contratación externa para actividades programadas más especializadas. **(Ver anexo 6)**

7.4.4.2. Equipos de Protección

- Lentes de protección.
- Guantes térmicos o con recubrimiento.
- Ropa resistente

7.5. Presupuesto

| Actividad en cuartos fríos | Tiempo de actividad (min) | Costo de la actividad | Costo por minutos laborales |
|---|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Condensador | | | 16.6666667 |
| Limpieza y resvisión de motores | 70 | C\$1,166.67 | |
| Limpieza y resvisión de aspas | 20 | C\$333.33 | |
| Limpieza y revisión de filtros de aire | 25 | C\$416.67 | |
| Limpieza y revisión de parte eléctrica | 15 | C\$250.00 | |
| Limpieza y chequeo de bomba de condensado | 20 | C\$333.33 | |
| Estado físico de serpentín (lavado y sopleteado) | 20 | C\$333.33 | |
| Chequeo y ajuste de tornillería de sistema eléctrico y estructural | 35 | C\$583.33 | |
| Chequeo o reemplazo de aislante térmico | 15 | C\$250.00 | |
| Revisión de presiones de trabajo de refrigerante | 15 | C\$250.00 | |
| Medición de presión en tubería de admisión y descarga | 15 | C\$250.00 | |
| Revisión de consumo de corriente en el círculo eléctrico de potencia y control de equipo | 20 | C\$333.33 | |
| Evaporadores | | C\$0.00 | |
| Estado físico de serpentín | 10 | C\$166.67 | |
| Limpieza y revisión de motores | 60 | C\$1,000.00 | |
| Limpieza y revisión de aspas | 20 | C\$333.33 | |
| Limpieza y revisión de parte eléctrica | 15 | C\$250.00 | |
| Chequeo de monómetro | 5 | C\$83.33 | |
| Revisión del consumo de corriente en el círculo eléctrico de potencia y control de equipo | 20 | C\$333.33 | |
| Compresor | | C\$0.00 | |
| Corriente de operación | 20 | C\$333.33 | |
| Lavado | 60 | C\$1,000.00 | |
| total | 480 | | |

En la tabla anterior se refleja el tiempo que le toma al operario realizar cada una de las actividades de mantenimiento en cuartos fríos y el costo que representa para la empresa, dichas actividades las desempeña en un día de trabajo que se desglosa en 8 horas laborales (480 minutos).

Tabla 18 Presupuesto

| Presupuesto | Insumos | Precio insumos | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Total Anual |
|---|----------------------------|----------------|-------------|---------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|---------|-------------|-----------|--------------|
| Actividad en cuartos fríos | | | | | | | | | | | | | | | |
| Condensador | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limpieza y revisión de motores | Alumax | C\$500.00 | C\$1,166.67 | | C\$1,166.67 | | C\$1,166.67 | | C\$1,166.67 | | C\$1,166.67 | | C\$1,166.67 | | C\$7,500.00 |
| Limpieza y revisión de aspas | | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$2,000.00 |
| Limpieza y revisión de filtros de aire | | | C\$416.67 | | C\$416.67 | | C\$416.67 | | C\$416.67 | | C\$416.67 | | C\$416.67 | | C\$2,500.00 |
| Limpieza y revisión de parte eléctrica | Guantes aislantes | C\$500.00 | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$2,000.00 |
| Limpieza y chequeo de bomba de | | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$2,000.00 |
| Estado físico de serpentín (lavado y sopleado) | | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$2,000.00 |
| Chequeo y ajuste de tornillería de sistema eléctrico y estructural | | | C\$583.33 | | C\$583.33 | | C\$583.33 | | C\$583.33 | | C\$583.33 | | C\$583.33 | | C\$3,500.00 |
| Chequeo y ajuste de tornillería de sistema eléctrico y estructural | | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$1,500.00 |
| Chequeo o reemplazo de aislante térmico | Refrigerante | C\$2,120.00 | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$3,620.00 |
| Revisión de presiones de trabajo de refrigerante (cambio de ser necesario) | | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$1,500.00 |
| Medición de presión en tubería de admisión y descarga | Guantes aislantes | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$2,000.00 |
| Revisión de consumo de corriente en el círculo eléctrico de potencia y control de equipo | | | | | | | | | | | | | | | C\$0.00 |
| Evaporadores | | | C\$166.67 | | C\$166.67 | | C\$166.67 | | C\$166.67 | | C\$166.67 | | C\$166.67 | | C\$1,000.00 |
| Estado físico de serpentín | | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$6,000.00 |
| Limpieza y revisión de motores | | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$2,000.00 |
| Limpieza y revisión de aspas | Guantes aislantes | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$250.00 | | C\$1,500.00 |
| Limpieza y revisión de parte eléctrica | | | C\$83.33 | | C\$83.33 | | C\$83.33 | | C\$83.33 | | C\$83.33 | | C\$83.33 | | C\$500.00 |
| Chequeo de monómetro | Guantes aislantes | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$2,000.00 |
| Revisión del consumo de corriente en el círculo eléctrico de potencia y control de equipo | | | | | | | | | | | | | | | C\$0.00 |
| Compresor | | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$333.33 | | C\$2,000.00 |
| Corriente de operación | Bomba para lavar a presión | C\$5,655.00 | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$1,000.00 | | C\$11,655.00 |
| Lavado | | C\$8,775.00 | C\$8,000.00 | | C\$8,000.00 | | C\$8,000.00 | | C\$8,000.00 | | C\$8,000.00 | | C\$8,000.00 | | C\$56,775.00 |

En la tabla anterior se reflejan los insumos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento, el costo anual de estos y de cada una de las actividades desempeñadas mes de por medio.

Tabla 19 Actividad en plantas eléctricas

| Actividad en plantas eléctricas | Tiempo de actividad (min) | Costo de la actividad | Costo por minutos laborales |
|--|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Revisar llave de alimentación de combustible | 15 | 533.333333 | 16.666667 |
| Revisar llave de purga de combustible | 15 | 533.333333 | |
| Cambiar filtro de combustible | 20 | 400 | |
| Realizar purga de combustible | 25 | 320 | |
| Cambiar mangueras de precalentador | 30 | 266.666667 | |
| Revisar nivel de aceite | 10 | 800 | |
| Cambio de filtro de aceite | 25 | 320 | |
| Cambio de aceite | 30 | 266.666667 | |
| Limpieza de filtro de aire | 20 | 400 | |
| Limpieza de radiador (verificar que no tenga fugas) | 25 | 320 | |
| Revisar niveles de refrigerante | 10 | 800 | |
| Cambiar filtro de aire | 40 | 200 | |
| Cambio de refrigerante | 20 | 400 | |
| Operar para comprobar que todos los elementos funcionen satisfactoriamente | 15 | 533.333333 | |
| Comprobar tensión y buen estado de bandas de transmisión | 40 | 200 | |
| Limpieza de batería | 20 | 400 | |
| Revisar nivel de electrolitos en la batería | 10 | 800 | |
| Revisar alternador | 20 | 400 | |
| Verificar apriete de conexiones eléctricas | 25 | 320 | |
| Eliminar depósitos de suciedad | 15 | 533.333333 | |
| Inspección y limpieza general | 50 | 160 | |
| | 480 | | |

En la tabla anterior se refleja el tiempo que le toma al operario realizar cada una de las actividades de mantenimiento en plantas eléctricas y el costo que representa para la empresa, dichas actividades las desempeña en un día de trabajo que se desglosa en 8 horas laborales (480 minutos).

Tabla 20 Presupuesto

| Presupuesto | Insumos | Precio insumos | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Total Anual |
|--|-----------------------|----------------|-----------|---------|-------|-------|------|-------|-----------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------------|
| Revisar llave de alimentación de combustible | | | C\$533.33 | | | | | | C\$533.33 | | | | | | C\$1,066.67 |
| Revisar llave de purga de combustible | | | C\$533.33 | | | | | | C\$533.33 | | | | | | C\$1,066.67 |
| Cambiar filtro de combustible | Filtro de combustible | C\$648.00 | C\$400.00 | | | | | | C\$400.00 | | | | | | C\$1,448.00 |
| Realizar purga de combustible | | | C\$320.00 | | | | | | C\$320.00 | | | | | | C\$640.00 |
| Cambiar mangueras de precalentador | | | C\$266.67 | | | | | | C\$266.67 | | | | | | C\$533.33 |
| Revisar nivel de aceite | | | C\$800.00 | | | | | | C\$800.00 | | | | | | C\$1,600.00 |
| Cambio de filtro de aceite | Filtro de aceite | C\$540.00 | C\$320.00 | | | | | | C\$320.00 | | | | | | C\$1,180.00 |
| Cambio de aceite | Aceite 10W-30 | C\$400.00 | C\$266.67 | | | | | | C\$266.67 | | | | | | C\$933.33 |
| Limpieza de filtro de aire | | | C\$400.00 | | | | | | C\$400.00 | | | | | | C\$800.00 |
| Limpieza de radiador (verificar que no tenga fugas) | | | C\$320.00 | | | | | | C\$320.00 | | | | | | C\$640.00 |
| Revisar niveles de refrigerante | | | C\$800.00 | | | | | | C\$800.00 | | | | | | C\$1,600.00 |
| Cambiar filtro de aire | Filtro de aire | C\$200.00 | C\$200.00 | | | | | | C\$200.00 | | | | | | C\$600.00 |
| Cambio de refrigerante | Refrigerante | C\$1,200.00 | C\$400.00 | | | | | | C\$400.00 | | | | | | C\$2,000.00 |
| Operar para comprobar que todos los elementos funcionen satisfactoriamente | | | C\$533.33 | | | | | | C\$533.33 | | | | | | C\$1,066.67 |
| Comprobar tensión y buen estado de bandas de transmisión | | | C\$200.00 | | | | | | C\$200.00 | | | | | | C\$400.00 |
| Limpieza de batería | Alumax | C\$500.00 | C\$400.00 | | | | | | C\$400.00 | | | | | | C\$1,300.00 |
| Revisar nivel de electrolitos en la batería | | | C\$800.00 | | | | | | C\$800.00 | | | | | | C\$1,600.00 |
| Revisar alternador | | | C\$400.00 | | | | | | C\$400.00 | | | | | | C\$800.00 |
| Verificar apriete de conexiones eléctricas | | | C\$320.00 | | | | | | C\$320.00 | | | | | | C\$640.00 |
| Eliminar depósitos de suciedad | | | C\$533.33 | | | | | | C\$533.33 | | | | | | C\$1,066.67 |
| Inspección y limpieza general | | | C\$160.00 | | | | | | C\$160.00 | | | | | | C\$320.00 |
| | | C\$3,488.00 | | | | | | | | | | | | | C\$3,488.00 |

En la tabla anterior se reflejan los insumos que se necesitan para realizar mantenimiento a plantas eléctricas y el costo de cada uno, estas actividades se llevan a cabo dos veces al año.

VIII. Conclusiones

A lo largo de la elaboración de esta propuesta de plan de mantenimiento para equipos y maquinarias de la empresa tabacalera Plasencia Cigars S.A, se realizó una hoja de instructivo de operación para cuartos fríos, así mismo, se propusieron soluciones a posibles fallas que presenten los equipos y maquinarias, se elaboró listado y codificación, se analizó la criticidad de los equipos y maquinarias para finalmente presentar un Plan Integral de Mantenimiento, el cual incluye presupuesto anual de mantenimiento para los equipos y maquinarias en cuestión; a través de dicho plan, se estimaron los costos de mantenimiento anuales en los que incurrirá Plasencia, este supone una medida de control financiero para la empresa. Este mantenimiento representa una inversión que a mediano o largo plazo acarreará ganancias, pues significará mejoras de la producción y disponibilidad de los equipos.

Los sistemas de mantenimiento preventivo surgen como necesidad de adelantarse a las fallas para evitar sobre costos por paro de maquinarias, incumplimiento de entregas y daños graves en los componentes de las maquinarias.

La implementación de este plan de mantenimiento preventivo contribuirá al éxito de la empresa pues prolongará la vida útil de los equipos y evitará paros inesperados en la producción.

IX. Recomendaciones

- ✓ Se sugiere a la empresa que el plan de mantenimiento sea implementado a la brevedad posible.
- ✓ Se recomienda asignar personal con experiencia en mantenimiento para ir creando de manera progresiva un área o un departamento encargado exclusivamente del mantenimiento a los equipos y maquinarias.
- ✓ Se recomienda realizar constantemente re-evaluación de las actividades de mantenimiento para no incurrir en sobre costos.
- ✓ Se recomienda utilizar la hoja de instructivo de operación de cuarto frio para monitorear el funcionamiento de estos.
- ✓ Se recomienda que periódicamente se realice capacitación sobre mantenimiento al personal que trabaja permanentemente en esta área, pues estos son los primeros en dar aviso de anomalías en los equipos y maquinarias.

X. Anexos

Anexo 1. Cuarto frío



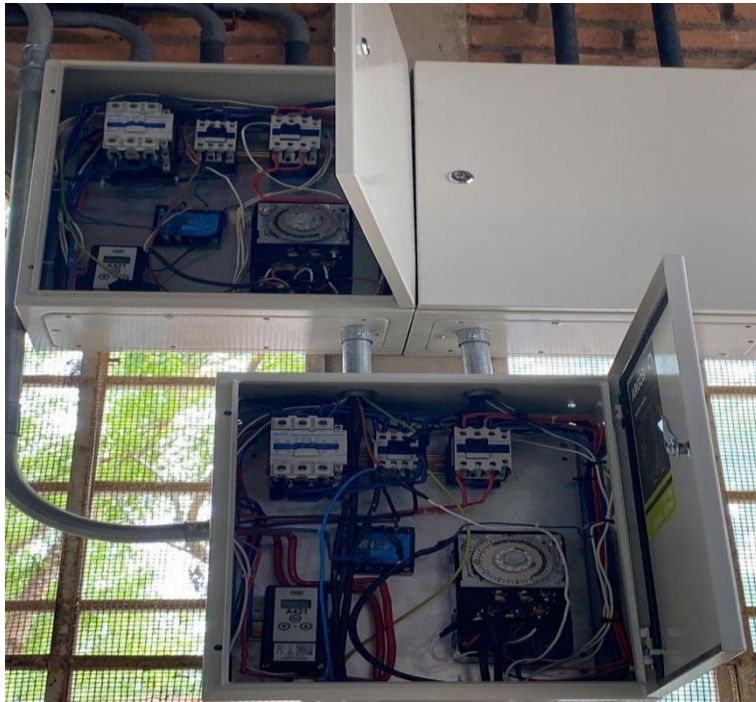
Anexo 2. Evaporador y condensador



Anexo 3. Condensador y compresor hermético



Anexo 4. Panel eléctrico de generador





Anexo 5. Generador eléctrico



Anexo 6. Formato de control para mantenimiento preventivo

| | | | |
|---|---|----------------------|--|
|  | FORMATO Control y Mantenimiento | Código | |
| | | Revisión | |
| | | Última actualización | |
| | | Página | |

“NOMBRE DEL EQUIPO”

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| Uso: | Código: |
| Frecuencia de mantenimiento: | |

| ÚLTIMA FECHA DE MTTO. | PRÓXIMA FECHA DE MTTO. | REALIZADA POR |
|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

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

OBSERVACIONES:

| Revisión | Descripción del cambio | Realizó el cambio |
|----------|------------------------|-------------------|
| 1 | Documento Inicial | |

XI. Cronograma

Tabla 21 Cronograma

| Elaborado por: | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|---|---|-------|---|---|---------|---|---|-------|---|---|---|
| Br. Samaria Adriana Villareyna | | | | | | | | | | | | | |
| Br. Emy Yaritxela López. | | | | | | | | | | | | | |
| | Diciembre | | | Enero | | | Febrero | | | Marzo | | | |
| Actividades | | | | | | | | | | | | | |
| Entrevista con el gerente | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Selección de equipos y maquinarias | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Recopilación de información | | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| Revisión con el tutor | | | | ■ | | | | | | | | | |
| Entrega de protocolo | | | | | ■ | | | | | | | | |
| Trabajo en documento final | | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| Revisión con el tutor | | | | | | | | ■ | | | | | |
| Revisión por parte de jueces | | | | | | | | | ■ | | | | |
| Corrección de errores | | | | | | | | | | ■ | | | |
| Entrega de CD | | | | | | | | | | | ■ | | |
| Entrega de documento impreso | | | | | | | | | | | | ■ | |
| Defensa de tesis | | | | | | | | | | | | | ■ |

Bibliografía

Álvarez-Gayou Jurgenson, J. L. (s.f.). Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo.

Carrido, S. G. (2008). *Ingeniería del mantenimiento* .

CEMA. (2016). *manual de operación y mantenimiento de plantas eléctricas*.

Diesel Service Generation. (2021). Obtenido de DSG: <https://renta-deplantasdeluz.com/tabla-de-consumo-de-combustible.html>

García Garrido, S. (2009-2012). *Ingeniería del mantenimiento*.

Garrido, S. G. (2010). *Organización y gestión de mantenimiento Industrial*. Madrid.

González Fernández, F. J. (2015). *Teoría práctica del mantenimiento industrial avanzado* (2da Edición ed.). Madrid: Fundacion confemental. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=OzwXOAKv_QAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false

Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* . México D.F.: Interamericana editores S.A.

John Deere. (2022). Obtenido de <https://www.deere.co.nz/en/generator-drive-engines/eu-stage-ii-non-emissions/powertech-m-4-5l-tf250/>

Mantenimiento preventivo para plantas eléctricas. (s.f.). Recuperado el 20 de 11 de 2021, de <https://kosov.com.mx/>

ORS, G. (2020). *Consultores electricos especializados*. Recuperado el 20 de 11 de 2021, de Partes de una planta electrica: <https://gruppoors.com.mx/2020/05/25/5-consejos-para-elegir-una-planta-de-emergencia/>

Plasencia Cigars. (2022). Obtenido de <https://www.plasenciacigars.com/heritage/>

Procesos de mantenimiento para sistemas de refrigeración en cuartos fríos. (s.f.). Obtenido de

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4969/62156R397.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Wigodski S., J. (2010). Población y muestra.