# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
## FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
### INGENIERÍA MECÁNICA

Diseño de un sistema de mantenimiento para las máquinas paneladora y bloquera del parque de maquinaria en el área de producción de la empresa paneles de construcción S.A (PANELCONSA).


**AUTOR**

Br. Luisa Amanda Hernández Alvarez.

Br. Gabriela Noemi Correa Rivas.

**TUTOR**

Ing. Cesar Guillermo Blandino Rayo


**Managua 22 de Julio de 2016.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

## DECANATURA

**A:** Brs. Luisa Amanda Hernández Álvarez
Gabriela Noemi Correa Rivas

**DE:** Facultad de Tecnología de la Industria

**FECHA:** Miércoles 18 de noviembre del 2015

Por este medio hago constar que su protocolo de Investigación Titulado **"Diseño de un sistema de mantenimiento para las maquinas Paneladora y Bloquera del parque de maquinaria en el área de producción de la empresa paneles de contrucción S.A (PANELCOSA)."**, para obtener el título de Ingeniero Mecánico y que contara con el Ing. César Guillermo Blandino Rayo Como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura por lo que puede proceder a su realización.

Cordialmente,

Ing. Daniel Cuadra Homey
Decano

DECANATURA F.T.I. UNI

**C/c Archivo**

Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 • Tel.: 2249-6437 • 2248-6879 • 2251 8271 • 2251 8276
Telefax: 2240 1653 • 2249 0942

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

## DECANATURA

A: Brs. Luisa Amanda Hernández Álvarez
Gabriela Noemi Correa Rivas

DE: Facultad de Tecnología de la Industria

FECHA: Martes 10 de mayo del 2016

Por este medio hago constar que la solicitud de prórroga para el trabajo de Investigación Titulado **"Diseño de un sistema de mantenimiento para las maquinas Paneladora y Bloquera del parque de maquinaria en el área de producción de la empresa paneles de construcción S.A (PANELCONSA).",** para obtener el título de Ingeniero mecánico, y que contara con el Ing. César Guillermo Blandino Rayo Como tutor, ha sido aprobado para el día viernes 22 de julio del año del 2016.

Cordialmente,

Ing. Daniel Cuadra Horney
Decano

Facultad de Tecnología de la Industria
DECANATURA
F.T.I.
UNI

C/c Archivo

Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 • Tel.: 2249-6437 • 2248-6879 • 2251 8271 • 2251 8276
Telefax: 2240 1653 • 2249 0942

22 de Julio del 2016

Ing. Daniel Cuadra Horney.

Decano de Faculta de Tecnología de la Industria

FTI-RUPAP.

Su despacho.

Estimado ingeniero cuadra.

Me es grato informarle que las estudiantes **Luisa Amanda Hernández Alvarez** con número de carnet **2010-32628 y Gabriela Noemi Correa Rivas** con número de carnet **2010-33484,** que están bajo mi tutoría para la realización de su tema monográfico llamado **"Diseño de un sistema de manteniendo para las maquinas paneladora y bloquera del parque de maquinaria en el área de producción de la empresa paneles de construcción S.A (PANELCONSA)".** Han culminado la elaboración de esta, puesto que ya ha sido revisada por mi persona, apruebo la presentación del tema ante el jurado asignado por su facultad.

Agradeciendo de antemano la respuesta afirmativa a la solicitud planteada en esta carta, se despide atentamente.

Ing. Cesar Guillermo Blandino Rayo

Paneles de Construcción, Sociedad Anónima.

PANELCONSA

22 de Julio del 2016

**A: Ing. Daniel Cuadra Horney (Decano de facultad tecnología de industria)**

Por este medio me complace comunicar que las Br. Gabriela Noemi Correas Rivas y Luisa Amanda Hernández Alabares desarrollaron un proyecto el cual era un diseño de un sistema para las maquina PANELADORAS y BLOQUERA del parque de maquinaria en el área de produccion de la empresa PANELES DE CONTRUCION S. A. (PANELCONSA) cabe de señalar que el proyecto realizado fue de gran beneficio para la empresa por tal razón doy fe del trabajo que el equipo Correas, Hernández realizaron mostrando mucha responsabilidad, interés y tecnicismo como futuros profesionales sin más que agregar.

**Ing. Isaías Aguirre Méndez**
Jefe de Producción y Mantenimiento de PANELCONSA

isaiasaguirre19853@gmail.com
83957343

PANELES DE CONSTRUCCION, S.A. PANELCONSA PRODUCCIÓN

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**
**Facultad de Tecnología de la Industria**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**F-8:CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**HERNÀNDEZ ALVAREZ LUISA AMANDA**

Carne: **2010-32628** Turno **Diurno** Plan de Estudios **972A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA.**

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO,** a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y ocho días del mes de octubre del año dos mil quince.

**Atentamente,**

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
**Secretario de Facultad**

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 28-oct-2015

**Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**
**Facultad de Tecnología de la Industria**

SECRETARÍA DE FACULTAD

## F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

**CORREA RIVAS GABRIELA NOEMI**

Carne: **2010-33484** Turno **Diurno** Plan de Estudios **972A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA.**

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO,** a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los cinco días del mes de junio del año dos mil quince.

**Atentamente,**

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
**Secretario de Facultad**

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 05 JUN 2015

**Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653**

## Agradecimiento.

Existen muchas personas a las que quiero agradecer su información, animo, paciencia y apoyo que generosamente dieron para lograr concluir nuestra monografía.

A Dios por darme el don de la sabiduría y la vida en una ambiente saludable.

A mis Queridos Padres por bridarme su apoyo incondicional día a día.

Al personal de la empresa paneles de construcción por la paciencia con que ayudaron.

A un amigo especial que estuvo en los momentos difíciles y por el apoyo que me brindo.

A los docentes de la Facultad de Tecnología de la Industria que nos han guiado durante todo el transcurso de nuestra carrera y educado con esfuerzo y entusiasmo.

Luisa Amanda Hernández Alvarez.

## Agradecimiento.

Agradezco Primero a Dios, por estar conmigo siempre y darme sabiduría, y después a mi esposos Enrique Cordón y a mi padre Marvin Correa por su gran ayuda en este proceso de realización de monografía; de igual modo a mi mama Gisela Rivas, porque a ella le debo lo que soy gracias a su apoyo diario y a su lealtad inagotable; Sin la ayuda de cada uno de ellos no hubiese podido permanecer en la Universidad.

A mi hijo por alegrarme la vida a diario.

A mis hermanos, por estar siempre conmigo. A Jonatán por ser un buen hermano.

A mi familia por estar siempre presente. A mi abuela Elba y a mi tío José, porque siempre está ahí en los momentos difíciles para darme su apoyo.

A la Universidad Nacional de Ingeniería por haberme dado las herramientas para ser un futuro profesional.

A los amigos que han estado allí para hablar, reír, estudiar.

A las personas de la empresa PANELCONSA, que nos brindaron su amistad y ayuda.

Y a todas las personas que directa o indirectamente colaboraron para que este objetivo en mi vida se lograra.

A todos mi más sincero agradecimiento.

Gabriela Noemí Correa Rivas.

## *DEDICATORIA*

*A Dios por todo lo que me dado en la vida, por darme la oportunidad de lograr finalizar mis estudios y guiarme por el buen camino, dándome fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.*

*A mi madre Idalia Alvarez Mercado y padre José Antonio Hernández Martínez por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar y formarme en todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter y mi empeño para seguir mis objetivos.*

***Luisa Amanda Hernández Alvarez.***

## *DEDICATORIA*

*Dedico de manera especial a mis padres y esposo, ya que ellos fueron los principales cimientos para que yo pudiera construir mi vida profesional, sentaron en mi las bases de responsabilidad , deseos de superacion.*

*A mi hijo por darme la inspiracion, y fuerza de empuje necesaria para porder culminar con éxito esta etapa de mi vida. Gracias a Dios por permitir que el este en mi vida.*

*Le Dedico tambien a mis hermanos y abuela que son personas que me han ofrecido amor y calidez siempre.*

***Gabriela Noemi Correa Rivas.***

# RESUMEN

Dentro de una empresa surgen varias preguntas al momento de plantearse la situcion de los equipos: se debe realizar un mantenimiento oportuno o esperar que las maquinas cumplan su proceso de envejecimiento?. Para ahondar un poco mas el tema debemos tener en cuenta que el mantenimiento no solo es una formalidad, es una necesidad de cara a la larga vida util de los equipos y a una mejora de la produccion, disminuyendo los tiempos perdidos por paros no programados. Mejorando la produccion y seguridad de los trabajadores.

La empresa paneles de construccion (PANELCONSA), consta de un personal y un parque de maquinarias relativamente nuevos, ya que la empresa empeso a funcionar hace 6 años; cada equipo que conforma el parque de maquinarias juega un papel muy importante en el proceso de elaboración de paneles, en este documento hace referencia a las maquinas paneladora y bloquera, estas son muy importante en el proceso de fabricacion y representan una oportunidad de mejora de mantenibilidad.

La empresa paneles de construccion no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo ni predictivo es por esta razon que se hace presente con mayor frecuencia el mantenimieno correctivo, poniendo en riesgo el proceso de produccion ya que este manteniemto incurre en muchos mas gastos, ademas los repuestos son traidos en gran mayoria de italia debido a esto tardan semanas o meses en activar un equipo aumentando asi el gasto de la reparacion en tiempo y costos representados en fletes aereos.

El trabajo monográfico presenta una propuesta de un plan de mantenimiento, en el cual se encuentra la información del procedimiento realizado en todo el periodo del trabajo, de la misma manera conceptos básicos y aspectos más relevantes de la implementación de un sistema de mantenimiento para la empresa.

En el texto se hace enfacis en el mantenimiento preventivo, ya que este implica un mantenimiento constante , que es de vital importancia en toda las industrias de producción, para la disminucion de paros y control de fallas, ya que al poseer un plan de mantenimiento se abre paso a la mejora continua en los procesos de produccion y en este caso en la utilizacion de las máquinas.

# INDICE.

# INDICE DE TABLAS.

## INDICE DE ILUSTRACIONES.

## INTRODUCCION.

Paneles de construcción (PANELCONSA), es una industria de Nicaragua creada para la fabricación y comercialización del sistema constructivo M2, este producto es hecho a base de paneles de poliestireno expandido y mallas de acero.

El giro principal de negocio es la fabricación, venta e instalación de los paneles M2. Que es un innovador sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de Poliestireno expandido ondulado, con una armadura básica adosada en sus caras formada por mallas de acero de alta resistencia, vinculadas entre sí por conectores de acero electro soldado. El sistema es sismo resistente y permite realizar construcciones de hasta 4 pisos de cualquier tipo o estructura arquitectónica, desde las más sencillas hasta las más complejas. Por sus altas propiedades y beneficios ofrece un producto de óptimas condiciones para muros, divisorios, fachadas y escaleras.

La finalidad de la empresa es proveer un sistema de paneles modulares prefabricados, que además de ahorrar tiempo de construcción y mano de obra, logra resolver en un solo elemento las funciones estructurales y auto portante, simplificando su ejecución, entregando elevados coeficientes termo-acústicos y gran versatilidad de formas y acabados en obra.

Para continuar con una producción de calidad, surge la oportunidad de realizar un plan de mantenimiento para las máquinas, dicho plan

debe garantizar una confiabilidad y buenas condiciones en los equipos, reduciendo las fallas o disminuir la gravedad de las averías, facilitando al personal una mayor seguridad, evitando accidentes.

Este trabajo presenta un plan de mantenimiento preventivo orientado a dos del total de máquinas existente en el parque de producción de la empresa Paneles de Construcción, Sociedad Anónima (PANELCONSA), las cuales son Bloquera y Paneladora, que corresponden una al inicio de producción y la otra al final de producción.

## ANTECEDENTES

Paneles de Construcción, Sociedad Anónima (PANELCONSA) fue fundada en el año 2010, como una sociedad anónima. Esta tecnología es de origen italiano tiene una antigüedad de más de 30 años, y es producida en 35 plantas industriales en diferentes países de todos los continentes, forma parte de un grupo Industrial de empresas. La estructura organizativa está integrada por una junta directiva de cuatros miembros un Presidente, un vicepresidente, secretario y tesorero, en la organización interna por un Gerente General, un gerente de Producción y un contador financiero como ejecutivos principales.

PANELCONSA solo realiza mantenimiento correctivo a las máquinas; sin embargo ha hecho un esfuerzo por cumplir un mantenimiento programado; la mayoría de los mantenimientos realizados son a Paneladora y Bloquera:

- En el 2016 mantenimiento correctivo a la Bloquera (cambio del pistón de empuje)
- En el 2015 , durante el mes de diciembre se realizó mantenimiento programado a la Bloquera (cambio de piezas, lubricación, limpieza)
- En el 2014 se realizó mantenimiento Programado a todas las máquinas de la planta (limpieza, lubricación).
- En el 2014 se realizó mantenimiento programado a la Paneladora (cambio de los ejes posicionamiento, limpieza, lubricación).

- En el 2014 se realizó mantenimiento correctivo a la Paneladora (se instalaron nuevos calentadores).

## OBJETIVOS.

Objetivo general.

Diseñar un sistema de mantenimiento para las maquina Paneladora y Bloquera del parque de maquinaria en el área de producción de la empresa paneles de construcción (PANELCONSA).

Objetivo específico.

- Determinar los elementos tecnológicos de la Paneladora y Bloquera.
- Determinar los tipos de mantenimiento a realizarle a las maquinas (Paneladora y Bloquera).
- Establecer los tiempos necesarios para la realización de los diferentes tipos de mantenimientos en cada una de las máquinas.
- Diseñar los formatos necesarios para llevar un control correcto del mantenimiento.

## JUSTIFICACION.

El parque de maquinaria de paneles de construcción PANELCONSA, están sometidas a trabajos diariamente pero no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo o correctivo que les proporcione una mantenibilidad y disponibilidad acorde con las exigencias de la empresa.

La empresa solo con un encargado del mantenimiento del parque de maquinaria, es por esto que muchas veces las fallas mecánicas que presentan requieren mucho tiempo para ser corregidas. Por ende surge la necesidad de desarrollar un programa de mantenimiento a los equipos que conforman el parque de maquinaria.

Por ello es importante un plan de mantenimiento; que mida la mantenibilidad y disponibilidad de los equipos, y a su vez aumente la vida útil de los equipos, y mejoré la organización de trabajos; al involucrar no solo al personal de mantenimiento si no que al operador. Y al realizar dicha propuesta el beneficio que queda en la empresa, máquinas y trabajadores es grande, y cuantificable en dinero y tiempo.

El siguiente trabajo pretende demostrar que un sistema de mantenimiento al parque de maquinaria va a contribuir a una mayor seguridad y economía, beneficiando a todo el personal de la empresa, en especial a la gerencia.

# CAPITULO 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

## 1.1 UBICACION.

La planta industrial PANELCONSA está ubicada en el kilómetro 30 sobre la carretera Managua-Masaya, en las instalaciones de INCASA.

## 1.2 MISION.

Somos una industria que elabora y vende un sistema constructivo de alta calidad, seguridad, confort y versatilidad para nuestros clientes y que genera rentabilidad de los socios y el desarrollo de nuestro personal.

## 1.3 VISIÓN.

Ser en el mercado nacional el sistema constructivo líder en ventas de paneles de electro malla, con el que se construyen obras verticales que requieran altos estándares de calidad y seguridad.

## 1.4 VALORES.

- Lealtad.
- Credibilidad.
- Integridad.
- Orientación a la calidad.
- Innovación y tecnología.

- Profesionalismo.
- Desarrollo de las personas.
- Respetuoso con el medio ambiente y comprometidos con la comunidad.

## 1.5 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

a) Lograr una rentabilidad financiera sostenida de la empresa para incrementar el valor de las acciones de los socios.
b) Posicionar EMMEDUE (innovador sistema constructivo sismo resistente) como líder de los sistemas existentes en el mercado, con productos de calidad, precios competitivos y excelente servicios.
c) Transformar la cultura de construcción dominante en el mercado. Promover el desarrollo y la capacitación a nuestro personal para mejorar su desempeño (control de calidad, planes de producción, seguridad industrial, atención al cliente, administración y manejo de inventario).
d) Cumplir las metas de producción y ventas proyectadas en el Plan de negocio del periodo.

## 1.6 POLITICAS GENERALES.

PANELCONSA ha definido políticas enfocadas a la calidad, Seguridad higiene ocupacional, y la productividad, integrándolos a las actividades diarias como criterios de gestión.

### 1.6.1 Política de Calidad:

Nuestra política de calidad se manifiesta en el firme compromiso de:

a) Cumplir las normas y estándares internacionales para la fabricación de productos constructivos EMMEDUE.
b) Impulsar una cultura de calidad en todas las operaciones de la empresa.

### 1.6.2 Política de Productividad:

Nuestra política de productividad está enfocada a cumplir diariamente los compromisos siguientes:

a) Alcanzar las metas de producción propuestas en el Plan de Negocios anual.
b) Satisfacer los parámetros de calidad de los productos.
c) Minimizar los desperdicios.
d) Impulsar una producción limpia controlando y reutilizando los desperdicios del proceso productivo de la empresa.

### 1.6.3 Políticas de Seguridad e Higiene Ocupacional.

La seguridad e higiene ocupacional es parte esencial de nuestras operaciones diarias y nos comprometemos a cumplir con lo siguiente:

a) Cumplir con las leyes y normas de seguridad e higiene ocupacional vigentes del país.
b) Proporcionar a nuestro personal, clientes, proveedores y visitantes un lugar de trabajo seguro y saludable.

c) Comunicar a los colaboradores esta política, capacitarlos en materia de Seguridad e Higiene Ocupacional y promover el trabajo en equipo y la responsabilidad.
d) Implementar mejores prácticas gerenciales y mejora continua de nuestro Sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional, impulsando una cultura de cero accidentes.

### 1.6.4 Políticas de Control Interno.

Que todas las operaciones se registren en los libros auxiliares, diario y mayor de contabilidad.

a) Que el registro original sea verificado por alguna persona de la empresa diferente a quien efectúa el registro. En algunos casos, esto puede ser verificado por alguien ajeno a la empresa como la auditoría interna o externa.
b) Que las operaciones hayan sido aprobadas y realizadas por personas autorizadas.
c) Que los precios y valores estén verificados por las personas designadas (Gerencia General Y Contabilidad).
d) Que los activos se encuentren debidamente asegurados y custodiados y que exista un control físico adecuado contra sustracciones o manejos inadecuados.
e) Que los activos entregados a terceros en conceptos de préstamo u otros sea registrados en libros cuando ello proceda y se efectué previa autorización formal.
f) Que los saldos de las cuentas estén correctamente determinados.

g) Que los saldos de las cuentas sean verificados mediante recuentos físicos o mediante confirmación de terceros.
h) Que se mantenga un adecuado control sobre los diversos comprobantes, libro diario y mayor, estados financieros y otros registros, lo mismo que reportes preparados para uso de la administración.

## 1.7 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.

En la tabla 1, se muestra la cantidad de operarios necesarios para un turno de trabajo, en caso de crear un segundo turno la cantidad de mano de obra directa seria el doble , que son los operarios y auxiliares de máquinas.

| RESUMEN UN TURNO | |
|---|---|
| MANO DE OBRA | CANTIDAD |
| DIRECTA | 13 |
| INDIRECTA | 4 |
| ADMINISTRACIÓN | 4 |
| VENTAS | 4 |
| TOTAL | 21 |

*Tabla 1 RESUMEN DE TURNO*

## 1.8 PRODUCTO Y MATERIA PRIMA.

El panel simple está compuesto por una lámina de Poliestireno ondulada (datos según EMMEDUE, brindados por la empresa Panelconsa) de densidad 13Kg/m$^3$, cuyo espesor puede variar de

40mm a 260mm, dependiendo del diseño se define el espesor. El ancho único de estos Paneles es de 1200mm y una altura variable de 1000mm a 18000mm. Adicional a esto tiene dos mallas galvanizadas electro soldadas, por sobre y debajo de la lámina y unidas entre sí por medio de conectores.

Dependiendo de los cálculos estructurales se determina el diámetro del alambre galvanizado puede ser de 2mm, 2.30mm, 2.40mm a 3.5mm. La cantidad de conectores depende del diseño de la lámina, (Gerencia Panelconsa).

### 1.8.1 Poliestireno expandido.

Es un material plástico espumado, derivado del petróleo y utilizado en el sector de envase y construcción.

### 1.8.2 Alambre de acero.

El tipo de alambre de acero para la fabricación de paneles es un alambre galvanizado, (datos según EMMEDUE, brindados por la empresa Panelconsa) con un porcentaje de galván de 60 gar x $m^2$ con una resistencia de 90 a 110 kgf y una elongación de 8%, y un porcentaje de carbono de 18 al 22%, bajo la nomenclatura de un 1SAE 1018, libre de oxidación, grietas, poros, desprendimientos metálicos y libres de suciedad.

## 1.9 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE LOS PANELES.

La fabricación de los Paneles de Construcción consiste en una serie de operaciones de procesamiento de Perlas de Poliestireno y Acero, los cuales llevan el poliestireno a un estado de lámina y el acero a formar mallas electro-soldadas, para luego ser ensambladas y unidas por medio de conectores de acero galvanizado, y así obtener el Panel M2.

A continuación se describe el proceso de fabricación de Paneles de Construcción, así como la participación de las diferentes máquinas que llevan a cabo los procesos con su secuencia correspondiente:

### 1.9.1 Recepción de materia prima: perlas de poliestireno y acero.

Las perlas de poliestireno son almacenadas en silos de espera para ser procesadas.

El acero es recepcionado en bobinas que se acoplan a la máquina que la procesara es este caso la ENMALLADORA.

### 1.9.2 Pre-expansión de las perlas poliestireno.

Las perlas de Poliestireno, o el llamado poliestireno expandible, es obtenido de la polimerización del estireno en presencia del pentano, el cual actúa como agente expansor, es calentado en un Pre-expansor el cual se muestra en la ilustración 1, (datos según EMMEDUE, brindados por la empresa Panelconsa) por medio de vapor de agua a una temperatura de 80 y 110°C y 2.5Bar, lo cual hace que el agente

expansor reaccione y haga que las partículas aumenten su tamaño inicial; este proceso es hecho en presencia de unos agitadores que evitan que las partículas se peguen y no formen masas.

Este proceso es cíclico y la máquina lo hace cada 18kg. Uno de los puntos más importantes en este proceso es la selección de la densidad, la cual es muy importante a la hora de obtener el producto requerido, en este caso depende del tipo de panel que se vaya a fabricar. Esta densidad va en función de la temperatura y del tiempo, la cual va disminuyendo a medida que aumente la temperatura y el tiempo. No sobra decir que la densidad depende mucho de la materia prima.

*Ilustración 1 MAQUINA PRE-EXPANSOR*

### 1.9.3 Reposo y estabilización de las perlas de poliestireno.

Después que las perlas de Poliestireno son pre-expandidas, es necesario que se almacenen en Silos de reposo que se muestran en la ilustración 2. Son almacenados en un periodo de 24 o 72 horas, para que la perla se estabilice el pentano; no sobra decir que en este momento las perlas cuentan con un 90% de aire.

Lo que se obtiene al enfriarse es crear un vacío interior que se debe compensar con la penetración de aire por difusión. Todo esto con el fin de alcanzar la estabilidad mecánica necesaria para hacer más efectiva la expansión y así sea más fácil su unión en el momento de formar el bloque.

*Ilustración 2 SILOS DE REPOSO Y ESTABILIZACION*

### 1.9.4 Proceso de molido y mezclado de poliestireno.

#### 1.9.4.1 Proceso de molido.

Para conservar el medio ambiente, bajar costos y hacer un buen uso de los desperdicios se utiliza el proceso de molido que se lleva a cabo en la máquina trituradora que se presenta en la ilustración 3. Este lo único que hace es aprovechar los desechos y desperdicios de láminas y pedazos de poliestireno, con el fin de molerlos, almacenarlos en unos silos especiales para material reciclado y posteriormente ser mezclados y utilizados en la elaboración de bloques.

*Ilustración 3 MAQUINA TRITURADORA PARA EL SUB PROCESO DE MOLIDO*

#### 1.9.4.2 Proceso de mezclado.

La cantidad de material molido depende mucho del tipo de bloque que se esté produciendo en el momento. Los bloques que se manejan normalmente (Correa Pablo, 2011, Estudio de pre factibilidad de una planta EMMEDUE) son los siguientes:

100% VIRGEN: Este bloque es totalmente con perlas vírgenes es decir nuevas.

70% VIRGEN Y 30% RECICLADO: Este bloque contiene 70% de perla virgen y un 30% de material reciclado, esto quiere decir que contiene aproximadamente 30 kilogramos de material virgen y 9 kilogramos de material reciclado.

40% VIRGEN Y 60% RECICLADO: Este bloque contiene 40% de perlas virgen y 60% de material reciclado, lo que quiere decir que tiene 23 kilogramos de material virgen y 16 kilogramos de material reciclado. Todo va dependiendo a como lo pida el comprador.

### 1.9.5 Elaboración de bloques (expansión y moldeo final).

En este proceso es donde la materia prima pasa por un molde llamado bloquera que se presenta en la ilustración 4. Para terminarse de expandir, soldarse y moldearse. La bloquera está compuesta por un molde o tapas, las cuales están llenas de agujero por los cuales sale el vapor que es el que hace que las perlas se ablanden, que el pentano se volatice, que el vapor entre nuevamente en las cavidades y que las perlas se terminen de expandir y fusionar, luego quede el poliestireno relativamente seco, y en forma de bloque con un volumen 2.40 $m^3$ (la dimensión del bloque depende del tipo de boquera).

Sobre la densidad del bloque, se puede decir que los paneles tienen una densidad máxima de 15 kg/m3 y mínima de 13 kg/m3, dependiendo del tipo de panel que se vaya a fabricar. Sin embargo, como para EMMEDUE es tan importante el medio ambiente, normalmente las perlas son pre-expandidas a 17 kg/m3 y

posteriormente, mezcladas con material reciclado, el cual hace que los bloques bajen su densidad hasta lo necesario.

*Ilustración 4  MAQUINA BLOQUERA*

### 1.9.5.1 Reposo de bloques de poliestireno.

Después que el bloque de poliestireno sale moldeado y listo, se deja reposar en almacén de 10 a 15 días, para una mayor efectividad del proceso y calidad del producto, en la ilustración siguiente se puede ver los bloques en estado de reposo esperando el tiempo necesario para ser utilizado.

*Ilustración 5 BLOQUES DE POLIETIRENO EN REPOSO*

### 1.9.6 Proceso de corte de bloques en láminas de poliestireno.

El corte del bloque se lleva a cabo en una máquina Pantógrafo que se verá a continuación en la ilustración 6. Es una maquina computarizada de dos ejes, que corta las láminas o perfiles necesarios automáticamente de las dimensiones que se requieran por medio de unos alambres de ferroníquel, a los cuales se les aplica una corriente que hace que atraviesen los bloques de poliestireno, los cuales son transformados por medio de bandas hasta terminar el corte de todo el bloque a una temperatura de 90-100 °C.

Para poder hacer estos cortes es necesario previamente diseñar los programas en AutoCAD, para posteriormente ingresarlos al PLC (dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario) y obtener laminas en buenas condiciones.

No sobra decir que este proceso es muy importante, ya que de la buena ondulación y calidad de las láminas dependen los siguientes procesos y el acabado final de los paneles.

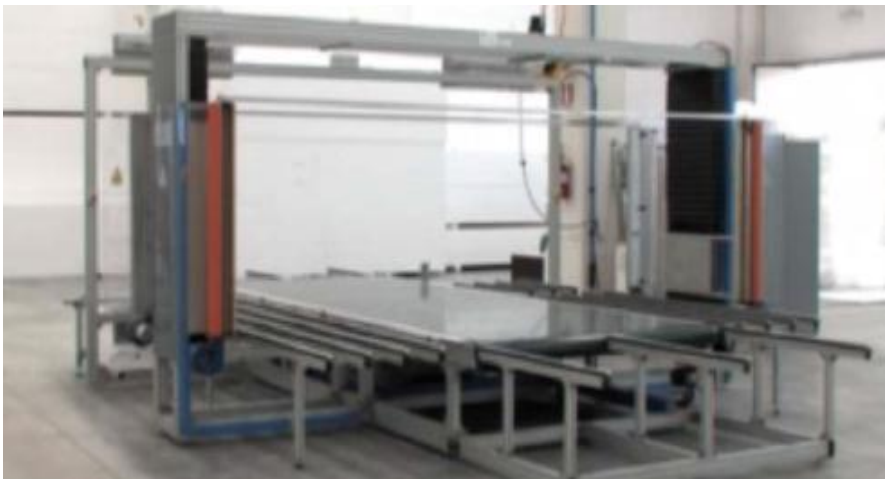

*Ilustración 6 MAQUINA PANTOGRAFO*

### 1.9.7 Fabricación de malla electro soldada.

Los hilos de acero son unidos por medio de electro puntos de soldadura, con unos diámetro de alambres mínimos de 2 mm y máximo de 2.4 mm; formando mallas que posteriormente serán conectadas con las láminas de poliestireno para formar el producto final.

La malla está conformada por unos elementos longitudinales y unos transversales. Para los longitudinales, la enmalladora es ilustración 7 que se presentara a continuación. Lo que hace es enderezar el alambre, el cual viene en rollos, la cantidad de longitudinales depende de la malla que se esté fabricando, al igual que los transversales pero estos tienen que pasar por otro sub proceso, que es el enderezado y cortado, para posteriormente alimentar la tolva de la enmalladora.

Al momento de ensamblar la malla, la distancia entre los transversales puede variar, a lo que se le llama cuadricula, este se debe regular introduciendo los datos requeridos en mm, al igual que la longitud de la malla que se requiere, para que posteriormente se corte la malla.

*Ilustración 7 MAQUINA ENMALLADORA PARA LA FABRICACION DE MALLAS*

#### 1.9.7.1 Doblado y/o enderezado de mallas.

Es un proceso sencillo donde lo que se hace es doblar y cortar la malla, según el diseño y mediciones requeridas, se configura la enmalladora o se usa una maquina dobladora.

### 1.9.8 Elaboración de paneles (unión de lámina de poliestireno con malla por medio de soldadura).

Los paneles, el producto es ensamblado por la maquina llamada paneladora que se presentara a continuación en la ilustración 8, consiste en unir dos mallas con una lámina de poliestireno onduladas.

La unión de estas se hace por medio de unos conectores de alambre de calibre 3 mm, los cuales atraviesan las láminas de poliestireno y se unen por medio de electro soldadura hecha por la misma máquina. Teniendo así el producto final.


*Ilustración 8 MAQUINA PANELADORA*

### 1.9.8.1 Elaboración de accesorios.

Los accesorios presentados en la ilustración 9, son productos necesarios para la instalación de los paneles, los cuales son también producidos en la planta. Es un proceso sencillo en el que lo único que hace la maquina es doblar y cortar la malla elaborada por la enmalladora de las dimensiones necesarias.

*Ilustración 9 ACCESORIOS*

### 1.9.9 Verificación.

Suele pasar que algunos de los paneles ya procesados por la paneladora, salen con defectos, tales como:

- Conectores que no quedan electro soldados
- Conectores muy largos
- Daño de laminas

Por estas razones, y por el control de calidad, si los paneles salen con más del 5% de conectores largos o mal electro soldados pasan al proceso de resoldado.

#### 1.9.9.1 Resoldado.

Es el proceso, donde por medio de una soldadura manual se arreglan los conectores que no alcanzaron a soldarse y se cortan los muy largos con una cizalla neumática a continuación se presenta en la ilustración 10. Es un proceso muy sencillo, pero muy importante, para poder satisfacer las necesidades y requerimientos de calidad.

*Ilustración 10 CIZALLA NEUMATICA*

### 1.9.10 Almacenamiento.

Los paneles y accesorios son almacenados, en espera de ser vendidos.

Para que los bloques sean almacenados deben cumplir con los siguientes criterios:

1. Deben estar bien compactados con la forma del rectángulo de la bloquera
2. No debe presentar desmoronamiento ( partículas de poliestireno sueltas)
3. El bloque debe tener un color completamente blanco.

Si se cumplen estos criterios, el bloque se puede almacenar de manera que repose al menos 240 horas, para luego ser usado en el proceso de fabricación de paneles.

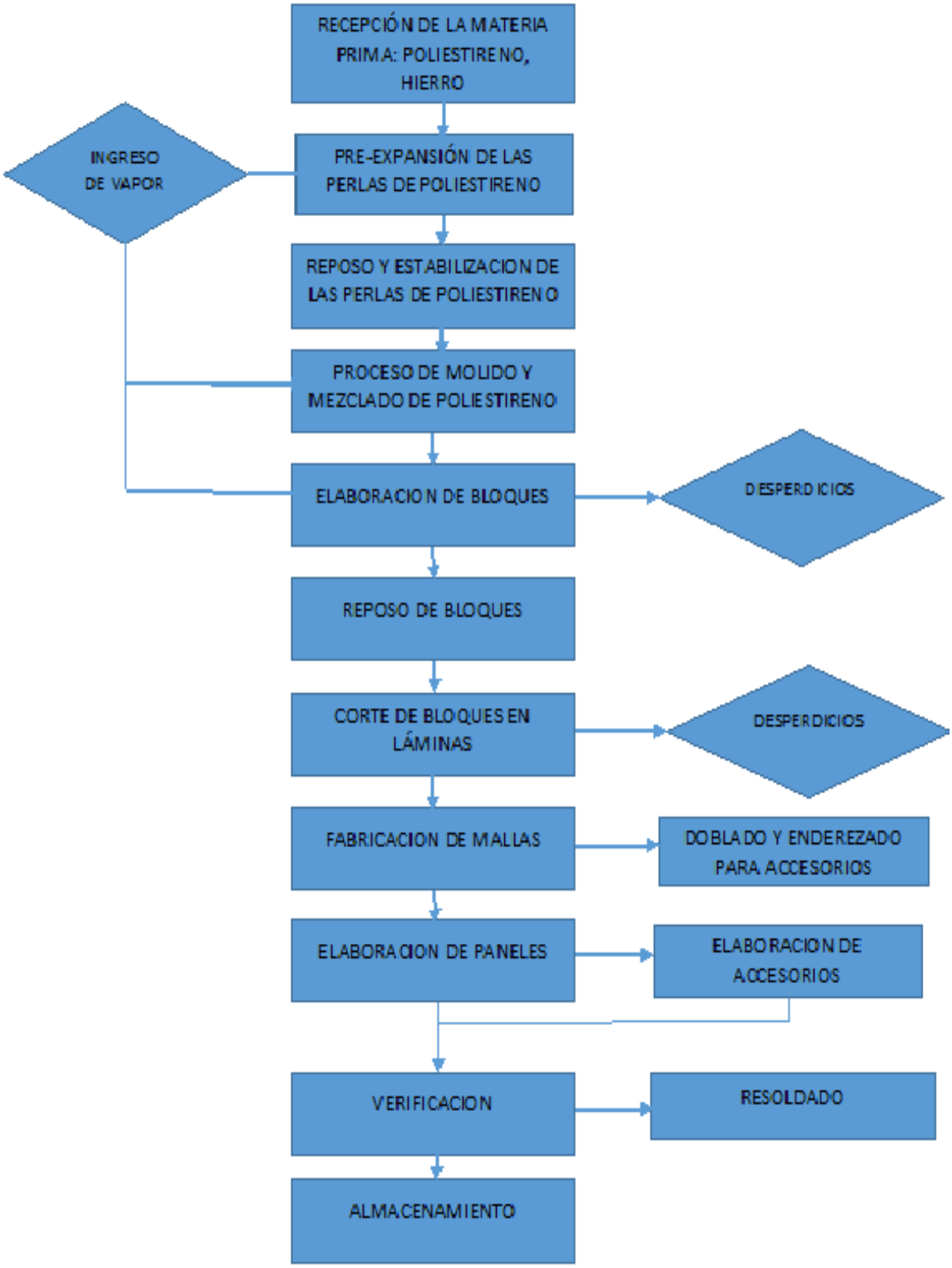


*Ilustración 11 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA ELABORACION DE LOS PANELES*

En el presente cursograma se presenta en síntesis la elaboración de paneles desde la obtención de la materia prima hasta llegar al proceso terminado.

| RESUMEN DEL SIGNIFICADO DE LOS SIMBOLOS DEL CURSOGRAMA. | | |
|---|---|---|
| **ACTIVIDADES** | **SÍMBOLO** | **CONCEPTO Y APLICACIÓN** |
| OPERACIÓN | | Principales etapas del proceso. Se crea se cambia o se añade algo, tales como montaje, corte y desmontaje de algo. |
| TRANSPORTE | | Movimiento del material personal u objeto de estudio, ej.: llevar material en algún transporte u objeto. |
| ESPERA | | Se produce cuando las condiciones no permiten o no requieren una ejecución inmediata de la próxima acción planeada, ej.: material esperando ser utilizados |
| INSPECCIÓN | | Se produce cuando las unidades del sistema productivo son comprobadas, verificadas y revisadas, ej.: examinar calidad. |
| ALMACENAMIENTO | | Se produce cuando algo permanece en un sitio sin ser trabajado o en proceso de elaboración, ej.: producto terminado o materia prima. |
| ACTIVIDAD MIXTA | | Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo elemento en un mismo lugar. |

*Ilustración 12 RESUMEN DEL SIGNIFICADO DE LOS SIMBOLOS DEL CURSOGRAMA*

| **CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO.** | NOMBRE:<br><br>FECHA: |
|---|---|
| **PROCESO:** De construcción de paneles en la empresa PANELCONSA<br>**INICIA:**<br>**FINALIZA:** | |

| **Descripción del proceso** | **Tiempo (min)** | **Símbolos** | | | | | | **Observaciones** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Recepción de materia prima | Indefinido | | | | | | | |
| Pre-expansión de las perlas de poliestireno | 10 | | | | | | | |
| Reposo y estabilización de las perlas | Indefinido | | | | | | | |
| Proceso de molido y mezclado de poliestireno | Indefinido | | | | | | | Perlas virgen y perlas recicladas |
| Elaboración de bloques | 7 | | | | | | | |
| Reposo de bloques | 4320 | | | | | | | Transporte a través de un montacargas y la espera para ser cortado |
| Cortes de bloques en laminas | 6 | | | | | | | Operación de cortes y el transporte de las láminas a través de un montacargas |
| Fabricación de mallas | 6 | | | | | | | |
| Elaboración de paneles | 6 | | | | | | | Transporte y operación |
| Verificación | 2 | | | | | | | De forma manual pasan por un sondeo y luego un resoldado si es necesario |
| Almacenado | Indefinido | | | | | | | |
| **TOTAL** | **4,357** | **5** | **0** | **1** | **1** | **1** | **3** | |

*Tabla 2 CURSOGRAMA ANALITICO*

## 1.10 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

En la descripción de proceso se puede observar las diferentes máquinas que se utilizan para la elaboración de paneles de EMMEDUE, las cuales son:

- Pre-expansor
- Bloquera
- Pantógrafo
- Enmalladora
- Paneladora
- Dobladora

Esta tesis está enfocada a las máquinas Bloquera y Paneladora, las cuales poseen la siguiente descripción:

### 1.10.1 Bloqueara.

Es la maquina encargada de moldear los bloques de poliestireno expandidos. Al llenarse esta con la materia prima, posteriormente se inyecta vapor y se crea un vacío, donde la materia prima, la cual todavía no se ha terminado de expandir y continua con pentano, se termina de expandir, compactando el material y formándolos bloques. Los componentes principales de una bloquera son los siguientes:

- Pistón de empuje: La función de este pistón el cual está ubicado en la parte de atrás es ayudarle al vapor a la hora de expulsar el bloque, ya que al expandirse tanto las perlas, estas ejercen presión muy grande con las paredes interiores de la bloquera, haciendo que sea insuficiente la fuerza generada por el vapor.

- Ductos suministro de vapor: El vapor es transportado por estos ductos, desde la caldera hasta la bloquera. Son varios ductos, repartidos por cada tapa que tiene la bloquera, de igual forma cada tapa contienen orificios de 2 mm de diámetro, con el fin de suministrar el vapor homogéneamente al bloque.

- Bloquera: Rectángulo diseñado para soportar altas presiones y vacío, está compuesto por láminas de aluminio llenas de orificio para facilitar el ingreso de vapor.

- Ducto suministro de poliestireno: En la puesta de la bloquera se encuentra un orificio, donde va conectado el ducto de suministro de poliestireno que en su otro extremo da está conectado al silo donde se almacena el poliestireno expandido.

- Armario de control: este es un tablero PLC donde se programa la máquina.

- Puerta: es donde sale el bloque, también es la que contiene el ducto donde se alimenta la maquina con el poliestireno expandido, y al igual que todas las paredes inyecta vapor y realiza el vacío.

- Rampa de salida: Es una estructura formada por rodillos y por un sensor. Los rodillos hacen que al salir el bloque se deslice con facilidad.

### 1.10.2 Paneladora.

Es la máquina que saca el producto final; es la que une por medio de electrosoldaduras la lámina de poliestireno con las dos mallas de acero, por medio de conectores de alambre galvanizado.

Los componentes principales de una Paneladora son los siguientes:

- Spider: Los spider son una estructura que gira en su propio eje, la cual soporta los rollos de alambre que necesita la Paneladora para atravesar y conectar las mallas de acero, estos giran a medida que la Paneladora vaya necesitándole.

- Mesa de ensamble: Es la mesa donde se descarga la malla y la lámina de poliestireno, se acomoda y endereza para realizar el proceso de conexión.

- Conexión: Está compuesta por dos partes importantes; las cizallas, las cuales tienen como función cortar los conectores, y las pinzas de soldadura las cuales tienen como función electro soldar los conectores con las mallas.

- Cabezas enderezadoras de avance: Enderezan el alambre para que este atraviese la lámina de poliestireno de una manera recta y coincida con los longitudinales de la malla inferior.

- Mesa de descarga: Es la mesa donde sale el panel después de ser ensamblado.

Es importante porque evita que se pandee el panel, y donde se hace el control de calidad.

- Armario de control: Este es un tablero PLC donde se encuentran todos los componentes eléctricos y electrónicos, requeridos para programar la máquina.

# CAPITULO 2. MARCO TEORICO

## 2.1 MANTENIMIENTO.

(NEWBROUGH, 1974) Afirma “El mantenimiento es Mantener un control constante de las instalaciones y componentes, así como del conjunto de trabajo de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema y que puedan cumplir sus compromiso de producción con costo mínimo y máxima disponibilidad.

Esta última es la probabilidad de que un objeto este operativamente en condiciones de cumplir su función cuando se requiere, por su parte la confiabilidad es la probabilidad estadística que un equipo opere tal como fue diseñado, durante de un intervalo de tiempo específico. Estos están ligados íntimamente con la mantenibilidad, la cual es la probabilidad de que un sistema se puede efectivamente reparar en periodo de tiempo determinado.

El mantenimiento surgió como un coste necesario para evitar o reducir los fallos y su incidencia cuando se producen, dado que una parada de producción debida a la avería del sistema representa un coste de oportunidad que debe ser eliminado. Así, el mantenimiento está compuesto por todas aquellas acciones que minimizan los fallos y restablecen el funcionamiento del sistema cuando se produce un estado de fallo".

Sin embargo (NIEBEL, 1990) "El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, maquinas, construcciones civiles e instalaciones. El mantenimiento pasa a ser así una especie de sistemas de producción o servicio alterno, cuya ejecución corre paralela a este; consecuentemente, ambos sistemas deben ser objeto de similar atención.

Está demostrado que las organizaciones competentes tienen un eficiente sistema de mantenimiento. La reconversión de la actividad de mantenimiento debe verse, en primera instancia, como la adopción de un sistema que se adapte a las necesidades de cada empresa y particularmente a las características y el estado técnico del equipamiento instalado en ellas.

En el área de mantenimiento existen diversas estrategias para la selección del sistema a aplicar en cada equipo; sin embargo, la mayoría de estas estrategias no tienen en cuenta la naturaleza del fallo; en contraste este elemento es de vital importancia para un

empleo óptimo de los recursos en el área analizada. Otros aspectos que comúnmente no se tienen en cuenta para la selección de las posibles estrategias de mantenimiento a utilizar en cada equipo son el nivel de riesgo que ofrece el fallo para los operarios o para el medio ambiente y las afectaciones de calidad para el proceso".

## 2.2 OBJETIVOS FUNDAMENTALES DEL MANTENIMIENTO.

(NEWBROUGH, 1974) Afirma que "Para lograr el objetivo del mantenimiento es indispensable contar con un personal capacitado y comprometido con sus tareas y con la empresa misma.
Mantenimiento tiene la misión de solucionar los problemas tanto a nivel administrativo como técnico, con la calidad y rápida respuesta, es decir realizar las cosas bien, una sola vez y en el momento oportuno.

Para lograr esta misión en mantenimiento hay que integrarse como equipo técnico administrativo y unir varios conceptos, como son: liderazgo técnico, honradez, respeto, innovación, objetividad, percepción, imaginación, creatividad, amistad, confianza y colaboración mutua".

Según (FRANCES, 2002) Plantea que "El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se oculten dichos objetivos o se dificulte su ejecución:

1. Llevar a cabo una inspección sistemática de toda la maquinaria, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier fuga, degaste o rotura, manteniendo lo registro adecuados.
2. Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
3. Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
4. Programar revisión en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daños y roturas.
5. Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto del tiempo, materiales, hombres y servicios.
6. Disminuir los accidentes laborales.
7. Reducir las paradas imprevistas del equipo.
8. Conservar la capacidad de trabajo de las máquinas.
9. Contribuir al aumento de la productividad del trabajo.
10. Lograr que las máquinas funcionen ininterrumpidamente, a la máxima eficiencia con desgaste mínimo prolongando al máximo su vida útil.
11. Conservar en perfecto estado de funcionamiento los medios de producción con un costo mínimo.
12. Elevar el nivel de utilización de las capacidades de producción.
13. Aumentada disponibilidad técnica a un costo razonable.

14. Conservar o restituir a los equipos, máquinas e instalaciones el estado técnico que le permita su función productiva de servicios".

## 2.3 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Según (DUFFUAA, 2009) Orienta que "La gestión del mantenimiento consiste en coordinar, dirigir y organizar los recursos materiales, humanos y flujos de información destinados al correcto funcionamiento, reparación y prolongación de la vida de los equipos disponibles (mantenimiento), para que además de lograr el buen funcionamiento en las labores propias de mantenimiento se consiga una contención del gasto y la optimización de costos.
Para que los trabajos del mantenimiento sean eficientes es necesaria la planificación, programación, ejecución y control.

### 2.3.1 Planificación.

Este proceso se refiere a la existencia de una estructura organizada de planes de mantenimiento preventivos correctivos que estén alineados con las reales necesidades de los equipos. La planificación es una forma organizada de administrar el trabajo de mejora.

Para que la planificación sea efectiva se debe considerar algunos aspectos como: apoyo institucional, sistema de mantenimiento, materiales, herramientas y refacciones, logística, finanzas, recursos humanos y capacitación.

### 2.3.2 Programación.

Se refiere a la organización para la ejecución de las actividades de mantenimiento definidas. La programación del mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos.

Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento.

### 2.3.3 Ejecución.

La ejecución es la parte más desarrollada en la gestión del mantenimiento de las empresas, este proceso vincula a la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realización de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación, y que garantice el logro de los objetivos propuestos.

### 2.3.4 Control.

El control es la comprobación de que las personas, instalaciones, equipos están actuando u operando sin desviación con relación a las normas o parámetros determinados y si existen corregirlas tomando las acciones necesarias para ello”.

## 2.4 COSTOS DEL MANTENIMIENTO.

(NIEBEL, 1990; FRANCES, 2002) Afirma que “El costo es un aspecto muy importante a la hora de poner en marcha un plan de mantenimiento ya que consiste en precisar lo que cuesta la función del mantenimiento.

El costo de mantenimiento varía mucho y queda ligado a la actividad y al sistema de operación generalmente este rubro representa entre un 7 y 18 % del costo operativo. Si el costo de mantenimiento permite determinar los costos directo por rubro, los costos indirectos tendrían también que ser afectado para llegar al costo real de utilización. Es necesario desglosar los costos de mantenimiento en rubros que son:

- Mano de obra (externa e interna).
- Repuestos.
- Materiales.
- Herramientas y equipos de trabajo.
- Lubricantes”.

## 2.5 CAPACITACIÓN Y MOTIVACIÓN DEL PERSONAL.

Según (Tirado, 2009) “La acción de realizar alguna actividad en el mantenimiento, depende en gran medida de las habilidades de técnicos específicos, gran parte de la ineficacia en el mantenimiento puede encontrarse en la falta de trabajadores técnicos calificados.

Las tecnologías en rápido cambio requieren que los empleados afinen de manera continua su conocimiento, aptitudes y habilidades a fin de manejar los nuevos procesos y sistemas.

Por lo tanto es preciso contar con un programa permanente de capacitación en el trabajo para asegurar que los empleados estén equipados con las habilidades necesarias para un mantenimiento eficaz y así lograr un desempeño satisfactorio".

## 2.6 INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO.

"Un indicador de mantenimiento es un parámetro que permite medir o cuantificar el comportamiento de una variable de mantenimiento. Su control puede detectar las desviaciones, con respecto a los objetivos trazados, tomar decisiones y realizar las acciones correctivas correspondientes" lo afirma (NIEBEL, 1990).

## 2.7 TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Según (FRANCISCO SÁNCHEZ MARÍN, 2006)" El mantenimiento se clásica en: mantenimiento autónomo, preventivo, correctivo y predictivo, mencionaremos aquí el significado de cada uno de ellos.

### 2.7.1 Mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo es básicamente la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismo, mediante un

mantenimiento llevado a cabo por los operadores y reparadores del equipo.

Lo ideal de este tipo de mantenimiento es que quien opera el equipo también lo mantenga; el mantenimiento autónomo tiene como objetivo modificar las características del puesto de trabajo y formar operadores que logren el dominio de los equipos e instalaciones.
El mantenimiento autónomo conlleva a grandes ventajas si se aplica a empresas cuando el personal de mantenimiento es reducido y necesita apoyo de parte del departamento de operaciones.

Una producción eficiente depende tanto de las actividades de producción como de los de mantenimiento.
Por otro lado si los operadores participan en mantenimiento, siendo responsables de la prevención del deterioro, es más probable que se consigan los objetivos, por tal razón, ambos tiene que trabajar unidos".

#### 2.7.1.1 Implantación de mantenimiento autónomo.

(FRANCES, 2002) Afirma que "Es preciso aclarar que las actividades del mantenimiento autónomo son necesarias y que los operarios son los actores principales.

Estas actividades se trazan para complementar las labores de mantenimiento y son fundamentales para alargar la vida útil de la maquinaria y su buen desempeño mientras opera. Para la puesta en marcha del mantenimiento autónomo pasa por los siguientes eslabones.

*I. Limpieza inicial.*

- Objetivo:

Aprender a descubrir anomalías y asumir que la “limpieza es inspección”.

- Recomendaciones:
  - Se debe realizar una limpieza total de polvo, mugre y suciedad, buscando visualizar los defectos latentes ocultos o el estado de degradación del equipo.
  - Ordenar las condiciones básicas de limpieza, lubricación y ajustes.
  - Detectar fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso.
  - Ordenar y organizar las herramientas, accesorios y cosas innecesarias.

*II. Eliminación de fuentes de contaminación y áreas inaccesibles.*

- Objetivo:

Evitar o anular las fuentes de contaminación y suciedad, implementar mejoras en los lugares de acceso difícil para poder disminuir el tiempo de limpieza, lubricación e inspección.

- Recomendaciones:
  - Se busca evitar fenómenos que provocan suciedad tales como fugas de aire, aceites, materia prima, virutas, etc.
  - Detectar las fuentes de contaminación verificando si se originan en la etapa anterior del proceso productivo, durante el proceso,

en el equipo o en el ambiente exterior desde donde se ingresa al área productiva.

- Dado que encontrar una solución perfecta inicialmente es difícil, se pretende mejorar o disminuir el problema al mínimo posible.

*III. Selección de estándares para limpieza, lubricación y fijación que serán fácilmente mantenidos en intervalos cortos, especificando el tiempo para el trabajo.*

- Objetivo:

Mantener las condiciones básicas alcanzadas para evitar la degradación del equipo.

- Recomendaciones:
  - Debe promoverse que la inspección y lubricación se realice en menos de diez minutos por cada turno de trabajo (en dependencia de la maquina) este valor fue adoptado por las empresas japonesas como estándares.
  - Detectar fallas por lubricación defectuosa y establecer tiempos.
  - Conviene cronometrar el tiempo de inspección y definir previamente el periodo establecido.

*IV. Inspección general.*

- Objetivo:

Conocer los equipos e instalaciones y su función y extender el entrenamiento del personal como base de transferencia del conocimiento.

- Recomendaciones:
  - Aprender a conocer cuál es la condición ideal de funcionamiento del equipo y de cada una de sus partes y componentes, tales como presión de aceite, presión de aire comprimido, ajuste de sensores, sistema de transmisión, circuito eléctrico, ajustes varios necesarios, tensión de correas, etc.
  - El operador debe conocer todo lo relacionado con la lubricación del equipo, tales como: puntos de lubricación, periodicidad, niveles máximos y mínimos, cantidad consumida promedio.

*V. Organización y mantenimiento del lugar de trabajo, estandarizando los elementos del mismo.*

- Objetivo:

Optimizar y estandarizar las funciones de los operadores de producción y las actividades a desarrollar, mejorando y sistematizando las acciones de inspección autónoma.

- Recomendaciones:
  - Ahora buscamos asegurar el sostenimiento de las acciones, disminuir aún más las pérdidas de producción, y completar las actividades de autocontrol a desarrollar x los operadores de producción.
  - Asegurarnos que el operador comprenda su trabajo y su función dentro del sistema productivo.
  - Se promueve la creatividad personal en los controles visuales, manteniendo y sosteniendo en el tiempo el buen estado de

limpieza, lubricación e instalación de los equipos e instalaciones. Estableceremos estándares tales como:

- Estándares de flujo de materiales.
- Estándares de control de herramientas.
- Estándares de control de instrumentos de medición
- Estándares de repuestos.
- Estándares de aseguramiento de la calidad en los procesos.
- Estándares de lubricación.
- Estándares de registro de datos.

*VI. Implementación de programa de mantenimiento autónomo, desarrollando metas para la compañía.*

- Objetivo:

Establecer un sistema de autocontrol que sea continuamente mejorado con base en las actividades sobre el equipo y el perfeccionamiento permanente del comportamiento del personal con respecto al cuidado del equipo, asumiendo responsabilidad sobre el mismo. Lograr la participación agresiva de todo el personal en la búsqueda de “cero averías y cero defectos”.

- Recomendaciones:

- Incluir partidas presupuestarias para desarrollar el mantenimiento autónomo dentro de las políticas de la empresa.
- Realizar periódicamente presentaciones de los logros obtenidos a través del mantenimiento autónomo, y casos concretos de mejoras implementadas.

- Promover una estrecha comunicación entre la dirección de la empresa y en los operadores motivando permanentemente al personal en la búsqueda de la mejora continua.
- Elevar al máximo posible la capacidad del personal de producción para la ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo a través de la formación continua.

Estos seis pasos enfatizan las actividades de mejora para la implantación del mantenimiento autónomo".

#### 2.7.1.2 Ajuste del equipo.

Según (Tirado, 2009) "El ajuste correcto del equipo debe ser tomado muy en cuenta por los operadores pues permite establecer las condiciones básicas del equipo.

Las pérdidas causadas directa o indirectamente por ajustes incorrectos son:

1. Los pernos sueltos causan fracturas de piezas, mal funcionamiento y fugas.
2. Un perno suelto causa vibración, como consecuencia de ello otros pernos comienzan a soltarse.
3. La vibración se alimenta de la vibración, la holgura de la holgura, el deterioro del deterioro de los equipos".

#### 2.7.1.3 Claves para el éxito del mantenimiento autónomo.

(FRANCISCO SÁNCHEZ MARÍN, 2006) Afirma que "Siempre que se implemente un plan o se trazan actividades de trabajo programado se deben tomar en cuenta actividades necesarias que tienen que

cumplirse para obtener el éxito esperando y más cuando está en juego el prestigio y desarrollo económico de una empresa.

Por esta razón para tener éxito con la implantación del mantenimiento autónomo se debe de considerar los siguientes puntos:

a) Formación y adiestramiento inicial del personal.
b) Cooperación entre departamentos.
c) Actividades del grupo.
d) La práctica.
e) Determinación de los estándares por los operarios.
f) Corregir rápida mente los problemas de los equipos".

### 2.7.2 Mantenimiento preventivo.

(NEWBROUGH, 1974) Afirma que "Es un sistema que ha manifestado ser eficiente y su característica principal es de revisar la maquina e instalaciones antes de que se presente una falla y detectar la falla desde su fase inicial, para corregirla en el momento oportuno; para aplicarlo se requiere de sólidos conocimientos de los equipos inmuebles e instalaciones donde operan, así como de una organización eficiente".

Es la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica sobre la base de un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

#### 2.7.2.1 Actividades básicas del mantenimiento preventivo.

##### 2.7.2.1.1 Inspección periódica.

Los procedimientos de mantenimiento periódicas incluyen verificaciones específicas de la precisión de componentes y del equipo en general y deben ser ejecutados con regularidad y sin excepción.

##### 2.7.2.1.2 Restauración planificada del deterioro.

“La restauración planificada del deterioro debe de estar basada en los resultados de las inspecciones. También el mantenimiento diario de rutina destinado a prevenir el deterioro, se considera normalmente como parte del mantenimiento preventivo.

#### 2.7.2.2 Ventajas del mantenimiento preventivo.

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos o máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.

- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones, según (FRANCISCO SÁNCHEZ MARÍN, 2006).

#### 2.7.2.3 Estandarización de actividades de mantenimiento.

Afirma (DUFFUAA, 2009) que “La estandarización es el factor clave para lograr la uniformidad en las actividades de mantenimiento permite agilizarlo tomando en cuenta los mismos factores al momento de revisar el equipo. En general permite más eficiente el trabajo de mantenimiento. Las actividades de mantenimiento deben de estandarizarse por las siguientes razones:

1. Las diferentes actividades de mantenimiento (desde el mantenimiento e inspección de rutina hasta la mejora de reparaciones y mantenibilidad) no pueden realizarse eficazmente si se deja que las personas las realicen de cualquier manera.

2. Se tarda mucho tiempo en dominar las técnicas de mantenimiento y tener la destreza necesarias.

3. El trabajo de mantenimiento no es repetitivo y requiere una larga preparación y márgenes de error. Depende en gran medida de la destreza individual y se realiza bajo condiciones difíciles”.

#### 2.7.2.4 Inspección.

Un equipo como es el caso de la bloquera y paneladora del parque de maquinarias de la empresa paneles de construcción se debe mantener en continua inspección debido a que la bloquera es el inicio de la producción y la paneladora es el final de producción, las cuales requieren de continuas inspecciones para obtener un producto final calificado.

Según (FRANCES, 2002) “Que la inspección es la constatación de las condiciones de Funcionamiento mecánico, capacidad y confiabilidad, para la seguridad y eficiencia de producción.

Mencionaremos acciones de la inspección:

1. Inspeccionar toda falla progresiva, como corrosión, vibración, desgastes.
2. Inspeccionar todo lo expuesto a fallas por acumulación de materias extrañas: humedad, residuo del producto elaborado.
3. Revisar todo mecanismo en el cual pueda ocurrir una fuga de aceite, como es el caso de la caja de trasmisión de los coladores centrífugos. Revisar todos los elementos que funcionan con características controladas, holguras mecánicas, motor eléctrico, temperatura.

#### 2.7.2.5 Clasificación de los componentes.

La clasificación de los componentes depende del resultado de la inspección.

1. Componentes reparables o re construibles: son aquellos que al agotar su vida útil o al fallar se sustituyen y se envían a talleres para su inspección, reparación, ajuste, etc., después de esto quedando disponibles para su uso de nuevo.
2. Componentes no reparables: son aquellos que se desechan al agotar su vida útil o al fallar".

#### 2.7.2.6 Efectuando los estándares de mantenimiento se plantea.

##### 2.7.2.6.1 Planificación de mantenimiento.

Según (FRANCISCO SÁNCHEZ MARÍN, 2006) "Para que el mantenimiento sea efectivo, los criterios utilizados en el mantenimiento rutinario y periódico deben ser bien planificados y razonables. En otras palabras, deben basarse en valoraciones correctas de las condiciones del equipo y proyectarse sistemáticamente".

##### 2.7.2.6.2 Tipo de planes de mantenimiento

(Tirado, 2009) Afirma que "Es imposible una planificación efectiva de mantenimiento sin conocer a fondo las condiciones del equipo, tanto la inspección de rutina como la inspección periódica contribuirán a este esfuerzo.

Planes de mantenimiento anual: Se diseña para asegurar la fiabilidad del equipo a largo plazo. Pasos que deben tomarse en cuenta para preparar planes de mantenimiento anual:

a) Determinar que trabajo se requiere. El trabajo requerido puede incluir:

- Regulaciones legales.
- Estándares de mantenimiento de equipo.
- Registro de averías.
- Plan anual del año anterior.
- Ordenes de trabajos recibidos del taller
- Seleccionar el trabajo por realizar. (Orden de inspección).

b) Estimar los programas de trabajo, tiempo y costo de mantenimiento.

c) Chequear el stock de repuestos y la disposición de trabajo.

#### 2.7.2.7 Elaboración de registros de mantenimiento.

La calidad del mantenimiento de una empresa se revela por los registros de mantenimiento. No hay formato único de los registros de mantenimiento, los tipos y el contenido pueden disponerse de forma tal que se ajusten a los estándares de gestión de cada planta en particular; sin embargo, todo el personal debe de comprender cuál es el propósito de la existencia de los registros de mantenimiento, porque se confeccionan y como se utilizan.

Estos registros deben mantenerse durante toda la vida útil del equipo por eso le llamaremos ‘‘Historial del equipo’’.

Cada equipo debe contar obligatoriamente con una hoja de registros pues esto nos va a permitir poder contar con datos actuales tales como: registros de todos los accidentes y reparaciones de mayor

Importancia desde la puesta en marcha, Fecha, ubicación, detalles, gastos de reparación, mantenimiento periódico, nombres, modelo, tamaño, números y fabricantes de piezas de repuestos.

Es muy importante en el momento de registrar las averías tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Describir las condiciones del equipo en el momento de la avería.
2. Identificar las condiciones anormales que conducen a la avería.
3. Ilustrar con diagramas o dibujos el lugar de la avería.

Estas condiciones permiten deducir las causas de la avería y ayudan a planificar la acción para prevenir en caso que ocurra de nuevo".

#### 2.7.2.8 Control de stock de repuestos.

"Algunos estudios indican que a menudo los paros en la producción se deben a la ineficiencia de gestión de control del stock de repuesto.
Al revisar el control de stock nos debemos preguntar si se cumplen los siguientes propósitos:

A. Promover una mayor fiabilidad del equipo y alargar la vida útil de los equipos, no por medio de la compra, fabricación y almacenamiento de repuestos sino con el cuido de los mismos.

B. Asegurarse que los repuestos necesarios estén disponibles en el momento preciso, para minimizar de esta forma el tiempo muerto.

C. Reducir los inventarios, los gastos de pedido y aceptación, así como los gastos de almacenamiento.

El mantenimiento debe prestar servicios y mantener registro del historial de los repuestos los cuales deben clasificarse como piezas prioritarias o piezas comunes, las piezas prioritarias son la parte más importante del equipo, es decir, pieza cuya falta de disponibilidad ocasionara serias paradas de producción” según (DUFFUAA, 2009).

### 2.7.3 Mantenimiento correctivo.

(NEWBROUGH, 1974) Afirma que “El mantenimiento correctivo es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de un fallo o problema. Este sistema es el que se ocupa de las fallas imprevistas y se deben solucionar en el momento en el que se presentan, con el objetivo de reestablecer la operatividad del sistema o maquinaria.

Este mantenimiento que se realiza luego que se presenta la falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planearse en el tiempo, presenta costos de reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo. El mantenimiento correctivo en muchos casos no requiere que nadie elabore una orden de trabajo para la corrección inmediata. Es en estos casos donde se valora la eficiencia del departamento de mantenimiento y la habilidad del personal que en el labora.

Una vez concluida la emergencia, cuando ya se reparó el daño y todo vuelve a la normalidad, entonces debe de documentarse la acción y se dejara constancia de los trabajos realizados.

De igual forma se debe hacer un estudio y análisis de porqué sucedió esta emergencia, para tomar providencias o precauciones a futuro.

#### 2.7.3.1 Lo que nos conlleva a realizar un mantenimiento correctivo es:

a) En algunos casos, puede ser imposible de predecir o prevenir un problema en alguna maquinaria o sistema, lo que hace que el mantenimiento correctivo se vuelva la única opción.

b) Un mantenimiento deficiente puede exigir la reparación inmediata, que entraría en acción el mantenimiento correctivo y esto se podría presentar como consecuencia de la falta de mantenimiento preventivo".

#### 2.7.3.2 Para que el mantenimiento correctivo sea eficiente es necesario que:

a) "Las empresas deben contratar personal con ciertas características técnicas y experiencia suficiente para:

- Solucionar fallas en equipos de producción y servicios.
- Solucionar fallas en las instalaciones.
- Dar solución inmediata a contingencias urgentes como por ejemplo: la ruptura de una válvula de seguridad en un generador de vapor o que no funciona la maquina "x" de producción, que el anuncio luminoso de la entrada se cayó, etc.

b) Constar con un mantenimiento preventivo y constatar la eficiencia con que se esté llevando a cabo en las maquinarias/ equipos para así eliminar algunas consecuencias" como lo afirma (DUFFUAA, 2009).

### 2.7.4 Mantenimiento predictivo.

(NEWBROUGH, 1974) Dice que "Es más una filosofía que un método de trabajo, se basa fundamentalmente en detectar la falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicio al servicio, utilizándose para ello instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas".

Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según su condición. Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial). Es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos.

Es parte del mantenimiento preventivo, puesto que por medio de este es que se llega a identificar el problema y se logra su predicción para poder tomar acciones que eviten el problema.

#### 2.7.4.1 Objetivo del mantenimiento predictivo.

Detectar posibles fallos y defectos de maquinaria en las etapas incipientes para evitar que estos fallos se manifiesten en uno más grande durante su funcionamiento, evitando que ocasionen paros de emergencia y tiempos muertos, causando impacto financiero negativo”.

#### 2.7.4.2 Características del mantenimiento predictivo.

1. Predice el fallo.

Es decir que los fallos se detectan en sus etapas iniciales por lo que se cuenta con suficiente tiempo para hacer la planificación y la programación de las acciones correctivas (mantenimiento correctivo o curativo) en paros programados y bajo condiciones controladas que minimicen los tiempos muertos y el efecto negativo sobre la producción y que, además, garanticen una mejor calidad en las reparaciones.

2. Practica un diagnostico fundamental en síntomas, medidos por los monitores con instrumentos a veces muy complejo.

Las técnicas de detección del mantenimiento predictivo son en su mayor parte técnicas "on-condition", que significa que las inspecciones se pueden realizar con la maquinaria en operación a su velocidad máxima.

3. Las acciones se efectúan antes de que ocurran las fallas.

El mantenimiento predictivo es un mantenimiento pro-activo, ya que permite anticiparse a los fallos antes de que ocurran en operación y no después, como lo hace el mantenimiento correctivo.

#### 2.7.4.3 Técnicas de monitoreo que se utilizan en el mantenimiento predictivo.

1. Monitoreo de vibraciones: se utilizan impulsores de choque, principalmente en máquinas con piezas rodantes.
2. Métodos térmicos: se utiliza la termo grafía para la verificación de temperaturas en hornos, conducciones eléctricas y líneas de fluido
3. Monitoreo de lubricante: los métodos cubren desde el color, la oxidación y el contenido de partículas de metal en el lubricante, hasta el análisis espectro químico.
4. Detención de fugas: en los recipientes a presión se detectan utilizando ultrasonidos.
5. Detención de grietas: se utilizan fluidos magnéticos, resistencia eléctrica, corrientes inducidas.
6. Monitoreo de ruidos: diferentes tipos de equipo monitorean el estado de las maquinas a través del ruido que generan.
7. Monitoreo de corrosión: se utiliza la emisión acústica y otros métodos para monitorear el estado de las partes metálicas.

#### 2.7.4.4 Estimación del tiempo de mantenimiento.

El objetivo que se persigue es determinar los tiempos de obras de mantenimiento, para posteriormente hacer comparaciones de rendimientos.

Estas medidas serán cálculos aproximados para los tiempos de arranque y paro de cada una de las maquinas con el fin de reducir cada tarea a sus elementos de trabajo básico y establecer valores de

tiempo para las actividades de arranque y paro de las máquinas. Estos resultados que se verán a continuación.

## 2.8 ANALISIS FODA

Análisis FODA, resume las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Permite conocer que las debilidades y fortaleza son los aspectos internos que se dan dentro de la empresa y las oportunidades y amenazas surgen del contexto es decir, de lo que ocurre o puede ocurrir fuera de la empresa.

Con el análisis foda se busca detectar y aprovechar las oportunidades particulares en un momento dado, aludiendo sus amenazas, mediante un buen uso de sus fortalezas y una neutralización de sus debilidades. Lo afirma Conceptos y Técnicas de la Dirección y Administración Estratégicas" Thompson – Strickland 1985. Editorial Mc Graw-Hill.

## 2.9. LAS 5`S.

El movimiento de las 5`S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la orientación de W. E. Deming hace más de 40 años y que está incluida dentro de lo que se conoce como mejoramiento continuo o gemba kaizen.

Surgió a partir de la segunda guerra mundial, sugerida por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros como parte de un movimiento de mejora de la calidad y sus objetivos principales eran eliminar

obstáculos que impidan una producción eficiente, lo que trajo también aparejado una mejor sustantiva de la higiene y seguridad durante los procesos productivos.

Su rango de aplicación abarca desde un puesto ubicado en una línea de montaje de automóviles hasta el escritorio de una secretaría administrativa.

Se llama estrategia de las 5`S porque representa acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar y se constituyen como cinco etapas.

Se constituye en cinco etapas:

1. Clasificar. (Seiri): Consiste en la eliminación de todo lo innecesario. Para ello se identifican los elementos necesarios en el puesto de trabajo y se eliminan todos aquellos innecesarios.

2. Orden. (Seiton): Consiste en ordenar e identificar convenientemente los elementos presentes en el centro de trabajo de modo que estén listos para cuando se necesiten. O sea, aplicar el, un lugar para cada cosa y cada cosa en 8 Mantenimiento productivo total su lugar.

3. Limpieza. (Seiso): Consiste en mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo, las máquinas y las personas.

4. Limpieza Estandarizada. (Seiketsu): Consiste en el mantenimiento y mejora de los niveles de organización y limpieza. O sea, desarrollar de modo continuo las tres anteriores.

5. Disciplina. (Shitsuke): Consiste en capacitar a todos los empleados para que mantengan la aplicación de las acciones anteriores. O sea, se trata de inculcar la autodisciplina, de modo que se mantengan el orden y la limpieza por medio de la aplicación de los procedimientos correctos.

### 2.9.1 Beneficios de su implementación.

- Aumenta el espacio físico.
- Mejora las condiciones de los trabajadores.
- Mejora el rendimiento de los equipos.
- Mejora el rendimiento de los equipos de trabajo.
- Establece los procedimientos de operación.
- Guía hacia la reducción de los tiempos.
- Mejora el manejo de los inventarios.
- Reduce los tiempos de entrenamiento.
- Mejora la administración de la base de datos.
- Incrementa la rentabilidad.
- Reduce el número de accidentes.
- Realza la comunicación.
- Incrementa el compromiso.
- Reduce los costos de inventario.
- Reduce el tiempo de inspecciones.

- Mejora los tiempos de entrega.

Las 5`S se han convertido en toda una filosofía a inculcar a todos los miembros de la organización, dado sus indiscutibles beneficios sobre el rendimiento del trabajo de las personas.
A continuación en la tabla aremos referencia a la implementación de la 5 eses en la empresa paneles de construcción.

## 2.10 DIRAGRAMA DE ESPINA DE PEZCADO.

El diagrama de Ishikawa se conoce también por los nombres de diagrama de espina de pescado o diagrama de causa-efecto.
La técnica es bastante sencilla:

1) En la cabeza del pescado escribimos el efecto o síntoma que pretendemos analizar. La espina central del pescado, agrupará las causas que según nuestro análisis producen dicho efecto.

2) Las diferentes categorías en que podemos agrupar las causas conforman las espinas que se desprenden de la horizontal principal. Escribimos el nombre de la categoría en el extremo de cada nueva línea.

3) Cada causa concreta que vayamos encontrando (simplemente mediante la reflexión) las vamos añadiendo en la categoría bajo las que consideramos que mejor encaja.

De esta manera, obtendremos un diagrama visualmente atractivo y, sobre todo, ordenado de causas y efecto.

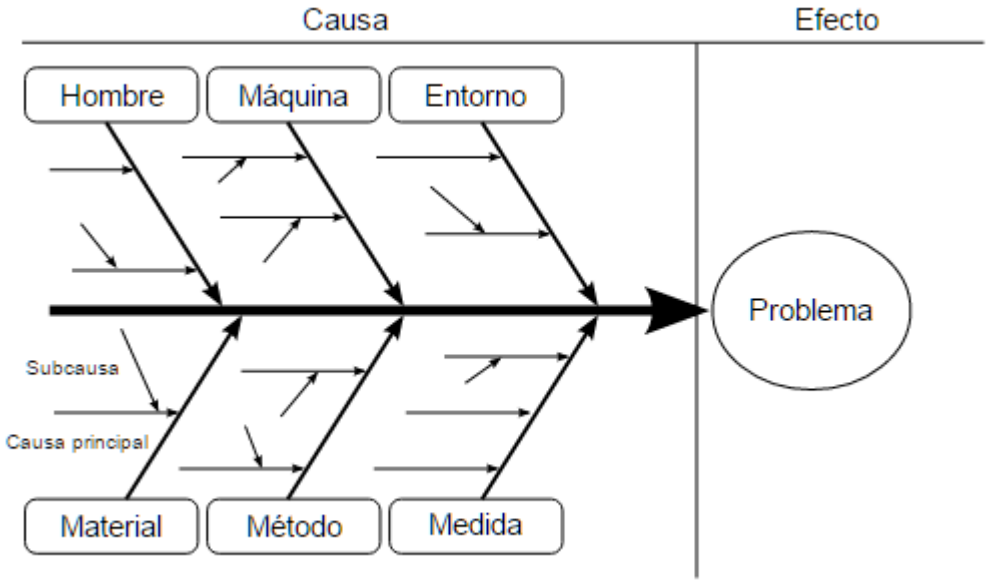


*Ilustración 13 ESQUEMA DE ESPINA DE PESCADO*

Algunos consejos para mejorar tus diagramas de Ishikawa:

a) Olvídate de si puedes hacer algo o no sobre las causas que vayan saliendo. El objetivo del diagrama es tener un mapa de causas. Lo usamos en fase de análisis no en fase de resolución de problemas.

b) Si te cuesta empezar con las categorías, empieza por algunas de las más usadas: personas o mano de obra o RRHH, materiales, procesos o métodos, entorno o competencia, cliente, organización y tecnología.

c) Aplaza el juicio. No juzgues. Anota. En este momento buscamos la cantidad por encima de la calidad.

Es aconsejable trabajar el diagrama en varios momentos ya que la reflexión (aunque sea subconsciente) enriquecerá el diagrama. También es altamente aconsejable seguir preguntándote ¿por qué? una vez determinada una causa. Esto nos va a permitir encontrar sub causas que será las que haya que atacar si queremos resolver el problema.

# CAPITULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO.

Este capítulo presenta la metodología que se utilizó para el plan de mantenimiento y los métodos para la recolección, procesamiento, análisis e interpretación de la información.

## 3.1 TIPO DE ESTUDIO.

El presente estudio se realizó como una investigación de tipo descriptivo-evaluativo.

Es de carácter Descriptivo, por que permitió describir y conocer el funcionamiento de cada uno de los equipos que conforman el parque de maquinaria de la empresa paneles de construcción PANELCONSA; también se observa de manera critica el método de mantenimiento usado para los equipos.

De carácter evaluativo, puesto que se crearon indicadores para evaluar la funcionabilidad y/o estado, y el mantenimiento de los equipos en estudio (Paneladora y Bloquera).

## 3.2 HERRAMIENTAS Y TECNICAS PARA LA RECOLECION DE DATOS.

Para diseñar el plan de mantenimiento del parque de maquinaria de la empresa paneles de construcción (PANELCONSA), se emplearon una serie de técnicas e instrumentos tales como:

### 3.2.1 Observación directa.

La observación directa permitió conocer e identificar cada una de las actividades, tecnología, metodología y procedimientos de mantenimiento realizados por el técnico de mantenimiento en dicha empresa.

### 3.2.2 Entrevistas.

Se realizaron entrevistas al técnico de mantenimiento con la finalidad de obtener información un poco precisa y detallada acerca de las fallas, labores de mantenimiento y funcionamiento de cada equipo, por medio de una serie de preguntas abiertas y aleatorias que permitieron realizar un diagnóstico de la situación actual.

Las entrevistas realizadas fueron programadas y de carácter informativo, en las entrevistas se recopilo información de gerencia, supervisión, operarios y técnicos de mantenimiento

### 3.2.3 Revisión de material bibliográfico.

La revisión de materiales bibliográficos incluyen la revisión de: documentos suministrados por la empresa, datos extraídos de catálogos de fabricación, libros específicos sobre mantenimiento, con el fin de complementar los fundamentos teóricos, todo esto contribuyo a complementar la información y sustentar teóricamente la propuesta de mantenimiento.

### 3.2.4 Herramientas Microsoft usadas.

Para el desarrollo, obtención, codificación de los datos, así como la estructuración formal del proyecto, se utilizaron como apoyo los paquetes computarizados Word, Power Point, Excel.

Este último fue esencial ya que es donde se desarrolla el plan de mantenimiento y/o corazón de la monografía.

## 3.3 PROCEDIMIENTO.

Para poder cumplir con los objetivos planteados en este estudio se realizaron una serie de pasos que permitieron la obtención de la información necesaria para hacer el plan de mantenimiento, estos pasos son los siguientes:

a) Primeramente identificamos las maquinas del área de producción que son:

- Pre-expansor
- Bloquera
- Pantógrafo

- Enmalladora
- Paneladora
- Dobladora

Pero esta tesis está enfocada a las máquinas Bloquera y Paneladora.

b) Se procedió a recolectar información técnica de todos los equipos que conforman el parque de maquinaria de paneles de construcción. Esto se logró a través de entrevistas abiertas a los operarios y al técnico de mantenimiento y un manual técnico de mantenimiento que tienen de la máquina.

Por medio de Estas entrevistas pudimos conocer:

- Los datos técnicos de cada una de las máquinas.
- El estado actual de las máquinas.
- Historial de mantenimiento de las máquinas.
- Mantenimientos anteriores.

c) Obteniendo información acerca de las maquinas en estudio se procedió a realizar un plan de mantenimiento que ayude a disminuir fallas o paros inapropiados de las máquinas. Esto se presentara en el trascurso del análisis y presentación de los resultados.

## 3.4 METODOS APLICADOS PARA PLAN DE MANTENIMIENTO.

a) Análisis FODA.
b) Las 5´S
c) Indicadores
d) Ishikawa
e) Construcción de archivos maestros para el Mantenimiento Preventivo.

### 3.4.1 Diagnostico FODA.

Diagnóstico de la situación interna y externa de la gerencia de operaciones-unidad de mantenimiento de PANELCONSA, a través de la matriz FODA.

| PANELCONSA UNIDAD DE MANTENIMIENTO | FORTALEZAS (F) | DEBILIDAD (D) |
|---|---|---|
| | F1. Estructura organizativa definida.<br>F2. La gerencia se preocupa por su personal.<br>F3. Compromiso de aumentar la satisfaccion del cliente, mediante el cumplimiento de calidad lo que ellos soliciten.<br>F4. Los operadores conocen bien sus maquinas. | D1. Deficiencia en los procesos de mantenimiento.<br>D2. No se realiza planificacion formal del mantenimiento.<br>D3. No estan documentados los procesos de trabajo, mediante procedimientos, instrucciones de trabajo y flujogramas.<br>D4. Falta de personal de mantenimiento<br>D5. Falta de normas de higiene y seguridad en el mantenimiento. |
| OPORTINIDADES (O) | ESTRATEGIA (FO) | ESTRATEGIA (DO) |
| O1. Comunicacion entre la gerencia y los trabajadores involucrados en el proceso.<br>O2. Crecimiento laboral.<br>O3. Mejora en la calidad de los servicios.<br>O4. Adiestramiento del personal.<br>O5. Adquisicion de sistemas y control de manteniemiento.<br>O6. Organizar las maquinas | 1. Desarrollo de un sistema de mantenimiento para la mejora de las unidades de calidad de los servicios y asi aumentar la satisfaccion del cliente (F3,O5,O6)<br>2. Preparar al personal para el mejor desempeno de sus acciones mediante finciones de adiestramiento, aprovevhando asi la preocupacion del mismo en la realizacion de sus actividades el las diferntes maquinas(F4,F2,O4) | 1. Disenar un sistema de mantenimiento que admita mejorar los procesos de mantenimeinto y a su vez tener control y registro que permita contar con documentacion sobre las fallas, y actividades que se realizan (D1,D2,D3,O1,O2)<br>2. Poner en practica las 5S para la mejora de los procesos y facilidad del mantenimiento (D5,O4,O6) |
| AMENAZAS (A) | ESTRATEGIA (FA) | ESTRATEGIA (DA) |
| A1. Alta dependencia asia la gerencia.<br>A2. Limitacion con respecto al tiempo de espera de repuestos.<br>A3. Ausencia de programas de mantenimiento.<br>A4. Falta de indicadores.<br>A5. Retardo en la adquisicion de repuestos.<br>A6. Falta de equipo para el desempeno de las labores de mantenimiento. | 1. Implementar programas de mantenimiento para evitar la disminucion de la disponibilidad y asi aumentar la satisfaccion del cliente atraves de la mejora de los servicios de la empresa (F3,A3,A4)<br>2. Proveer del material y equipo necesario al personal (A2, A5,F1) | 1. Desarrollar planes de reclutamiento de personal con el fin de contratar a personal capaz de aplicar sus conocimientos y mantener en buen estado y procurar mantener en funcionamiento las unidades (D4, A4). |

*Tabla 3 MATRIZ FODA*

#### 3.4.1.1 Objetivos de la matriz FODA.

Corto plazo

- ✓ Capacitar a los trabajadores acerca del uso del programa de mantenimiento
- ✓ Usar el sistema de mantenimiento creado en esta monografía
- ✓ Usar indicadores de mantenimiento
- ✓ Hacer uso del historial de paros que deja esta monografía, para que sean analizados y así se lleve a cabo su disminución
- ✓ Proveer material de limpieza y equipo necesario de mantenimiento a los trabajadores.

Mediano plazo

- ✓ Capacitar a los trabajadores en 5'S
- ✓ Implementar las 5'S
- ✓ Capacitar a los trabajadores en el uso de herramientas de calidad como Pareto, ishicawa; para que las estrategias de producción mejoren.

Largo plazo

- ✓ Usar programas de producción y mantenimiento tales como PMX-PRO o SAP
- ✓ Reclutar más trabajadores capacitados y motivados.

## 3.4.2 APLICACIÓN DE LAS 5´S A LAS MAQUINAS PANELADORA Y BLOQUERA.

| 5S PANELCONSA | PANELADORA | BLOQUERA |
|---|---|---|
| SEIRI-CLASIFICAR | 1. Separar las herramientas de uso comun como llaves Allen, de las llaves inglesa que se usan menos. | 1. Eliminar elementos que afectan el funionamiento de los equipos y puedan conducir averias, tales como trapos sobre las mangueras, y escobas debajo la maquina. |
| | 2. Separar los materiales de limpieza del area de trabajo. | 2. Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible. |
| | 3. Mantener lo que se necesita y eliminar lo excesivo. | |
| | 4. Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible. | |
| SEITON-ORDENAR | 1. Marcar la ubicación de las herramientas. | 1. Marcar la ubicación de las herramientas. |
| | 2. Tener una lista de las herramientas | 2. Tener una lista de las herramientas |
| | 3. Practicar el almacenaje basado en la función consiste en almacenar juntas las herramientas quesirven funciones similares | 3. Practicar el almacenaje basado en la función consiste en almacenar juntas las herramientas que sirven funciones similares, como las herramientas de limpieza, pues un lampazo esta en el area de trabajo sin ser usado. |
| | 4. Los elementos de uso no frecuente se almacenasn fuera del area de la maquina. | 4. Los elementos de uso no frecuente se almacenasn fuera del area de la maquina. |
| SEISO-LIMPIAR | 1. Planificar el mantenimiento de la limpieza. | 1. Planificar el mantenimiento de la limpieza. |
| | 2. Preparar los pasos para la limpieza. | 2. Preparar los pasos para la limpieza. |
| | 3. Tener en un lugar fijo los elementos de limpieza. | 3. Tener en un lugar fijo los elementos de limpieza. |
| SEIKETSU-ESTANDARIZAR | 1. Asignar trabajo y responsabilidad. | 1. Asignar trabajo y responsabilidad. |
| | 2. Hacer uso de la hoja de registro de limpieza. | 2. Hacer uso de la hoja de registro de limpieza |
| SHITSUKE-DICIPLINA | 1. Educar al personal sobre las 5S y mantenimeinto autonomo. | 1. Educar al personal sobre las 5S y mantenimeinto autonomo. |
| | 2. El personal debe asumir con entusiasmo la implantacion de las 5S. | 2. El personal debe asumir con entusiasmo la implantacion de las 5S. |

*Tabla 4 DISEÑO DE SISTEMA DE LAS 5'S PARA LA EMPRESA PANELCONSA*

### 3.4.3 SISTEMA DE INDICADORES PARA LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE PANELCONSA.

Los indicadores de mantenimiento son parámetros numéricos que convenientemente utilizados, pueden ofrecernos una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de nuestros métodos y técnicas especificas de mantenimiento.

La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas según sea el caso. Permiten conocer el grado de cumplimiento de los objetivos.

Los indicadores que se toman en cuanta para la mejora del mantenimiento de la Paneladora y la Bloquera, se elaboraron con los datos de enero y febrero del 2016 y son los siguientes:

| INDICE DE DISPONIBILIDAD | | | |
|---|---|---|---|
| **TIPO DE INDICADOR: EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO** | | Bajo control | 100-90% |
| Expresion conceptual: muestra el porcentaje del tiempo, considerado, en que el equipo está disponible para la producción | Expresion matematica: $DISP = \frac{HORAS\ TRABAJO\ REAL - \sum HORAS\ DE\ MT}{HORAS\ TRABAJO\ REAL}$ | Control medio: No critico, el valor obtenido en este rango esta arrojando una señal de advertencia, y se deben tomar acciones preventivas. | 90-85% |
| Unidades: Porcentaje ( %) | Responsable: Unidad de Mantenimiento | Fuera de control: Critico, se debe tomar acciones correctivas, una accion inmediata. | Menor a 85% |
| Periodo: Bimensual | | | |

*Tabla 5 INDICE DE DISPONIBILIDAD*

Horas de trabajo Real:408

**Paneladora: 92.33%** **Horas de mtto:31.15**

**Bloquera: 97%** **Horas de mtto:10.65**

| INDICE DE MANTENIBILIDAD | | | |
|---|---|---|---|
| **TIPO DE INDICADOR: EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO** | | Bajo control | 100-70% |
| Expresion conceptual: muestra el porcentaje de tiempo que se demora en ejecutar el mantenimiento de equipos tras una falla. | Expresion matematica: $Mant = \frac{\sum HORAS\ DE\ MTTO.\ Correctivo}{N.MTTO.Correctivo}$ | Control medio: No critico, el valor obtenido en este rango esta arrojando una señal de advertencia, y se deben tomar acciones preventivas. | 70-50% |
| Unidades: Porcentaje ( %) | Responsable: Unidad de Mantenimiento | Fuera de control: Critico, se debe tomar acciones correctivas, una accion inmediata. | Menor a 50% |
| Periodo: Bimensual | | | |

*Tabla 6 INDICE DE MANTENIBILIDAD*

**Paneladora: 48.67%** Horas de mtto: 31.15 N.MTTO.Correctivo: 64

**Bloquera: 25%** Horas de mtto: 10.65 N.MTTO.Correctivo: 42

| INDICE DE TIEMPO DE CONFIABILIDAD | | | |
|---|---|---|---|
| **TIPO DE INDICADOR: EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO** | | Bajo control | 100-70% |
| Expresion conceptual: confiabilidad es la probabilidad estadística que un equipo opere tal como fue Planeado, durante de un intervalo de tiempo específico. | Expresion matematica: $Mant = \frac{\sum HORAS\ TRABAJO\ \ REAL}{\sum HORAS\ TRABAJO\ PLANIFICADO}$ | Control medio: No critico, el valor obtenido en este rango esta arrojando una señal de advertencia, y se deben tomar acciones preventivas. | 70-50% |
| Unidades: Porcentaje ( %) | Responsable: Unidad de Mantenimiento | Fuera de control: Critico, se debe tomar acciones correctivas, una accion inmediata. | Menor a 50% |
| Periodo: Bimensual | | | |

*Tabla 7 INDICE DE COMFIABILIDAD*

**Horas de trabajo Planificados:545**

**Paneladora:** 75% **Horas de trabajo real:408**

**Horas de trabajo Planificados:510**

**Bloquera:** 80% **Horas de trabajo real:408**

| INDICE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | | | |
|---|---|---|---|
| **TIPO DE INDICADOR: EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO** | | Bajo control | 100-70% |
| Expresion conceptual: indica el promedio de cumplimiento del mantenimiento Preventivo. | Expresion matematica: $Mant = \frac{\#MTTO.PREVENTIVO\ REALIZADO}{\#.MTTO.PREVENTIVO\ \ PROGRAMADO}$ | Control medio: No critico, el valor obtenido en este rango esta arrojando una señal de advertencia, y se deben tomar acciones preventivas. | 70-50% |
| Unidades: Porcentaje ( %) | Responsable: Unidad de Mantenimiento | Fuera de control: Critico, se debe tomar acciones correctivas, una accion inmediata. | Menor a 50% |
| Periodo: Bimensual | | | |

*Tabla 8 INDICE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO*

Donde:

- Horas de Trabajo Planificado: Se refiere al tiempo que producción ha planeado para trabajar, ya sea en dos o un turno, sin contar con fallas.
- Horas de Trabajo Real: Se refiere al tiempo que las maquinas pasaron produciendo, aun en momentos de fallas.
- Horas de mantenimiento correctivo: Tiempo en horas, en el que se determina y corrige una falla o avería.
- Número de mantenimiento Correctivo: cuantas veces se realizó correcciones
- Número de mantenimiento preventivo programado: Número de mantenimiento preventivo planeado en un periodo de tiempo.

- Número de mantenimiento Realizado: Número de mantenimiento preventivo que se logró hacer a la máquina en su tiempo programado.

Se puede observar que en el periodo de estudio realizado, la disponibilidad y confiabilidad son aceptables esto debido a que las máquinas están nuevas y los pedidos de trabajo no son tan aun tan cargados, sin embargo la mantenibilidad es crítica y demuestra la realidad de la falta de un plan de mantenimiento en la empresa al no poder evitar o resolver las fallas con más eficiencia (estos resultados son solo de dos meses de estudio).

Cabe señalar que la empresa aun no hace uso de indicadores, recomendamos después de que se ejecuten las actividades de mantenimiento preventivos propuestas en esta monografía, tomar en cuenta este indicador de ***Mantenimiento Preventivo*** para ambas máquinas.

De esta forma se llegara a conocer cuán eficiente es la aplicación de la política de mantenimiento que se ha planificado para el entorno productivo de la empresa. Esta información permitira actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles en el mantenimiento.

Toda buena política para controlar y evaluar la gestión de mantenimiento en la empresa resulta de la implantación, estudio y análisis de un paquete de indicadores. Es por ello que en el plan de Mantenimiento en EXCELL que se explicara adelante, se construyó una parte evaluadora de indicadores, que consiste en la introducción de los datos expuestos anteriormente y así dar el valor de los

indicadores creados (mensuales). Ver anexo tabla de valores de indicadores.

### 3.4.4 DIAGRAMA ISHIKAWA.

El diagrama de ishikawa ayuda a graficar las causas del problema que se estudia y analizarlas. es llamado “espina de pescado” por la forma en que se van colocando cada una de las causas o razones que a entender originan un problema.

Tiene la ventaja que permite visualizar de una manera muy rápida y clara, la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema. En algunas oportunidades son causas independientes y en otras, existe una íntima relación entre ellas, las que pueden estar actuando en cadena.

Se recomienda realizar diagrama espina pezcado al personal encargado de la maquina para que sea mas rápido encontrar una solución, y su desarrollo como profesional sea ascendente. Acontinuación se realizó un diagrama espina pezcado que muestra la necesidad de un Plan de Mantenimiento, este servirá como ejemplo para ser aplicado a los problemas que se den en la maquinas.

1. Primero se nombra el Problema y/o Efecto “Seguidos Desperfectos en Paneladora y Bloquera”.

2. Se realiza lluvia de ideas acerca de las posibles causas
    - Diferentes personas operan la máquina.
    - Personal no capacitado.

- Las máquinas deben estar limpias.
- Falta personal de Mantenimiento.
- Necesitan concientización acerca de los costos de la máquina.
- Ordenar el área.
- No hay plan de mantenimiento.
- Máquina con mala funcionabilidad.
- Capacitar al personal de Mantenimiento Autonomo.

3. Se realiza el Diagrama ISHIKAW

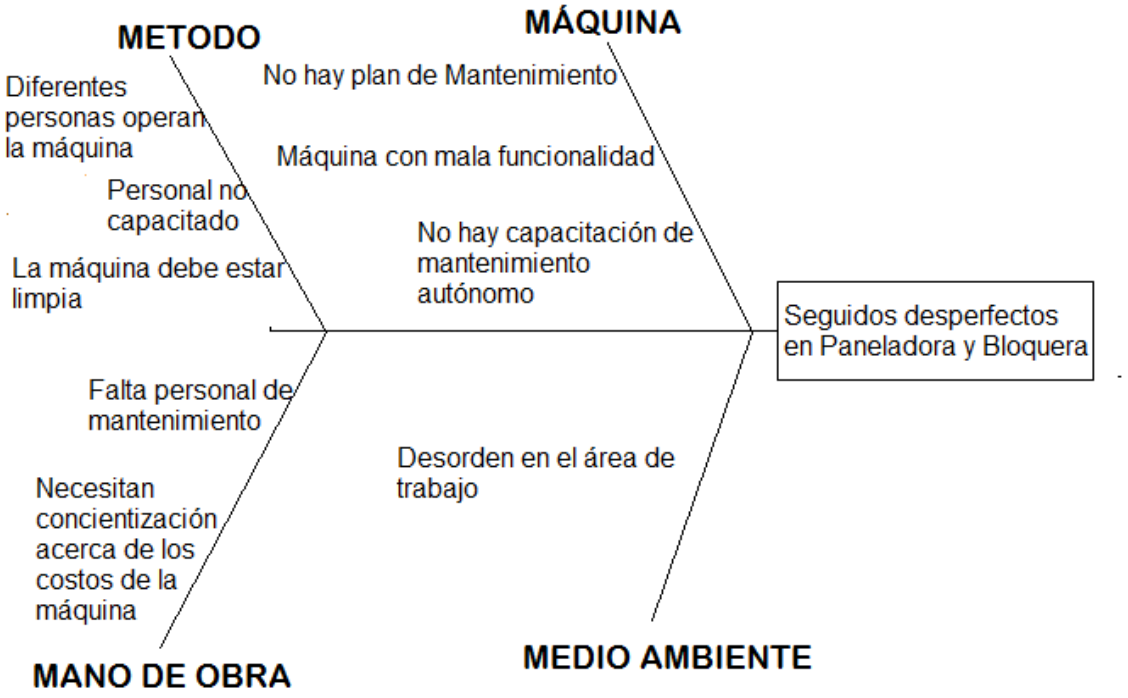


*Ilustración 14 DIAGRAMA ISHIKAWA*

4. Se le aplican los creiterios de evaluacion.

- Factor
- Causa

- Solución
- Solución factible Medible
- Sol. De bajo costo

A cada uno de estos criterios se le asigna un valor del 1-5, siendo del 3 al 1 negativos, y del 3 al 5 positivos

5. Se procede a hacer el cuadro evaluativo.

| SEGUIDOS DESPERFECTOS EN PANELADORA Y BLOQUERA | SOLUCIÓN | Factor | Causa | Solución | Solución factible | Medible | Sol. De ba | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| METODO | | | | | | | | |
| Diferentes personas operan la máquina | Plan de capacitación/ Evaluación de desempeño | 4 | 4 | 3 | 1 | 3 | 4 | 19 |
| Personal no capacitado | Plan de capacitación/ Evaluación de desempeño | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 17 |
| Las máquinas deben estar limpias | Implementar 5´S | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 5 | 16 |
| MANO DE OBRA | | | | | | | | |
| Falta personal de Mantenimiento | Contratar un técnico más | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 13 |
| Necesitan concientización acerca | Plan de capacitación/ Evaluación de desempeño | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 17 |
| MEDIO AMBIENTE | | | | | | | | |
| Desorden en el área de trabajo | Implementar 5´S | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 20 |
| MAQUINA | | | | | | | | |
| No hay plan de mantenimiento | Implementar un Plan Mantenimiento | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 25 |
| Máquina con mala funcionalidad | Cambiar o Mejorar el equipo | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 9 |
| No hay capacitación de Mantenimeinto autónomo | Plan de capacitación/ Evaluación de desempeño | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 23 |

*Tabla 9 EVALUACION DE CAUSAS ISHIKAWA*

6. Se verifica la causa y solución con más puntos.

En este caso fue:

Falta de Plan de Mantenimiento, solución es realizar un plan de Mantenimiento, que obtuvieron 25 pts. En todo caso en este documento se realiza dicho Plan.

De esta manera se hace y analiza un Diagrama ISHIKAWA, con el fin de encontrar causas y soluciones, es recomendado que se practique esta herramienta por el personal de mantenimiento o supervisión, para poder facilitar los mantenimientos a fallas no comunes y/o que se desconoce sus causas.

# CAPITULO 4. ELABORACION DE EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Un plan de mantenimiento Preventivo consiste en una serie de pasos a seguir para el desarrollo de un programa de actividades periódicas necesarias para conservar el equipo en buen estado, independientemente del comportamiento o de la aparición de una falla.

## 4.1 RAZONES POR LAS QUE SON PROPUESTAS LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

Con técnicas mencionadas en el capítulo anterior se pudo estudiar que lo siguiente:

1) La principal razón es que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento establecido el cual es necesario para un mejor funcionamiento y prolongación de vida útil de las máquinas y por ende una mejor productividad.

2) Debido al trabajo que ejercen las máquinas, están continuamente sucias, poniendo de manifiesto la necesidad de realizarles limpieza con mayor frecuencia, para evitar que partículas contaminantes entren al sistema, puesto que los alrededores se veían una gran cantidad de suciedad.

3) En el caso de la Bloquera los ductos de vapor y de Poliestireno se encontraban recubiertas de una película de polvo y poliestireno. Esta película pudiese afectar la transferencia de calor y producir variaciones en la temperatura del vapor que circula a través de las mangueras. Se debe tener en cuenta que la temperatura (además del tiempo, y la presión) es la principal variable utilizada para alcanzar la calidad del bloque.

4) La Paneladora necesita tener menos paros, y trabajar en sus condiciones óptimas, ya que opera con los cabezales de arriba en mal estado (no dan datos sus display, su fuerza en menos).

## 4.2 PAQUETE COMPUTARIZADO.

Para ayudar a las industrias a controlar su producción y mantenimiento de sus equipos existen en el mercado diferentes programas

computarizados entre los más populares SAP "Systems, Applications, Products in Data Processing" y PMX-PRO de Renovatec, entre otros. El más conocido en nuestro país es SAP.

Estos son una buena inversión puesto que guardan registros de fallas que ayudan a dar diagnósticos a la hora de un problema mayor, además que con estos programas se controlan los indicadores de producción como calidad, rendimiento y disponibilidad, y la eficiencia global de equipo, los cuales se traducen a dinero, de igual forma se controla el inventario lo cual contribuye al cuido del dinero de la empresa.

En este caso se ha creado una base de datos en Excel con el fin de llevar el control del mantenimiento preventivo y control de paros y fallas.

Cabe destacar que PANELCONSA es relativamente nueva en este país por ello la demanda de producto no ha sido tan grande que conlleve a la necesidad de comprar programas como los antes mencionados.

El paquete computarizado en Excel que se creó para PANELCONSA, contiene

- Historial de fallas: Donde se almacenan registró en ingreso de paros, con el fin de ser realizar dichas fallas y disminuirlas.

- Indicadores: Donde se ingresan los valores necesarios para el cálculo mensual de indicadores de control de mantenimiento.

- Ingreso de paros: donde se registran las fallas y su duración basado en la hoja de registro de fallas.

- Hojas de registro de fallas: el operador ocupa para documentar las fallas de acuerdo a la ocupación poder imprimir.

- Cronograma de mantenimiento preventivo: se encuentran las principales tareas de mantenimiento y se indica en qué periodo llevarse a cabo, para una preservación de los equipos véase en anexos.

- Hoja diaria: hoja que se imprime para ser usada por el operador de la máquina, es aquí donde se añaden las actividades diarias de mantenimiento autónomo.

- Hoja de mantenimiento preventivo: hoja que se imprime cada vez que se haga un mantenimiento preventivo de acuerdo al cronograma, para llevar un orden de las actividades.

- Inventario: archivo donde se encuentran la mayoría de los repuestos y herramientas, útiles para el mantenimiento.

- Archivos maestros: explican las generalidades y actividades de mantenimiento de cada máquina en estudio.

El archivo en Excel le permitirá a la empresa tener más controlada los paros y fallas.

## 4.3 ELABORACIÓN DE LOS ARCHIVOS MAESTROS.

Se elaboraron archivos maestros para la Paneladora y Bloquera, los cuales contienen cuatro secciones, y una en especial que contiene el material o instrumentos que dispone la empresa para trabajar ambas máquinas, estas poseen:

a) Información general de las máquinas.

En esta sección se habla del modelo, origen, año de creación, fabricante, estado operativo.

b) Listado de componentes.

Esto se obtuvo por medio de los manuales y levantamiento de información en la planta, logrando recopilar los componentes principales de las máquinas, para realizar esta sección. Así mismo se actualiza la empresa puesto que con el pasar del tiempo las maquinas pueden estar sujeta a modificaciones tal es el caso de la Paneladora que opera con los calentadores modificados.

c) Procedimiento para la adecuada puesta en marcha y subsiguiente operación.

Esta parte es muy importante, ya que fue realizada para tener un control de las operaciones y así evitar daños por inadecuada utilización de las máquinas. Esta sección a su vez se encuentra dividida en tres partes:

- Antes de arrancar.
- Arranque.

- Parada de la maquinaria.

Además que gran parte de los procedimientos de arranque y fin de trabajo de las máquinas están basados en parte de la metodología de las 5S.

d) Listado de la rutina de mantenimiento

Acá se muestran las diferentes rutinas de mantenimiento que se deben seguir paso a paso para cada máquina y fueron ordenadas según los períodos de tiempo que debe haber entre las mismas: diario, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual.

Al final del listado de las actividades, se anexó un formato a través del cual se podrá llevar el registro de la realización de las actividades propuestas en las rutinas, estos formatos también se encuentran divididos según los lapsos de tiempo que deben haber entre las ya mencionadas actividades. El formato es de vital importancia, ya que permite mantener un registro actualizado de la situación de cada uno de los componentes de las máquinas.

## 4.4 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

Aquí mencionamos los parámetros que se deben controlar para lograr el correcto funcionamiento de las máquinas bloquera y paneladora estas contienen sistemas neumáticos e hidráulicos.

### 4.4.1 Bloquera:

*a) Pistón de empuje.*

Este constituye una de las piezas claves en la bloquera, su debido funcionamiento garantiza la calidad del bloque. Se le hace limpieza cada turno, y mantenimiento correctivo se le ha hecho 3 veces en 5 años, el último mantenimiento correctivo fue hace un mes (fecha), esta consto de un rectificado y enderezado. Para evitar los costos de estos mantenimientos por paros de producción, se determinó inspeccionarlo y limpiarlo una vez al mes.

*b) Armario de control.*

Este debe de estar siempre en óptimas condiciones. Sin embargo se observó que estos se encontraban sucios, funcionaban bien, pero una mala práctica de aseo los puede deteriorar.

Se deben de limpiar semanal, y cada operador debe contribuir a su mantenimiento, también se deben ajustar por expertos (ajustar y revisar su programación) una vez al año.

*c) Motores.*

Los motores son parte esencial de toda máquina pues son los encargados del movimiento.

A pesar de que hasta el momento no se ha dado mantenimiento correctivo a ninguno de ellos puesto que no han fallado, es necesario realizar su mantenimiento programado, de esta manera se contribuye a la mejora de los procesos; cabe señalar la bloquera solo existe el motor de combustión.

*d) Bombas.*

Una falla moderada de la bomba compromete el nivel de producción de la Bloquera, pero una falla grave compromete su vida útil y la del resto de los componentes que dependen de ella para su correcto funcionamiento (como lo son: las válvulas direccionales, de retención, reguladoras de flujo, de alivio, pistones, tuberías, entre otros).

Además de generar la pérdida total de producción por requerirse la realización de paradas de emergencias hasta que la bomba sea reparada o sustituida.

En la bomba de la bloquera se podía observar mucha suciedad, y algún ruido, lo cual pone en manifiesto que el mantenimiento correctivo utilizado no estaba siendo eficiente para lograr la operación óptima del equipo. La implementación del plan de mantenimiento pudiese representar una alternativa de solución a esta situación, ya que en él se fijaron fechas específicas para la realización de revisiones y rutinas de mantenimiento preventivo.

*e) Filtros y fluido hidráulico.*

Fluido hidráulico: El cambio periódico del aceite también fue incluido como actividades de rutina de mantenimiento. Básicamente, un buen plan de mantenimiento de cualquier sistema hidráulico debe contemplar el cuidado de la lubricación y del aceite utilizado para generar trabajo.

Este es un aspecto fundamental que se debe considerar es el chequeo constante del nivel de aceite en el tanque, ya que se requiere un nivel mínimo para que las bombas trabajen de manera correcta; en caso contrario, las bombas cavitarían. Por este motivo, se estableció una rutina diaria de inspección del nivel de aceite. La metodología que se sigue para la medición de los niveles de los tanques es la utilización de una vara calibrada.

Filtros: Al momento de la realización del presente trabajo, en la empresa no se contaba con una rutina de cambio de filtros, sino que el mismo se realizaba solo de manera correctiva (aproximadamente cada seis meses, según la información suministrada por el personal de mantenimiento mecánico); el resultado de este criterio eran filtros en mal estado: rotos y obstruidos, lo cual demuestra la ineficacia de la aplicación de esta práctica con ese período de tiempo.

Por tal razón, el tiempo estipulado para el cambio periódico de los filtros se estableció en tres meses.

*f) Válvulas.*

Siguiendo con el mantenimiento de los componentes básicos del sistema hidráulico de la Bloquera, se debe considerar el mantenimiento de las válvulas que componen al equipo, como por ejemplo, las direccionales, anti retorno, reguladoras de flujo, de alivio, entre otras, a cada una de ellas se le asignó una rutina de mantenimiento que se presentaran en la aplicación de Excel. Por lo cual se le sugiere lo siguiente:

- Deshabilitar el sistema eléctrico por completo (por su propia seguridad); en caso de que un componente no esté cumpliendo su función.
- Reemplazarlo por uno nuevo.
- Hacerle una prueba de funcionamiento.
- Calibrar las válvulas de seguridad trimestralmente.

*g) Mantenimiento del sistema eléctrico.*

De igual forma, se fijaron rutinas de mantenimiento en el sub-sistema eléctrico, para tratar de abarcar todos los posibles puntos de falla del sistema completo, sin embargo, en este trabajo solo se hizo énfasis en el mantenimiento preventivo de fallas simples, ya que un sistema de circuitos y su correcto funcionamiento es un trabajo para el cual se debe designar a alguien con mayor experiencia en el área.

El mantenerlos en óptimas condiciones es de suma importancia por el papel que desempeñan para la programación del sistema, así que se les impuso una rutina de mantenimiento trimestral.

El cual consiste en una serie de tareas, tales como:

- Toma de datos.
- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Reapriete de tornillos en equipos, máquinas e instalaciones en servicio; el cuidado y limpieza de los espacios comunes y no comunes del área de mantenimiento.

El personal que lo práctica no requiere de mucha especialización técnica.

A continuación se presentan la ficha técnica que contiene las características del equipo, partes componentes, actividades de mantenimiento programadas y la tabla que posterior mente se muestra nos indica el mantenimiento preventivo organizado en semanas, meses y año.

| ARCHIVO MAESTRO DE BLOQUERA | | |
|---|---|---|
| **SECCION 1** | **INFORMACION GENERAL** | |
| **MAQUINA**: BLOQUERA TIPO PBB | **UBICACIÓN:** DEPARTAMENTO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA PANELCONSA | |
| **FABRICANTE:** EMMEDUE, ITALIA | **TELEFONO:** | |
| **DESCRIPCION GENERAL:** | | |
| No.: 300 | | |
| Model Year: 2007 | | |
| | | |
| Dimensiones: 2550 X 1275 X 625mm (LxHxW) | | |
| | | |
| Tensión: 3 X 380 - 440V + PE / 50-60 Hz | | |
| Control de tensión: 24 V DC | | |
| | | |
| Hidráulico: 3,0 Kw | | |
| Ventilador del material: 2,2 kW | | |
| Soplador: 1,1 Kw | | |
| | | |
| | | |
| Entrada de vapor de: DN 100, PN16 | | |
| Presion de vapor de requerida: máx. 2,5 - 3,0 bares | | |
| Ventilación de tuberias principales de vapor + tapa de fondo: cada DN 150 | | |
| | | |
| Conexiones: | | |
| Aire: R 1 / 2 "(máx. 6-10 bares de la presión de aire necesaria) | | |
| Potencia instalada: aprox. 6,5 Kw | | |
| | | |
| Peso: aprox. 6 toneladas | | |
| | | |
| **RECOMENDACIONES** | | |
| En caso de fallos o peligro repentino, hay que pulsar el botón "PARO DE EMERGENCIA". Esto causa una inmediata interrupcion del ciclo, por ejemplo, todos los movimientos se interrumpen y todas las válvulas cierran. Antes de eliminar la averia hay que tomar todas las medidas de precaución citadas. Al llevar el"PARO DE EMERGENCIA" a posición original hay que comenzar de Nuevo el ciclo. | | |
| No operar la máquina sin supervisión. No dejar la MAQUINA DESATENDIDA. | | |
| Está absolutamente prohibido fumar y encender fuego. | | |
| Zonas de peligro alrededor de la bloquera: | | |
| • La puerta de llenado con inyectores | | |
| • El rodillo transportador delante de bloquera y la zona de expulsarlo | | |
| • Zona de recorrido del cilindro hidráulico (para expulsion) la tira de finales de carreray las manguera de vapor en la parte posterior de la bloquera | | |
| • El área de la apertura de la puerta de cierre | | |
| • La parte posterior del molde | | |
| • Las tuberías de vapor caliente | | |
| • Nunca fijar la presión de vapor por encima de 0,9 bares = 13,5 PSI. | | |

*Tabla 10 INFORMACION GENERAL DE LA BLOQUERA*

# ARCHIVO MAESTRO DE BLOQUERA

| SECCION 2 | | COMPONENTES | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | TIPO | CANTIDAD DE ESTE COMPONENTE EN EL SISTEMA | FUNCION | REQUIERE CALIBRACION | REQUIERE MANTENIMIENTO PREVENTIVO |
| Partes Principales | Pistón de empuje | 1 | Ayuda a expulsar el bloque de poliestireno. | | SI |
| | Ductos suministro de vapor | 1 | Suministra el vapor al bloque. | | SI |
| | Bloquera | 1 | Formar el bloque. | | SI |
| | Ducto suministro de poliestireno | 1 | Alimenta el poliestireno a la maquina. | | NO |
| | Armario de control | 1 | Contiene el PLC que programa la maquina. | | SI |
| | Puerta | 1 | Donde sale el bloque. | | SI |
| | Manguera | | Suministra el poleistireno al sistema. | | SI |
| | Rampa de salida | 1 | Sostiene el bloque a la salida de la maquina | | SI |
| Componentes Mecánicos | Válvulas hidráulicas | 9 | Regula el flujo de aceite a los pistones. | | SI |
| | Indicadores de presión | 3 | Dan la lectura de presion del sistema. | SI | NO |
| | Válvulas neumática | 10 | Regula el flujo de vapor a la maquina. | | NO |
| | Motores | 4 | Transforma la enerigia electrica en energia mecanica. | | SI |
| | Finales de carrera | 11 | Accionan la entrada o salida del vapor. | | NO |
| Com. Eléctricos | Interruptores | 4 | Interrumpen el circuito, cuando la corriente electrica se excede. | | NO |
| | Pulsadores | 6 | Permite el paso de la corriente. | | NO |
| | PLC | 1 | Programa la maquina. | SI | NO |

*Tabla 11 PARTES COMPONENTES DE LA BLOQUERA*

| ARCHIVO MAESTRO DE LA BLOQUERA | |
|---|---|
| **SECCION 5** | **MANTENIMIENTO PREVENTIVO** |
| **MEDIDAS GENERALES** | |
| 1.Utilizar el EPP: Casco, lentes y botas de seguridad, uniforme. | |
| 2.Antes de realizar cualquier tipo de actividad de mantenimiento: | |
| 2.1. Apagar las bombas | |
| 2.2. Apagar los motores | |
| 2.3. Apagar el sistema eléctrico colocando los breakers en posición OFF | |
| 3. Llevar las herramientas requeridas para el trabajo a realizar. | |
| 4. Notificar a las personas afectadas por el mantenimiento. | |
| 5. Para realizar cualquier tipo de actividad de ajuste o revisión en el tablero eléctrico tomar las siguientes previsiones: | |
| 5.1. No usar pertenencias de metal. | |
| 5.2. Verificar la ausencia de agua en el lugar donde se realizaran las reparaciones. | |
| | |
| **REVISION DIARIA** | |
| 1. Revisar que las valvulas de seguridad esten a 1.2 bar | |
| | |
| **REVISION SEMANAL** | |
| 1. Garantizar que la bloquera y su alrededor esten libres de polvo y de abundantes residuos de poliestireno. | |
| | |
| **REVISION MENSUAL** | |
| | |
| | |
| **REVISION TRIMESTRAL** | |
| 1. Verificar el estado de el piston de suministro. | |
| 2. Limpiar las mangueras del suministro de vapor. | |
| | |
| **REVISION SEMESTRAL** | |
| 1. Limpiar aros de presion del piston. | |
| | |
| **REVISION ANUAL** | |
| 1. Mantenimiento general de la bloquera | |
| | |

*Tabla 12 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA BLOQUERA*

## 4.4.2 Paneladora:

*a) Mesa de ensamble.*

La mesa de ensamble debe estar limpia y lista para su trabajo, a lo largo de la realización de la monografía se observó siempre en orden, pero no cuenta con un mantenimiento constante.

Se debe de limpiar antes y después de cada operación de producción, ya sea con aire comprimido e imanes para quitar residuos. Y una vez cada 6 meses hacerle una inspección completa, ya que un nivel y superficie óptimos garantizan el buen avance de la elaboración de paneles.

*b) Armario de control.*

Tanto en la bloquera como en la paneladora, este debe de estar siempre en óptimas condiciones. Se pudo estudiar que debido al trabajo que las máquinas ejercen estos armarios de control se encontraban constantemente sucios.

Como antes mencionábamos, se deben de limpiar semanal, y cada operador debe contribuir a su mantenimiento, también se deben ajustar por expertos (ajustar y revisar su programación) una vez al año

*c) Cabeza enderezadora.*

Es necesario una revisión semanal, y la planificación de sus ajustes. Actualmente solo se hace cambio de balines prácticamente diario, dependiendo de que si los balines están en optimo estado o se cambian de ser lo contrario.

*d) Motores.*

Cuando se habla de motor, sea este de combustión o eléctrico es necesario que se encuentre en buen estado, para garantizar la vida útil del equipo completo.

Como en la maquina anterior nos referimos no se ha dado mantenimiento correctivo a ninguno de ellos puesto que no han fallado, pero es necesario realizar su mantenimiento programado, cabe señalar que en paneladora se tiene motores trifásicos y motores clásicos de combustión.

*e) Mesa de descarga.*

Si no se encuentra a nivel y limpia podría dañar el panel ya hecho y atrasar la producción.

Esta debe contar con una limpieza antes de iniciar la puesta en marcha de la máquina y después de concluir con el día y con una verificación del nivel de altura. De esta manera podríamos evitar algún efecto que perjudique la producción.

De la misma manera en que presentamos los datos y el mantenimiento de la maquina anterior así mismo se mostrara la ficha técnica de la maquinaria, partes componentes, mantenimientos programados antes de arrancar y en paradas y por último el formato de mantenimiento preventivo.

| ARCHIVO MAESTRO DE PANELADORA | | |
|---|---|---|
| **SECCION 1** | **INFORMACION GENERAL** | |
| **MAQUINA:** BLOQUERA TIPO PBB | **UBICACIÓN:** DEPARTAMENTO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA PANELCONSA | |
| **FABRICANTE:** EMMEDUE, ITALIA | **TELEFONO:** | **MATRICULA:** |
| **DESCRIPCION GENERAL:** | | |
| No.: | | |
| Model: PRM/01-03 | | |
| | | |
| Dimensiones: 220X8.9 m | | |
| | | |
| Peso: 4000Kg | | |
| Tension: 380 V en c.a | | |
| Neumatico: 6-8 Bar | | |
| | | |
| Potencia instalada: 30 KW | | |
| | | |
| Nivel de ruido:70.1 DB | | |
| | | |
| Datos sobre la Soldadura | | |
| Ciclo de soldadura: Simultaneo- Cascada | | |
| | | |
| Potencia de un transformador: 30-50 % Kv | Potencia de conexion sold.cascada: 30Kv | Potencia de conexion sold.simultaneo: 20Kv |

*Tabla 13 INFORMACION GENERAL DE LA PANELADORA*

# ARCHIVO MAESTRO DE PANELADORA

| SECCION 2 | | | COMPONENTES | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | TIPO | CANTIDAD COMPONENTES EN EL SISTEMA | FUNCION | REQUIERE CALIBRACION | REQUIERE MANTENIMIENTO PREVENTIVO |
| Partes Principales | Spider | 1 | Suministra el alambre conector del panel, a la paneladora. | | SI |
| | Mesa de ensamble | 1 | Descarga la malla de acero, de piliestireno y conectores. | | NO |
| | Conexión | 1 | Conecta las cizallas de corte y electrodos de soldadura al cabezal | | NO |
| | Cabezas enderezadoras de avance | 1 | Endereza el alambre para que este atraviese la lamina de poliestireno correctamente. | | SI |
| | Mesa de descarga | 1 | Carga al panel despues de ser ensambledo. | | SI |
| | Armario de control | 1 | Contiene el tablero PLC que programa la maquina. | | SI |
| Componentes mecánicos | Transformadores | 12 | Transforma la tencion alterna en directa. | | SI |
| | Cables unipolares | 12 | Conduce energia por un solo polo. | | SI |
| | Buje | 44 | Sostiene los cabezales de soldadura. | | SI |
| | Varilla | 4 | Parte de la estructura de la maquina. | | SI |
| | Tornillo carro | 2 | Transforma el movimiento rotativo del eje en lineal del cabezal. | | SI |
| | Abrazadera | 17 | | | SI |
| | Soplador | 4 | | | SI |
| | Cojinetes | 171 | Piezas sobre las que giran los diferentes ejes. | | SI |
| | Reductor | 4 | | | SI |
| | Motor | | Transforma la energia electrica del sistema en energia mecanica, mueve toda la maquina. | | SI |
| | Soporte | 21 | Sostiene los ejes y cabezales. | | NO |
| | Engranaje | 2 | Direccionan los moviemientos de los ejes y cabezales de la maquina. | | SI |
| | Enchufes | 10 | Conector que permite el paso de la corriente electrica. | | NO |
| | Pinzas de soldadura | 12 | | | |
| | Bisagra | 1 | | | NO |
| | Volantes | 6 | Bajan y suben los cabezales para regularlos. | | NO |
| | Filtro lubricador | 1 | Evita que entre la suciedad y lubrica el sistema al mismo tiempo. | | SI |
| | Brazo | 25 | | | |
| | Manómetro | 1 | Mide la presion del aire con el que trabaja la maquina. | SI | NO |
| | Presostato | 1 | Cierra o abre el circuito electrico dependiendo el valor de la presion. | SI | NO |
| | Porta hoja | 12 | Son pinsas que sostienen las hojas cizallas | | SI |
| | Electrodo | 48 | Realiza la soldadura entreel alambre conector y la malla del panel. | | SI |
| | Hoja cizalla | 24 | Realiza el corte de los alembres conectores. | | SI |
| | Porta electrodo | 24 | Sostiene los electrodos de soldadura. | | SI |
| Componentes eléctricos | Sensores | 10 | Detecatan variables fisicas y quimicas que no esten en orden o programadas. | | SI |
| | Conectores | 13 | Une los difentes circuitos electricos de la maquina. | | NO |
| | Ventilador | 1 | Ayuda al enfriamieno de los motores. | | SI |
| | Parrilla con filtro | 1 | Permite el emfriamiento de la maquina. | | SI |
| | motores trifásico | 3 | Transforma la energia electrica en mecanica. | | SI |
| | Caja de botones | 1 | Donde se alojan los botones pulsadores | | NO |
| | Contactores | 4 | Interrumpe el paso de corriente cuando le llega tension a la bobina. | | SI |
| | Interruptores automáticos | 5 | Interrumpe o abre el circuito cuando la corriente electrica se excede. | | NO |
| | Electroválvulas | 14 | Controla el paso de la corriente a los elementos de la maquina. | | SI |
| | Bobina | 1 | Almacena energia para el moviemiento de los cabezales. | | SI |

*Tabla 14 PARTES COMPONENTES DE LA PANELADORA*

| ARCHIVO MAESTRO DE PANELADORA | |
|---|---|
| SECCION 3 | MANTENIMIENTO PREVENTIVO |
| MEDIDAS GENERALES | |
| 1.Utilizar el EPP: Casco, lentes y botas de seguridad, uniforme. | |
| 2.Antes de realizar cualquier tipo de actividad de mantenimiento: | |
| 2.1. Apagar las bombas | |
| 2.2. Apagar los motores | |
| 2.3. Apagar el sistema eléctrico colocando los breakers en posición OFF | |
| 3. Llevar las herramientas requeridas para el trabajo a realizar. | |
| 4. Notificar a las personas afectadas por el mantenimiento. | |
| 5. Para realizar cualquier tipo de actividad de ajuste o revisión en el tablero eléctrico tomar las siguientes previsiones: | |
| 5.1. No usar pertenencias de metal. | |
| 5.2. Verificar la ausencia de agua en el lugar donde se realizaran las reparaciones. | |
| | |
| REVISION DIARIA | |
| 1.Chequear que la presión de vapor en los manómetros se encuentre en un rango | |
| 2.Realizar un chequeo de los pistones para verificar que no tengan fugas | |
| 3. Chequear que las bombas o motores no estén produciendo ruidos atípicos. | |
| | |
| REVISION SEMANAL | |
| 1. Revsion de los sensores. | |
| | |
| REVISION MENSUAL | |
| 1. Lubricacion de balinera, con grasa a alta temperatura | |
| 2. Dar mantenimiento a electro valvulas | |
| 3. Limpiar aros de resistencia con limpiador de contacto | |
| 4. observe si es bueno el estado de conservacion de los tubos flexibles de la parte neumatica. | |
| 4.1 Que no existan abrasiones | |
| 4.2 Que no existan deformaciones | |
| | |
| REVISION TRIMESTRAL | |
| 1. Cambio de electrodos | |
| 2. Engrase del Tornillo de piston. | |
| 3. Limpieza del display | |
| | |
| REVISION SEMESTRAL | |
| 1. Limpiza de los engranajes y su cintas de los diferentes cabezales | |
| 2. Limpieza y lubricacion de los elementos moviles de los cabezales | |
| 3. Shekeo de las valvulas y filtros | |
| | |
| REVISION ANUAL | |
| 1. Mantenimiento general de la maquina. | |
| 1.1 Limpieza de todas sus partes | |
| 1.2 Shekeo de las piezas - si no estan bien, se corrigen. | |
| 1.3 Lubricar a sus piezas. | |

*Tabla 15 HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PANELADORA*

## 4.5 TIEMPOS ESTABLESIDOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTOS EN LAS MÁQUINAS.

Cabe señalar que la empresa solo le aplica mantenimiento correctivo. Por esta razón, se asignaron períodos de tiempo a las rutinas. Al tener realizada la rutina de mantenimiento adecuada para cada máquina, se tuvo que trabajar para asignar en los tiempos que debían transcurrir entre las actividades básicas.

Para el establecimiento de los intervalos de tiempo de las actividades de la rutina de mantenimiento se realizaron varias acciones como:

- La elaboración de una hoja de Excel con las diferentes fallas en los equipos, la cual daba un promedio de falla en un tiempo determinado.
- Entrevistas al personal de mantenimiento.
- Se consultó información en manuales de fabricantes.
- Se consultó también páginas técnicas de Internet de mantenimiento, para estimar que el tiempo sugerido fuera el más óptimo posible.

No obstante, se debe decir que el plan propuesto está sujeto a revisión, ya que a partir del momento de su implementación se podrán optimizar los tiempos establecidos en base a las observaciones que se realicen.

| Formato de Actividades de arranque y paro de la Bloquera | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fecha: | | | | | |
| Hora de inicio: | | | | | |
| Hora del final: | | | | | |
| | Operarador: | | | | |
| | ACTIVIDADES | Tiempo Real (min) | MATERIALES A USAR | CHECK | OBSERVACIONES |
| ARRANQUE | • Se enciende compresor y calderas de toda la planta, se verifica la cantidad de gas, se espera media hora hasta que la caldera alcance los 8bar de Presión. | 8 | | | |
| | • Limpieza de los pistones de la bloquear | 20 | Liquido especial WD40 | | |
| | • La bloquera se cierra y se calienta dos veces, que duran 10 minutos cada vez | 12 | | | |
| | • Se limpia la bloquera por dentro y por fuera | 5 | Compresor y escoba | | |
| | • Se limpian las tuberrias y mangueras | 10 | Con compresor por dentro y | | |
| | Antes de iniciar la máquina tiene que ser precalentada. El precalentamiento es necesario si la maquina esta fria (por la mañana o cuando la máquina se detiene por varias horas). | | | | |
| PARADA | • Cerrar válvulas de vapor y se le saca el vapor a la bloquera | 10 | | | |
| | • Se apagan las llaves de aire | 5 | | | |
| | • Stop de emergencia se apaga por completo | 5 | | | |
| | • Apagar caldera y cerrar las llaves de gas | 2 | | | |
| | • Verificar la cantidad de gas que se usó en ese día | 2 | | | |
| | •Limpiar la bloquera y sus alrededores | 15 | Escoba y lampazo | | |
| REVISION DIARIA | | | | CHECK | OBSERVACIONES |
| 1. Revisar que las valvulas de seguridad esten a 1.2 bar | | | | | |

*Tabla 16 ACTIVIDADES DE ARRANQUE Y PARO DE LA BLOQUERA*

| Formato de Actividades de arranque y paro de la PANELADORA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fecha: | | | | | |
| Hora de inicio: | | | | | |
| Hora del final: | | Operarador: | | | |
| | ACTIVIDADES | Tiempo Real (min) | MATERIALES A USAR | CHECK | OBSERVACIONES |
| ANTES DE ARRANQUE | Limpiar cabezales inferiores | 10 | Compresor | | |
| | Lijar los electrodos | 30 | En una fresadora | | |
| | Chequear el estado de la cizallas/ cambiarlas si es necesario | 15 | | | |
| | Probar los balines | 10 | | | |
| | Verificar la presión de aire de la máquina y el tanque pulmón | 2 | Manometro | | |
| PARADA | Limpiar el área de trabajo con aire comprimido, a veces escoba | 10 | Compresor | | |
| | Recoger pines y conectores que han caído | 15 | Iman | | |
| | Recoger las herramientas que se ocuparon en el día | 10 | | | |
| | | | | | |
| REVISION DIARIA | | | | CHECK | OBSERVACIONES |
| 1.Chequear que la presión de vapor en los manómetros se encuentre en un rango | | | | | |
| 2.Realizar un chequeo de los pistones para verificar que no tengan fugas | | | | | |
| 3. Chequear que las bombas o motores no estén produciendo ruidos atípicos. | | | | | |

*Tabla 17 ACTIVIDADES DE ARRANQUE Y PARO DE LA PANELADORA*

## 4.6 LISTADO DE HERRAMIENTAS.

Este se creó con la finalidad de brindarle a la empresa información sobre los componentes y herramientas que debían tener en almacén para posteriores utilizarlas en las diferentes reparaciones véase en anexos.

La importancia de tener esta lista de herramientas cubierta radica en que éstos son componentes muy importantes y necesarios para la reparación de las máquinas. Si se llegase a presentar una falla inesperada, se minimizaría el tiempo de reparación; además cabe señalar que los repuestos de estas máquinas son difíciles de conseguir ya que la mayoría no son elaborados acá si no mandados a traer a Italia, por tal razón es necesario tener herramientas a mano que ayuden a minimizar o arreglar el impacto del daño.

## 4.7 IMPORTANCIA DEL DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La importancia de la realización del plan de mantenimiento preventivo radica en que la empresa depende del buen funcionamiento de su maquinaria para poder realizar los productos que luego va a colocar en el mercado. La calidad de los mismos depende de la materia prima con que se trabaje y del proceso al que sea sometida, es en este último aspecto en donde se observa la influencia del plan de mantenimiento, a pesar de la practica constante de mantenimiento correctivo las maquinas Paneladora y Bloquera cumplen su rendimiento de

producción, no obstante con un buen mantenimiento preventivo esto podría mejorar incurriendo en ganancias, y se mejoraría la vida útil de las máquinas, y la calidad de los productos.

Esta influencia se pudo verificar durante la estadía en planta, por ejemplo en la Bloquera, muchas pérdidas de material fueron debidas a problemas con la uniformidad de espesores, los cuales se asociaron a la no uniformidad del perfil de temperaturas creado por el subsistema de vapor de agua. Si se descuida el subsistema de llenado de los pistones y movimiento de los platos, se pueden incrementar los tiempos en que sube o baja el pistón y esto alarga el tiempo requerido para cada prensada lo que a su vez hace que la producción del día sea menor.

Se pudo verificar durante la estadía en la planta que muchas pérdidas en la Bloquera fueron por mala compactación o unión de las perlas de poliestireno, los cuales se asociaron a descontrol o variación de presión. Por ellos se recomienda hacer un estudio de presión en la Bloquera.

En la Paneladora existe la perdida ya que la lámina no sale soldada por completo, por el daño de un cabezal de soldadura, y esto incurre en pérdida de tiempo en un resoldado que se hace manual.
Todo esto hace necesario que se planteen rutinas de mantenimiento para que la empresa pueda cubrir sus necesidades y mejorar su producción a través de maquinarias que se encuentren en óptimo estado.

# CAPITULO 5

## 5.1 CONCLUSIONES

1. Se determinaron los principales componentes de las máquinas y se dividieron en componentes mecánicos y eléctricos, según sus manuales y la información recopilada en la empresa.

2. Se estableció dos tipos de mantenimiento a realizar en cada máquina; mantenimiento autónomo que consiste en actividades diarias para la preservación de las máquinas y mantenimiento preventivo para evitar fallas y/o adelantarse a que ocurran.

3. Se estandarizaron las actividades de mantenimiento autónomo y preventivo, basado en los manuales.

4. Se estableció tiempos necesarios para cubrir cada actividad de mantenimiento autónomo o mantenimiento diario. Para determinar las actividades de mantenimiento preventivo se necesita un estudio más a detalle.

5. Se diseñaran formatos registros de fallas tomando en cuenta las principales fallas de las maquinas, también se diseñaron formatos de control de mantenimiento.

6. Se establecieron indicadores para el sistema de mantenimiento.

7. Se realizó un software en Excel para registro de fallas, evaluación de mantenimiento y un historial de fallas.

## 5.2 RECOMENDACIONES.

Aquí se proponen medidas preventivas orientadas a mejorar o eliminar las fallas que se encontraron en la empresa a nivel de mantenimiento. ya que, la causa de que las máquinas fallen de la manera en que lo están haciendo, es la aplicación de mantenimiento solo del tipo correctivo.

1. Hacer capacitaciones constantes a los operadores de las máquinas. Para que el mantenimiento autónomo sea más efectivo.

2. Que el personal de mantenimiento haga uso de una bitácora, para escribir la falla y solución de los paros más significativos.

3. Minimizar las fallas realizando diagramas de causa y efecto (ISHIKAWA).

4. Poner en práctica las 5'S.

5. Aplicar el plan de mantenimiento preventivo creado y realizar las correcciones necesarias en cuanto a lapsos de tiempo se refiere.

6. Se recomienda acoja cada uno de los formatos diseñado en el software de mantenimiento que permitirá generar información para la toma de decisiones y poder llevar un mejor control y evaluación y gestión del mantenimiento.

## 5.3 Bibliografía


DUFFUAA, O. (2009). *Sistemas de mantenimiento planeado y control. .* Limusa, Wiley, México.

FRANCES, A. (2002). *Estrategia para la Empresa en América Latina.* Caracas, Venezuela.: Ediciones IESA.

FRANCISCO SÁNCHEZ MARÍN, T. (2006). *Mantenimiento Mecánico de Maquinas.* Universidad Jaume, Servicio de Comunicación y Publicación.

MOSQUERA, G. (1987). *Apoyo Logístico para la Administración de Mantenimiento Industrial.* Universidad Central de Venesuela: Primera Edicion.

NEWBROUGH, E. T. (1974). *Administración de Mantenimiento Industrial, Organización, Motivación y Control en el Mantenimiento Industrial. .* México.: Diana.

NIEBEL, B. (1990). *Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempo y Movimientos.* (Tercera ed.). México.: Alfa Omega S.A de C.V.

Tirado, S. (Junio de 2009). *Monografias*.

http//www.monografias.com/trabajos72/mantenimiento-preventivo-maquina-compactadora-bloques/mantenimiento-preventivo-maquina-compactadora-bloques2.5html.

Thompson- Strickland 1985. Conceptos y Técnicas de la Dirección y Administración Estratégicas". Editorial Mc Graw-Hill.)

# Anexos

## I. ENTREVISTAS A LOS TECNICOS.

**PANELES DE CONSTRUCCIÓN S.A (PANELCONSA).**

Nombre: Fecha:

Puesto: HDT:

¿Qué características tienen los procesos productivos?

¿Qué políticas de calidad, productividad, capacitación y mejoramiento continuo se tienen implementadas?

¿Con cuantas maquinarias cuenta el parque?

¿Se contratan servicios de mantenimiento para las maquinarias?

¿En dónde se realiza el mantenimiento? ¿Cuál es la necesidad para realizar mantenimiento?

¿Cuánto mantenimiento debe darse?

¿Existen equipos en stand by? ¿Hay equipos críticos?
¿Hay equipos obsoletos?

¿Se conocen los problemas técnicos?

¿Existe información de los patrones de falla? ¿Existe registro de fallas?

¿Qué maquinaria del parque presenta una falla recurrente? ¿Con que frecuencia?

¿Los costos de reparación son mayores a los de reemplazo?

¿Tiene conocimiento de la gestión de mantenimiento?

¿Cómo se mide la gestión de mantenimiento? ¿Qué recursos técnicos, tecnológicos y humanos requiere la gestión?

¿Qué visión tiene acerca de la implementación de mantenimiento que se desea ejecutar?

¿Qué beneficios obtendría su empresa con dicha implementación?

**PANELES DE CONSTRUCCIÓN S.A (PANELCONSA).**

Nombre: Fecha:

Puesto: HDT:

¿Existe personal de mantenimiento para cada área o máquina?

¿Cuánto personal se requiere para una máquina?

¿Qué competencia tiene el personal?

¿Existen turnos de trabajo?

¿Están planificados los tiempos de arranque de cada máquina?

## II. FORMATO DE PARO DE EQUIPO.

**Empresa PANELCOMSA**

**Formato de Paro de Equipo**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fecha: | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Maquina | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Operario | | |
|---|---|---|
| Código | Nombre | Cargo |
| | | |
| | | |

| REPORTE DE FALLA | | A quien se le reporto la Falla : | |
|---|---|---|---|
| Fecha | Hora | Nombre | Cargo |
| | | | |
| | | | |

| Hora de Inicio Reparación | Hora Final de Reparación | FALLA | Tiempo-Total (Horas) |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| Descripción del trabajo realizado, Marque con una (X) | |
|---|---|
| | Configuración |
| | Calibración |
| | Lubricación |
| | Reparación eléctrica |
| | Reparación mecanica |
| | Cambio de pieza |
| | Habia en inventario |
| | Rectificación de pieza |
| | Maquinado Interno |
| | Maquinado Externo |

Firma del Operario

# III. INVENTARIO DE HERRAMIENTAS Y REPUESTOS.

**ARCHIVO MAESTRO DE PANELADORA Y BLOQUERA**

| SECCION 3 | | INVENTARIO DE HERRAMIENTAS Y REPUESTOS | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | TIPO DE HERRAMIENTA | CANTIDAD | COLOR | MARCA | EXISTENCIA |
| | Llave 8 fija y de corona | 1 | | stanley | SI |
| | Llave 12 fija y de corona | 2 | | stanley | SI |
| | Llave 13 fija y de corona | 2 | | stanley | SI |
| | Llave15 fija y de corona | 1 | | stanley | SI |
| | Llave 17 fija y de corona | 1 | | stanley | SI |
| | Llave 19 fija y de corona | 1 | | stanley | SI |
| | Llave 24 fija y de corona | 1 | | stanley | SI |
| | Llave 14 fija y de corona | 1 | | PRETUL | SI |
| | Llave 18 fija y de corona | 1 | | USAG | SI |
| | Llave 22 fija y de corona | 1 | | BETA | SI |
| | Llave 22y 19 doble | 1 | | ISGP | SI |
| | Juego de desarmadores de hoja | 1 | Amarillo con rojo | 4 piezas | SI |
| | Juego de desarmadores de estrella | 1 | Amarillo con azul | 4 piezas | SI |
| | Juego de machetes. 6mm. | 1 | | 3 Piezas | SI |
| | Juego de machetes. 8mm. | 1 | | 3 Piezas | SI |
| | Juego de machetes. 12mm. | 1 | | 3 Piezas | SI |
| | Juego de machetes. 14mm. | 1 | | 3 Piezas | SI |
| | Juego de machetes. 10mm. | 1 | | 2 Piezas | SI |
| | Terraja. 10mm. | | | | NO |
| | Terraja. 6mm. | | | | NO |
| | Terraja. 8mm. | | | | NO |
| | Terraja. 14mm. | | | | NO |
| | Terraja. 12mm. | | | | NO |
| | Juego de llave Allen | 1 | Negro | 19 Piezas | SI |
| | Llave Allen. 6mm. | 1 | Negro | CRV | SI |
| | Llave Allen. 6mm. | 1 | Negro | SLV | SI |
| | Llave Allen. 5mm. | 2 | | 1 es CRV | SI |
| | Llave Allen. 3mm. | 1 | Negro | | SI |
| | Llave Allen. 2.5mm. | 2 | 1 es Plateado, 1 Negro. | | SI |
| | Llave Allen. 2mm. | 4 | 3 negros 1 plateado. | | SI |
| | Porta Terraja. | 1 | | | SI |
| | Porta Machetes | 1 | Negro | | SI |
| | Juego de sinsel 3 piezas. 10mm; 12mm; 16mm. | 1 | | SLY | SI |
| | Picuda | 1 | | SLY | SI |
| | Tenaza Movible | 1 | | TRUPER | SI |
| | Perra | 1 | | SLY | SI |
| | Alicate | 1 | | SLY | SI |
| | Extractor de filtros | 1 | | TRUPER | SI |
| | Prensa de Hierro modular | 1 | Naranja | TRUPER | SI |
| | Juego de llaves astriadas. 8 piezas. | 1 | | TRUPER | SI |
| | Cinta metrica. 5metros. | 1 | | stanley | SI |
| | Foco amarillo | 1 | | PRETUL | SI |
| | Faustin | 1 | | | SI |
| | Tubo de estaño | 1 | | | SI |
| | Sellador de Rosca | 1 | | LACTITE | SI |
| | Tijera corta laminas | 1 | | INOX | SI |
| | Chavetero de 4 piezas | 1 | | SLY | SI |
| | Buriles de alambre | 7 | | | SI |
| | Extractor de pernos | 5 | | TRUPER | SI |
| | Brocha de 1 pulgada | 1 | | Expert | SI |
| | Buriles del esmeril | 2 | | | SI |
| | Lima triangular | 1 | | | SI |
| | Lima cuadrada. | 1 | | | SI |
| | Lima redonda | 1 | | | SI |
| | Burol para limpiar superficies | 1 | | | SI |
| | Tape Negro | 1 | | | SI |
| | Silenciadores de plastico | 3 | | | SI |
| | Silenciadores de Bronce | 4 | | | SI |
| | Acople de codo para mangueras de 8mm | 9 | | | SI |
| | Acople de codo para mangueras 5mm. | 3 | | | SI |
| | Acople de T para mangueras 8mm. | 1 | | | SI |
| | Copa de 30mm | 1 | | TRUPER | SI |
| | Copa de 19mm | 1 | | CRV | SI |
| | Broca 5 octavos | 1 | | TRUPER | SI |
| | Broca 7.9mm | 1 | | THAKITA | SI |
| | Tubos de Teflon | 3 | | | SI |
| | Llave de metabo | 1 | | | SI |
| | Llave en T metabo | 1 | | | SI |

## IV. FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PANELADORA REVISIÓN SEMANAL.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PANELCONSA | Empresa PANELCOMSA | | | | |
| Formato de MTTO. PREVENTIVO PANELADORA | | | | | |
| REVISION SEMANAL | | | SI | NO | Repuesto |
| 1. Revsion de los sensores. | | | | | |
| | | | | | |
| Observaciones: | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Hora de inicio: | | Hora final: | | | |
| | | | | | |
| Tecnico: | | Supervisor: | | Jefe de Mtto: | |

## V. FORMATO DE MANTENIENDO PREVENTIVO DE LA PANELADORA REVISIÓN MENSUAL.

| Formato de MTTO. PREVENTIVO PANELADORA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| REVISION MENSUAL | | | SI | NO | Fuga | Repuesto |
| 1. Lubricacion de balinera, con grasa a alta temperatura | | | | | | |
| 2. Dar mantenimiento a electro valvulas | | | | | | |
| 3. Limpiar aros de resistencia con limpiador de contacto | | | | | | |
| | | | | | | |
| Observaciones: | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Hora de inicio: | | Hora final: | | | | |
| | | | | | | |
| Tecnico: | | Supervisor: | | Jefe de Mtto: | | |
| | | | | | | |

## VI. FORMATO DE MANTENIENDO PREVENTIVO DE LA PANELADORA REVISIÓN TRIMESTRAL.

| Formato de MTTO. PREVENTIVO PANELADORA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| REVISION TRIMESTRAL | | | SI | NO | Fuga | Repuesto |
| 1. Cambio de electrodos | | | | | | |
| 2. Engrase del Tornillo de piston. | | | | | | |
| 3. Limpieza del display | | | | | | |
| | | | | | | |
| Observaciones: | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Hora de inicio: | | | Hora final: | | | |
| | | | | | | |
| Tecnico: | | Supervisor: | | Jefe de Mtto: | | |

## VII. FORMATO DE MANTENIENDO PREVENTIVO DE LA PANELADORA REVISIÓN SEMESTRAL.

| Formato de MTTO. PREVENTIVO PANELADORA | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PANELCONSA | REVISION SEMESTRAL | | | | | | SI | NO | Fuga | Repuesto |
| 1. Limpiza de los engranajes y su cintas de los diferentes cabezales | | | | | | | | | | |
| 2. Limpieza y lubricacion de los elementos moviles de los cabezales | | | | | | | | | | |
| 3. Shekeo de las valvulas y filtros | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Observaciones: | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Hora de inicio: | | | | | Hora final: | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Tecnico: | | | Supervisor: | | | Jefe de Mtto: | | | | |

## VIII. FORMATO DE MANTENIENDO PREVENTIVO DE LA PANELADORA REVISIÓN ANUAL.

| Formato de MTTO. PREVENTIVO PANELADORA | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| REVISION ANUAL | | | | SI | NO | Fuga | Repuesto |
| 1. Mantenimiento general de la maquina. | | | | | | | |
| 1.1 Limpieza de todas sus partes | | | | | | | |
| 1.2 Shekeo de las piezas - si no estan bien, se corrigen. | | | | | | | |
| 1.3 Lubricar a sus piezas. | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Observaciones: | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Hora de inicio: | | | Hora final: | | | | |
| | | | | | | | |
| Tecnico: | | Supervisor: | | Jefe de Mtto: | | | |
| | | | | | | | |