UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS Y CRITICIDAD PARA LOS COMPONENTES DEL EQUIPO CUÁDRUPLE, PERTENECIENTES A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ASERRADERO DE LA EMPRESA MASISA CHILE S.A.

Trabajo de titulación para optar al título de Ing. Ejec. En mantenimiento industrial.

Alumno:
Marcelo Pablo Acuña Cabezas

Profesor guía:
Víctor Valdebenito Cartes

2018

DEDICATORIA

Este proceso es unos de los más importante en mi vida, por lo que agradezco primeramente a dios por darme la vida y salud, a mis padres y familiares quienes fueron un pilar fundamental en mis años como estudiante, qué me apoyaron en todas las metas que me propuse y en especial, me ayudaron a cumplir unos de mis sueños en convertirme en un profesional.

Si, se termina una etapa llena de enseñanza y buenos momentos, los cuales marcaron un hito muy importante para mí, agradezco de igual manera a mi pareja quien también a sido importante en esta etapa que culmina, con la que los apoyamos mutuamente, me daba animo sin importar las dificultades y problemas que se presentaban y la que fue de un gran apoyo al momento que tome la decisión de querer ser un profesional.

gracias a todos los que confiaron en mí, siendo que a veces sentía que no podía lograrlo, pero con mucho esfuerzo y dedicación he podido lograr esta meta que me he propuesto.

Finalmente, dar gracias a todos los profesores que estuvieron presentes durante este periodo de estudio, aquellos que nos aconsejaron y apoyaron en todo momento.

RESUMEN

KEYWORDS: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO – FMECA – CHECK LIST – PAUTA DE TRABAJO – PLANIFICACIÓN MANTENIMIENTO EQUIPO CUÁDRUPLE

La propuesta del plan de mantenimiento al equipo cuádruple consta con una serie de pasos importantes para la correcta aplicación, los cuales fueron divididos en 5 capítulos. Considerando que cada uno de ellos es de suma importancia para la aplicación del mantenimiento, por lo cual el primer capítulo Es unos de los pasos más importante ya que otorga los antecedentes e información de la empresa, a que se dedica la empresa y como trabaja el proceso y los equipos que se utilizan, como también la edad de estos, etc.

El segundo capítulo otorga la información necesaria en cuanto al marco teórico del mantenimiento, finalidad del mantenimiento, tipos de mantenimiento y objetivos, en general ambos capítulos son fundamentales dentro del plan de mantenimiento ya que informan de manera más detalla el tipo de proceso a estudiar para la aplicación de análisis en el tercer capítulo el cual otorga una visión más clara del funcionamiento y pasos fundamentales para la aplicación del análisis de modos y efectos de fallas y criticidad (FMECA). Con toda esta información obtenida se puede indicar el estado del mantenimiento dentro del proceso (componentes que tengan fallas continuamente en el equipo cuádruple) y con esto poder generar los diferentes análisis de jerarquización a los componentes del equipo cuádruple, para obtener las fallas que generan mayor impacto en el proceso.

Para luego aplicar el análisis FMECA, que busca mediante un paso a paso identificar las causas de las fallas ocurridas en el equipo creando un estudio de la falla funcional, encontrándose con los modos de fallas y efectos de las fallas. Una vez ya encontrada la problemática que afecta al equipo poder realizar la jerarquización mediante una matriz de riesgo que multiplica diferentes resultados que otorgan las tablas de severidad, ocurrencia y detección para cada uno de los modos de fallas, obteniendo como resultado los modos de fallas más altos (alto riesgo de falla). Obtenida toda la información de los modos de fallas más críticos y peligrosos se procede al cuarto capítulo que es el paso final y fundamental de la planificación del mantenimiento para poder dar solución a los modos de fallas más frecuentes y críticos, realizando y aplicando pautas de trabajo y check list para estos modos de falla dentro del equipo seleccionado anteriormente todo esto para evitar cualquier tipo de atraso y ganar tiempo al momento de realizar las tareas de mantenimiento y evitar que se generen detenciones inoportunas en el proceso.

Para luego pasar al último capítulo el cual indica los costos asociado a la mantención preventiva vs las pérdidas de producción, producidas por las fallas inesperadas todo esto para poder obtener si es factible la aplicación del mantenimiento preventivo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN **1**
OBJETIVOS **2**
OBJETIVO GENERAL **2**
OBJETIVOS ESPECIFICOS **2**
CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA MASISA CHILE S.A. CABRERO. **3**
1.1. LA EMPRESA **4**
1.1.1. Misión *4*
1.1.2. Visión *4*
1.1.3. Producto *4*
1.1.4. Ubicación *4*
1.1.5. Reseña histórica *5*
1.1.6. Características de la madera aserrada *6*
1.2. PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA **6**
1.2.1. ¿Qué es un aserradero? *6*
1.2.2. Etapas de la línea de producción del aserradero *6*
1.2.3. Diagrama de flujo proceso productivo aserradero *7*
1.3. DESCRIPCION DEL PROCESO **8**
1.3.1. Cancha de acopio y clasificación *8*
1.3.2. Descortezado *8*
1.3.3. Scanner medidor de trozos *8*
1.3.4. Sistema de alimentación de trozos *9*
1.3.5. Chipper canter 1 ..... *9*
1.3.6. Chipper canter 2 ..... *10*
1.3.7. Equipo cuádruple *10*
1.3.8. Optimizadoras *13*
1.3.9. BNK y BNK ½ *14*
1.3.10. Clasificado, llenado de buzones y empaquetado *15*
1.4. LÍNEA CUÁDRUPLE **16**
1.4.1. Propósito de la línea *16*
1.5. SITUACIÓN ACTUAL **16**
1.6. ESTRATEGIA ACTUAL DE MANTENIMIENTO **17**
1.7. EQUIPO CRÍTICO **17**
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO. **18**

2.1. ¿QUE ES EL MANTENIMIENTO? 19
2.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO 19
2.3. MANTENIMIENTO COMO HERRAMIENTA EN LA INDUSTRIA 21
2.4. FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO 21
2.5. TIPOS DE MANTENIMIENTO 21
2.5.1. Mantenimiento correctivo 21
2.5.2. Mantenimiento preventivo 22
2.5.3. Mantenimiento predictivo 22
2.5.4. Mantenimiento proactivo 23
2.6. TAREAS DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 24
2.7. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 24
2.8. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO 25
2.8.1. Rutinas de inspección 25
2.8.2. Falla elementos mecánicos 25
2.8.3. Lubricación 26
CAPÍTULO 3: APLICACIÓN ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS Y CRITICIDAD AL EQUIPO CUÁDRUPLE. 27
3.1. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS Y CRITICIDAD 28
3.1.1. Definición de la intención del diseño 28
3.1.2. Análisis sipoc 30
3.1.3. Identificación modos de fallas en equipo cuádruple 30
3.1.4. Efectos y consecuencia de las fallas 32
3.1.5. Jerarquización de los modos de falla 33
3.1.5.1. Severidad del modo de falla 34
3.1.5.2. Ocurrencia del modo de falla 35
3.1.5.3. Detección del modo de falla 35
3.1.5.4. Numero prioritario del riesgo o npr 36
CAPÍTULO 4: PLANIFICACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO EQUIPO CUÁDRUPLE. 38
4.1. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO 39
4.2. PLANIFICACIÓN MANTENCIÓN COMPONENTES EQUIPO CUÁDRUPLE, LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ASERRADERO, MASISA CHILE, CABRERO. 39
4.3. BENEFICIOS OBTENIDOS POR LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO 42
4.4. SOLUCIÓN 42
4.4.1. Pautas de trabajo a modos de fallas más críticos 42

4.4.2. Check list a los modos de fallas más críticos 44
CAPÍTULO 5: ESTUDIO ECONÓMICO PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. 49
5.1. COSTOS ASOCIADOS A LA MANTENCIÓN PREVENTIVA 50
CONCLUSIÓN Y RESULTADOS 53
BIBLIOGRAFÍA 54
ANEXOS 55
ANEXO 1 DIRECCIÓN DE LOS TROZOS EN LA LÍNEA CUÁDRUPLE 55
ANEXO 2 PATRÓN DE CORTE EQUIPO CUÁDRUPLE 55
ANEXO 3 GLOSARIO TÉCNICO 56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 IMAGEN SATELITAL PLANTA MASISA CABRERO S.A. 5
FIGURA 1-2 LOGO EMPRESA MASISA S.A. 5
FIGURA 1-3 DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO PRODUCTIVO DEL ASERRADERO 7
FIGURA 1-4 SCANNER MEDIDOR DE TROZOS 8
FIGURA 1-5 SISTEMA ALIMENTACIÓN DE TROZOS 9
FIGURA 1-6 ENTRADA CHIPPER CANTER 1 9
FIGURA 1-7 SALIDA CHIPPER CANTER 2 10
FIGURA 1-8 MESA RECEPCIÓN DE TROZOS, PREVIO INGRESO A EQUIPO CUÁDRUPLE 10
FIGURA 1-9 RODILLOS CENTRADORES DE BASAS Y MEDIDORES DE ALTURA 11
FIGURA 1-10 VOLTEADOR DE BASAS 11
FIGURA 1-11 TRANSPORTES PRINCIPAL EQUIPO CUÁDRUPLE 12
FIGURA 1-12 SIERRAS HUINCHA EQUIPO CUÁDRUPLE 12
FIGURA 1-13 SALIDA MADERA DIMENSIONADA 13
FIGURA 1-14 ENTRADA OPTIMIZADORA, MADERA CON GRAN PORCENTAJE DE CANTO MUERTO 13
FIGURA 1-15 SALIDA OPTIMIZADORA, MADERA CON MENOR PORCENTAJE DE CANTO MUERTO 14
FIGURA 1-16 CLASIFICADO MANUAL BNK 14
FIGURA 1-17 BUZONES Y CLASIFICADO DE MADERA 15
FIGURA 1-18 EMPALILLADO 15
FIGURA 1-19 SALIDA DE PAQUETES TERMINADO 16
FIGURA 2-1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO 20
FIGURA 3-1 ESQUEMA DE CORTE PARA DIÁMETRO ESPECÍFICO 28
FIGURA 3-2 DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS 29
FIGURA 3-3 VELOCIDAD DE CADA EQUIPO DEL ASERRADERO CON UN DIÁMETRO ESPECÍFICO 29
FIGURA 3-4 VELOCIDAD MÍNIMA DE LA LÍNEA DE ASERRADERO 29
FIGURA 3-5 ANÁLISIS SIPOC REALIZADO AL EQUIPO CUÁDRUPLE 30
FIGURA 4-1 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EQUIPO CUÁDRUPLE PREGUNTA 1 Y 2 40
FIGURA 4-2 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EQUIPO CUÁDRUPLE, RECOMENDACIONES SOBRE LA ACTIVIDAD 40
FIGURA 4-3 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EQUIPO CUÁDRUPLE, ERRORES O FALLAS COMETIDAS EN MANTENCIONES ANTERIORES 41

Figura 4-4 Planificación del Mantenimiento Equipo Cuádruple, Errores o Fallas Cometidas en Mantenciones Anteriores *41*
Figura 4-5 Planificación del Mantenimiento Equipo Cuádruple, Repuesto, Herramientas y Competencias Técnicas Necesarias Para Realizar la Mantención *42*

INDICE DE TABLAS

TABLA 3-1 MODOS DE FALLA ASOCIADOS A LA FUNCIÓN Y FALLA FUNCIONAL (CINTA TRANSPORTADORA DE BASAS).....31
TABLA 3-2 MODOS DE FALLA ASOCIADOS A LA FUNCIÓN Y FALLA FUNCIONAL (VOLTEADOR DE BASAS).....31
TABLA 3-3 MODOS DE FALLA ASOCIADOS A LA FUNCIÓN Y FALLA FUNCIONAL (TRANSPORTE PRINCIPAL BASAS HACIA LÍNEA CUÁDRUPLE).....31
TABLA 3-4 MODOS DE FALLA ASOCIADOS A LA FUNCIÓN Y FALLA FUNCIONAL (SIERRA HUINCHA LÍNEA CUÁDRUPLE).....32
TABLA 3-5 EFECTOS DE FALLAS ASOCIADOS A LA FALLA FUNCIONAL (CINTA TRANSPORTADORA DE BASAS).....32
TABLA 3-6 EFECTOS DE FALLAS ASOCIADOS A LA FALLA FUNCIONAL (VOLTEADOR DE BASAS).....33
TABLA 3-7 EFECTOS DE FALLAS ASOCIADOS A LA FALLA FUNCIONAL (TRANSPORTE PRINCIPAL BASAS HACIA LÍNEA CUÁDRUPLE).....33
TABLA 3-8 EFECTOS DE FALLAS ASOCIADOS A LA FALLA FUNCIONAL (SIERRAS HUINCHA LÍNEA CUÁDRUPLE).....33
TABLA 3-9 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD.....34
TABLA 3-10 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA OCURRENCIA.....35
TABLA 3-11 CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA DETECCIÓN.....35
TABLA 3-12 MODOS DE FALLA EVALUADOS RELACIONANDO LA SEVERIDAD, OCURRENCIA Y DETECCIÓN.....36
TABLA 3-13 PRIORIZACIÓN DEL NPR.....37
TABLA 3-14 JERARQUIZACIÓN DE LOS MODOS DE FALLAS SEGÚN LA PRIORIDAD OBTENIDA.....37
TABLA 4-1 PAUTA DE TRABAJOS PARA LOS MODOS DE FALLAS MAS CRÍTICOS.....44
TABLA 4-2 CHECK LIST PARA FALLAS ASOCIADAS A LA CINTA TRANSPORTADORA DE BASAS.....45
TABLA 4-3 CHECK LIST PARA FALLAS ASOCIADAS AL VOLTEADOR DE BASAS.....46
TABLA 4-4 CHECK LIST PARA FALLAS ASOCIADAS AL TRANSPORTE PRINCIPAL BASAS HACIA LA LÍNEA CUÁDRUPLE.....47
TABLA 4-5 CHECK LIST PARA FALLAS ASOCIADAS A LAS SIERRAS HUINCHA LÍNEA CUÁDRUPLE.....48
TABLA 5-1 COSTOS Y TIEMPO H.H. PARA LA REALIZACIÓN DE LA MANTENCIÓN PREVENTIVA.....50

TABLA 5-2 COSTOS INSUMOS NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA MANTENCIÓN PREVENTIVA *51*
TABLA 5-3 RELACIÓN PERDIDAS DE PRODUCCIÓN VS COSTO MADERA ASERRADA M3.... *51*

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

EE. UU : *Estados Unidos*

SIPOC : *Suppliers, inputs, process, outputs – proveedor, entrada, proceso, salida, cliente.*

NPR : *Número de prioridad de riesgo*

MDF : *Tablero de fibra de densidad media*

MDP : *Tablero de partículas de madera*

EWD : *Nombre o marca del aserradero*

FMECA : *Análisis de modos y efectos de fallas y criticidad*

MBR : *Mantenimiento basado en el riesgo*

QUAD : *Equipo cuádruple*

H.H : *Horas hombre*

SIMBOLOGÍA

m : *Metro*

cm : *Centímetro*

m^3 : *Metro cubico*

kw : *Kilovatio*

mm : *Milímetro*

INTRODUCCIÓN

El rubro forestal es unas de las principales fuentes de ingreso en chile teniendo una mayor presencia en la zona sur. Hoy en día la exportación de los productos nacionales va en constante crecimiento, la selección de estos productos de exportación debe ser muy rigurosa y con los más altos estándares de calidad, ya que cualquier inconveniente que pueda ocurrir en el proceso puede generar costos no contemplados dentro de producción.

MASISA es una empresa ligada a la producción y comercialización de tableros de maderas para muebles, siendo esta una de los exponentes con más distribución dentro de Latinoamérica, MASISA cuenta con una serie de procesos productivos, el cual el presente informe se enfocará en la línea de producción de aserradero. Donde se establece la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los componentes del equipo cuádruple con el propósito de mantener la disponibilidad y confiabilidad del equipo para evitar a que ocurra una falla inesperada.

MASISA, es una de las mayores empresas de exportación e importación de tableros de maderas para mueble y madera aserrada en la zona sur, por lo cual cuenta con maquinaria moderna para el proceso de descortezado y dimensionado de la madera. Pese a ser una empresa de gran renombre en la zona, esta no cuenta con tareas de mantenimiento para lo cual actualmente se aplica el mantenimiento a la falla lo cual genera gastos no contemplados dentro de producción y además afecta directamente a los tiempos de procesos, evitando el flujo normal del proceso.

Como parte inicial del trabajo se realiza la recolección de datos tanto de la empresa, proceso productivo como también del equipo que se desea aplicar las tareas de mantención y analizar la estrategia actual de mantenimiento que se está empleando en la empresa, esto dará paso a la situación actual o problemática la cual nos dificulta el funcionamiento normal del proceso debido a las fallas inesperadas del equipo.

El análisis a realizar al equipo es el de modo, efecto y criticidad de las fallas, el cual permitirá conocer más a fondo la máquina, sus componentes y elementos, logrando con esto individualizar las fallas, saber cómo fallan, los efectos de ésta y como afectan al proceso y a la empresa.

En base al análisis ya realizado, permitirá una jerarquización de componentes de la máquina, logrando de esta manera dar el enfoque necesario con frecuencias y tareas de mantenimiento a realizar por cada modo de falla, una vez alcanzado el punto anterior se procederá a la realización de pautas, check list y fichas de mantenimiento los cuales ayudaran a técnico a cargo a realizar las mantenciones sin problemas ni interrupciones.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, mediante un análisis FMECA para componentes del equipo cuádruple perteneciente a la línea de producción de aserradero de la empresa MASISA Chile S.A.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- *Recolectar información técnica de la empresa y dar a conocer el proceso productivo del aserradero.*

- *Realizar análisis de modos, efectos y criticidad de las fallas al equipo cuádruple para la creación de los planes de mantenimiento a los modos de fallas más críticos.*

- *Establecer propuesta de mantenimiento para los elementos del sistema.*

- *Desarrollar tareas, check list, pautas de trabajo y frecuencia de mantenimiento para los modos de fallas más críticos arrojados por la jerarquización.*

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA MASISA CHILE S.A. CABRERO.

1. ANTECEDENTES GENAERALES DE LA EMPRESA MASISA CHILE S.A. CABRERO.

1.1. LA EMPRESA

MASISA cuenta con un negocio central, que es la fabricación y comercialización de tableros de maderas para muebles y arquitectura de interiores (MDF y MDP/PB) en Latinoamérica, siendo en este segmento de la región la segunda mayor compañía en términos de capacidad productiva.

- *Una de las empresas líderes en Latinoamérica en la producción de tableros para muebles, con foco en diseño y valor agregado.*
- *Diversificada base de manufactura y mercados finales en la región.*
- *Referente en la industria en salud, seguridad y medio ambiente.*
- *Liderazgo y compromiso con el desarrollo sostenible.*

MASISA cuenta con un amplio mix de productos para las industrias del mueble y de la arquitectura de interiores, los cuales son elaborados siguiendo estrictos controles de calidad y altos estándares ambientales y sociales.

1.1.1. Misión

Llevar diseño, calidad y sustentabilidad a cada mueble y espacio interior mejorando la calidad de vida de las personas.

1.1.2. Visión

Ser la empresa N° 1 en valor agregado y soluciones para muebles y espacios interiores en latino América, siendo la más atractiva para clientes, inversionistas, colaboradores y comunidades.

1.1.3. Producto

La planta MASISA Chile S.A Cabrero, se dedica a la producción y comercialización de tableros de maderas para muebles y madera aserrada para la fabricación de embalajes o pallets, muebles y en la construcción.

1.1.4. Ubicación

La planta MASISA Chile S.A. Cabrero, se ubica en la ruta Q-50 # 2255, Cabrero, Región del Biobío, chile.

Fuente: Google Maps.

Figura 1-1 Imagen Satelital Planta MASISA Cabrero S.A.

1.1.5. Reseña histórica

Aserraderos EWD es de tecnología alemana y fue adquirido por aserraderos Andinos S.A. en el año 1998 entrando en funcionamiento productivo el año 2000, luego entre los años 2003 y 2005 Andinos S.A. pasa a ser parte del grupo Nueva adquiriendo el nombre de Terranova S.A. finalmente desde el 2005 en adelante fue adquirido por MASISA S.A.

MASISA
Tu mundo, tu estilo

Fuente: http://www.masisa.com

Figura 1-2 Logo Empresa MASISA S.A.

1.1.6. Características de la madera aserrada

En el aserradero se produce madera aserrada verde, con un contenido de humedad superior al 15%, con o sin presencia de medula, sin deformaciones y con un mínimo o sin canto muerto. Se producen varios espesores y largos que varían desde 2.40 (m) hasta los 4.88 (m). El uso de este producto radica principalmente en la fabricación de embalajes o pallets, muebles y en la construcción.

El aserradero, utiliza rollizos no podados de pino radiata con diámetro de 16 (cm) hasta los 40 (cm) obteniendo un diámetro promedio mensual de 23.952 (cm), con largos promedios de 4.15 (m).

El consumo mensual promedio de materia prima es de 35.627 (m^3), con una producción promedio mensual de 13.973 (m^3).

De la producción del aserradero, el 42 % de la producción se destina directamente a empaquetado, el resto a abastecer las otras áreas productivas de la planta MASISA cabrero. En cuanto al abastecimiento de materia prima, MASISA proporciona aproximadamente el 85% de sus canchas de trozos y alrededor del 15% es proveniente de terceros.

1.2. PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

1.2.1. ¿Qué es un aserradero?

Instalación industrial de conversión mecánica primaria, que tiene la finalidad de recepcionar trozos descortezados para convertirlos en madera dimensionada. Para esto la madera debe pasar por una serie de etapas, algunas de las cuales son semejantes entre los distintos tipos de aserraderos.

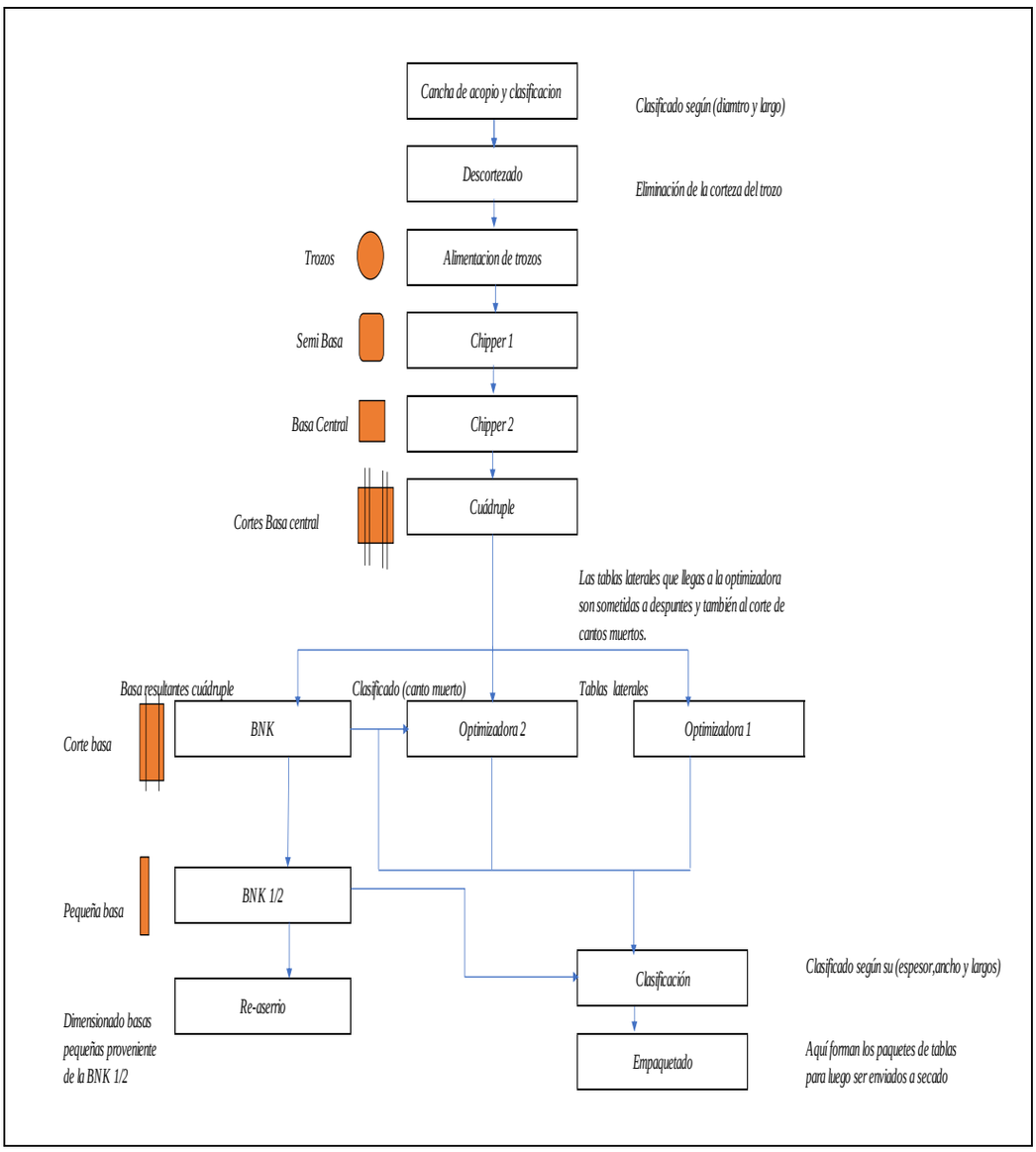
1.2.2. Etapas de la línea de producción del aserradero

- *Cancha de acopio y Clasificación.*
- *Descortezado.*
- *Un scanner para medición de trozos.*
- *Sistema de alimentación de trozos.*
- *Dos chipper canter.*
- *Equipo cuádruple.*

- *Dos máquinas compuestas por seis y cuatro sierras circulares respectivamente ubicadas en la línea del proceso (BNK y BNK ½).*
- *Dos optimizadoras (sierras circulares canteadoras y re-aserradoras).*
- *Un sistema de clasificación y empaquetado.*

Para tener una visión más clara respecto al proceso que se somete la madera en este aserradero, se muestra el siguiente diagrama de flujo con sus esquemas de cortes, en el cual especifica la cantidad máxima de cortes que se pueden realizar en cada máquina y los destinos de cada una de estas.

1.2.3. Diagrama de flujo proceso productivo aserradero



Fuente: Administración MASISA S.A.

Figura 1-3 Diagrama de Flujo Proceso Productivo del Aserradero

1.3. DESCRIPCION DEL PROCESO

1.3.1. Cancha de acopio y clasificación

El proceso de aserrío comienza con el acopio de los trozos de madera, estos trozos de madera son regados continuamente para equilibrar su contenido de humedad y evitar la generación de hongos.
Estos trozos son clasificados según su tamaño (largo y diámetro) los largos que llegan al aserradero son 3.20 m, 3.30 m, 3.66 m, 4.0 m, 4.50 m, 4.80 m y de diámetros del 16 al 38.

1.3.2. Descortezado

Una vez acopiado los trozos y clasificados, son enviados al descortezador, donde la corteza es separada del tronco con el fin de conservar los elementos de corte en el aserradero, al eliminar todo elemento extraño adherido a la corteza como arena, piedras, metales, etc.
Además, permite el aprovechamiento de la corteza como material de combustible para los demás procesos.

1.3.3. Scanner medidor de trozos

Posterior al descortezado los trozos son escaneados con el objetivo de determinar la curvatura, conicidad, diámetro mayor, menor y largo del trozo. La información de la curvatura es utilizada para posicionar los trozos a través de rodillos giradores con la curvatura hacia arriba al inicio del proceso.

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero
Figura 1-4 Scanner Medidor de Trozos

1.3.4. Sistema de alimentación de trozos

Realizado el proceso de descortezado y escaneados de los trozos, estos son enviados a través del cargador frontal a la mesa de alimentación.

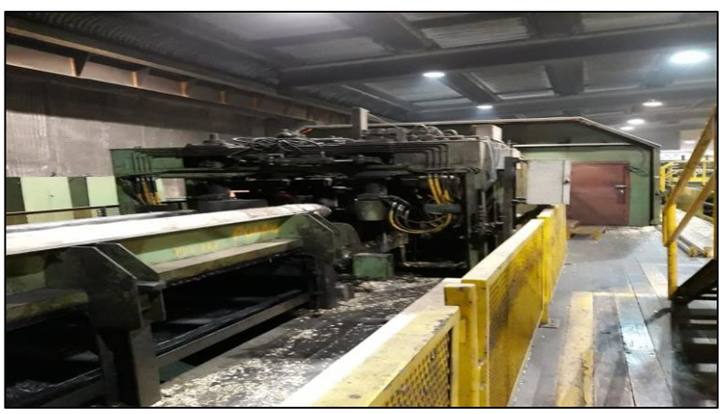
.

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-5 Sistema Alimentación de Trozos

1.3.5. Chipper canter 1

Una vez cargada la mesa de alimentación con trozo. estos son transportados hacia el Chipper canter 1, el cual realiza dos cortes generando dos caras planas paralelas entre sí, obteniendo de esta forma una semibasa.



Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-6 Entrada Chipper Canter 1

1.3.6. Chipper canter 2

La semibasa es transportada hacia el Chipper canter 2, el cual también realiza dos cortes, pero perpendiculares a los anteriores, generando así una basa con cuatro caras planas.

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-7 Salida Chipper Canter 2

1.3.7. Equipo cuádruple

Después de esto, una sierra huincha cuádruple recibe la basa previamente perfilada por ambos Chipper canter donde los trozos son transportados individualmente al transportador de rodillos que cuenta con rodillos centradores ubicados al final de este transportador con el objetivo de centrar y medir el ancho de las basas.

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-8 Mesa Recepción de trozos, Previo Ingreso a Equipo Cuádruple

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-9 Rodillos Centradores de Basas y Medidores de Altura

Las medidas de los anchos son utilizadas para saber la posición que tienen los trozos, ya que el ancho que estos poseen al salir del Chipper 1 puede ser distinto al ancho obtenido al salir del Chipper 2. Al ser distintos los anchos de las basas, estos son volteados.

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-10 Volteador de Basas

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-11 Transportes Principal Equipo Cuádruple

Una vez realizado la medición de anchos y el volteado de las basas si es necesario, estas son transportadas a través de transportes de rodillos y sistemas de rodillos centradores para brindar una mayor estabilidad de corte.

El equipo cuádruple realiza dos cortes paralelos a ambos lados de la basa, obteniendo cuatro laterales y una basa central.

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

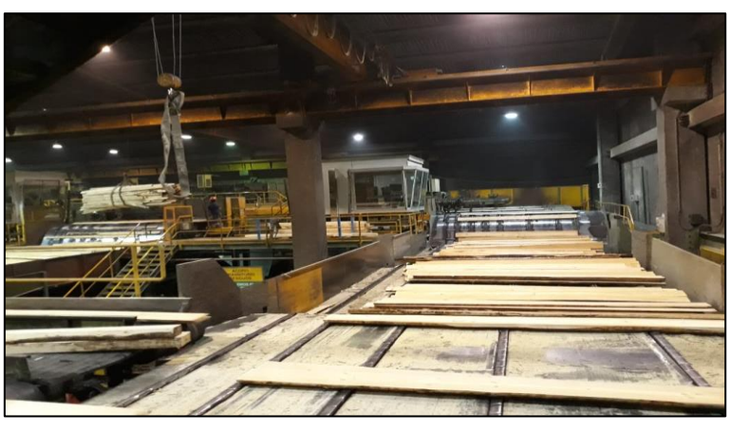
Figura 1-12 Sierras Huincha Equipo Cuádruple

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-13 Salida Madera Dimensionada

1.3.8. Optimizadoras

Los cortes laterales resultantes son enviados a las optimizadoras con el fin de eliminar el canto muerto para luego ser enviadas a clasificación (llenado de buzones)



Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

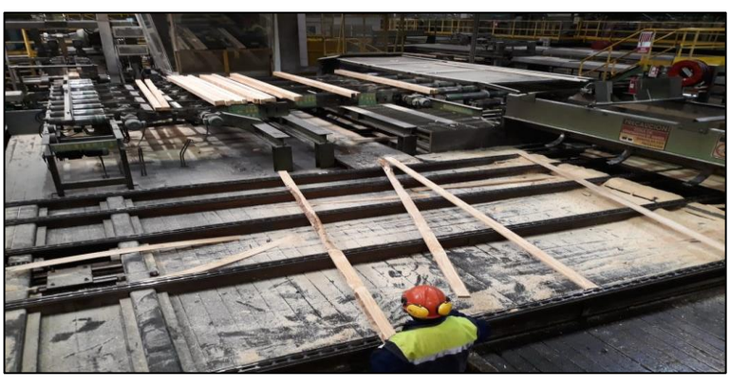
Figura 1-14 Entrada Optimizadora, Madera con Gran Porcentaje de Canto Muerto

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-15 Salida Optimizadora, Madera con Menor Porcentaje de Canto Muerto

1.3.9. BNK y BNK ½

La basa central es enviada a la BNK para realizar el corte de esta dependiendo de los parámetros los cuales son definidos por el supervisor dependiendo de los pedidos que producción solicite. por lo general se realiza cortes laterales a la basa dejando una basa más pequeña para ser enviada a la BNK ½. además, en el proceso de BNK cuenta con un clasificado donde las tablas ya dimensionadas en la BNK que cuentan con un gran porcentaje de canto muerto son enviadas a una cinta transportadora el cual envía las tablas a las optimizadoras para la eliminación del canto muerto.



Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-16 Clasificado Manual BNK

Las basas resultantes de la BNK son enviadas a la BNK ½ para darle una dimensión más pequeña para luego ser enviadas a clasificación (llenado de buzones)

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-17 Buzones y Clasificado de Madera

en algunos casos la BNK solo dimensiona las basas en basas más pequeñas las cuales son enviadas al proceso de re-aserrio y empalillado.

1.3.10. Clasificado, llenado de buzones y empaquetado

Ya clasificada la madera y enviada a los buzones según sus medidas respectivas se procede a empalillar la madera formando el paquete dependiendo el número de piezas que contenga cada uno para luego ser enviados al proceso final ya sea secado de la madera, cepillado, empaque mecanizado etc.

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-18 Empalillado

Fuente: Elaboración Propia, Fotografía Tomada en Terreno Planta MASISA Cabrero

Figura 1-19 Salida de Paquetes Terminado

1.4. LÍNEA CUÁDRUPLE

1.4.1. Propósito de la línea

En esta etapa del proceso se obtienen las primeras tablas laterales, estas tablas son las que poseen un mayor porcentaje de canto muerto dentro del proceso, debido a que son productos del destape de las basas, es decir, mientras más externas son las tablas laterales resultantes de los cortes de la sierras huinchas, mayor es el porcentaje que poseen de canto muerto, por este motivo son enviadas a las optimizadoras, ya que así se obtienen piezas sin o con un mínimo de canto muerto. Además de las tablas laterales se obtiene una pieza central (basa central) que es enviada a BNK para continuar con el patrón de corte. En el caso de trabajar con un patrón de corte, del cual se obtenga un número mayor a cinco piezas, se realiza un retorno de basas central a las sierras huinchas, debido a que la máxima cantidad de productos que se pueden obtener con cuatro sierras (cuatro cortes) son solo cinco piezas.

El sistema de corte este compuesto por cuatro sierras huinchas montadas en ocho volantes (anillos) de 1.8 m. de diámetro, donde los volantes inferiores están conectados a motores eléctricos de 110 KW de potencia, provocando el giro de estos y por ende también el de las sierras.

1.5. SITUACIÓN ACTUAL

MASISA S.A. Chile planta cabrero, al ser una empresa ligada al rubro foresta como materia prima la cual es enviada a los diversos procesos, esta genera mucho polvo en

suspensión lo cual disminuye rápidamente la vida útil de los componentes mecánicos que se encuentran en constante movimiento.
Para esto se establece un plan de mantenimiento preventivo para la correcta mantención tanto mecánica como eléctrica de los componentes críticos pertenecientes al equipo cuádruple, ya que el tipo de mantenimiento que se aplica hoy en día es a la falla.

1.6. ESTRATEGIA ACTUAL DE MANTENIMIENTO

La estrategia actual de la empresa MASISA, en cuanto al mantenimiento es un tipo de mantenimiento denominado "mantenimiento a la falla "este *tipo o estrategia de mantenimiento es unos de los más comunes utilizados en las diferentes empresas, este tipo de mantenimiento puede ser un arma de doble filo, si bien asegura el uso total de la vida útil de los equipos, pero las fallas pueden ocurrir en el momento menos esperado.*
Por esta razón un proceso que trabaja a toda su capacidad se puede ver interrumpido de manera inesperada, generando grandes pérdidas de horas hombre como también en los costos de reparación.

1.7. EQUIPO CRÍTICO

El equipo crítico seleccionado para la aplicación del plan de mantenimiento preventivo es el equipo cuádruple ya que es una parte importante del proceso ya que, si ocurre una falla en el equipo, detiene por completo el proceso productivo.
Este equipo cuenta con una serie de componentes los cuales son fundamentales para el buen funcionamiento del proceso.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.

2. MARCO TEORICO

2.1. ¿QUE ES EL MANTENIMIENTO?

Se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un costo mínimo. Conforme con lo anterior definición se deducen distintas actividades.

- *Prevenir y corregir las averías*
- *Cuantificar y evaluar el estado de las instalaciones*
- *Aspecto económico (costos)*

En los años 70, en gran Bretaña nació una nueva tecnología, la terotecnologia (del griego conservar, cuidar) cuyo ámbito es más amplio que la simple conservación.
La terotecnología es un conjunto de prácticas de gestión, financieras y técnicas aplicadas a los activos físicos para reducir el coste del ciclo de vida. El concepto anterior implica especificar una disponibilidad de los diferentes equipos para un tiempo igualmente especificado.
Todo ello nos lleva a la idea de que el mantenimiento empieza en el proyecto de la máquina. En efecto, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica a aportar por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha; estas actividades cuando son realizadas con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia. A ese estado nos referimos durante la vida de la maquina cada vez que hagamos evaluaciones de su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones.

2.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento".

El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual

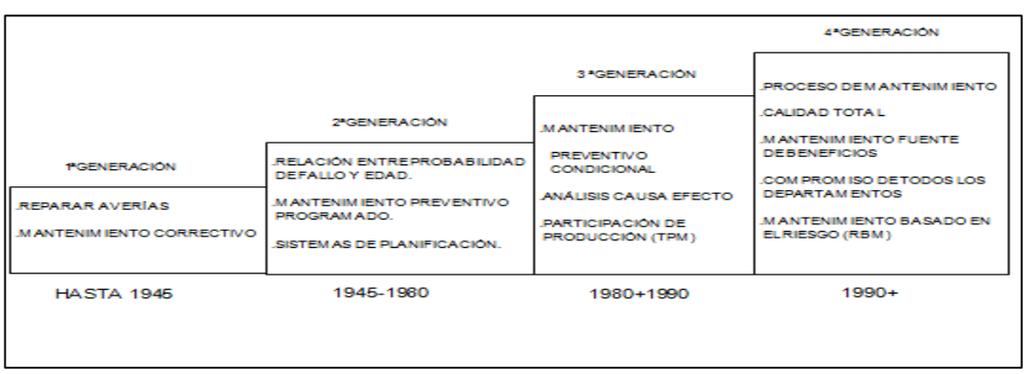
del MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global:

1ª Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el Mantenimiento Correctivo.

2ª Generación: Entre la 2ª Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.

3ª Generación: Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo ó detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a Producción en las tareas de detección de fallos.

4ª Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.



Fuente: http://mntoindustrial.blogspot.com/

Figura 2-1 Historia y Evolución del Mantenimiento

2.3. MANTENIMIENTO COMO HERRAMIENTA EN LA INDUSTRIA

El mantenimiento dentro de una industria principalmente busca prestar un servicio de reparación de avería o defectos en los equipos, pero viendo más allá, debe perseguir un objetivo primordial para la empresa, aumentar al máximo la producción de la institución evitando tener equipos detenidos en las líneas de procesos. Las detenciones totales o parciales de los equipos son muy dañinas en la producción de una empresa, puesto que cada minuto que una maquina está detenida es un minuto de gastos extras de mantenimiento, retraso de producción y por lo cual conlleva perdidas de ingreso monetario. Estos costos o perdidas de producción en los procesos son absolutamente evitables.

2.4. FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO

Conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicio y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de Producción.

2.5. TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen cuatro métodos de mantenimiento principales que se efectúan en una industria, la aplicación de cada uno de estos métodos va en directa relación con la organización de los departamentos de mantención y los posibles imprevistos que se puedan generar en un proceso productivo.

2.5.1. Mantenimiento correctivo

En una primera instancia tenemos el mantenimiento del tipo correctivo, el cual es una acción reactiva no programada, consiste en la reparación de averías o fallas funcionales a medida que se van produciendo. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

Las consecuencias más grandes que posee este tipo de mantenimiento es que fuerza a la detención del proceso productivo debido a la avería de los equipos, también genera un mayor gasto en personal de mantenimiento puesto que se debe reparar de la forma más

rápida posible. El hecho de que se deban reparar maquinas sin previo aviso dificulta la probabilidad de mantener un gasto fijo en mantenimiento., puesto que no siempre se producirán las fallas o también puede que se produzcan de manera reiterativa incurriendo así en mayores gastos.

Este mantenimiento correctivo se caracteriza principalmente por ser un mantenimiento del tipo de emergencia por lo cual aumenta el riesgo de accidentes en el personal encargado del mantenimiento.

2.5.2. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento también es denominado como mantenimiento planificado, este permite disminuir la frecuencia de las paradas no programadas aprovechando el momento más oportuno para realizar las intervenciones, tanto como para los departamentos de producción como también a los de mantención.

Por lo general frecuentemente se utiliza este tipo de mantenimiento para el desarrollo de un "plan de mantenimiento" puesto que permite planificar las mantenciones a efectuar, *preparar herramientas, insumos, repuestos y designación al personal más capacitado para la realización de la tarea. La principal ganancia de este tipo de mantenimiento es que permite utilizar de la forma más eficiente posible los tiempos. El mantenimiento preventivo permite adecuar y moldear las acciones a realizar dentro de los tiempos más favorables para la empresa para poder intervenir los equipos, ya sea paradas de planta etc. Este método utiliza los tiempos definidos por el planificador de mantenciones para evitar detener los procesos productivos.*

Las mantenciones se realizan sin importar el estado del ítem a mantener (ya sea si se encuentra en buen o mal estado) sustituyendo o reparando los componentes según designación del fabricante o acciones adoptadas por el ingeniero a cargo.

2.5.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento del tipo predictivo es otro de los métodos más utilizados, este tipo de mantenimiento permite detectar posibles síntomas y desperfectos o desgastes prematuros en un equipo antes de que ocurra una falla y por consiguiente una detención no deseada de la planta y determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para

ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.
Este método es posible utilizar gracias a que los componentes de cierta forma demuestran al personal de inspección que alguna anomalía está ocurriendo. Existen varias formas o métodos para detectar las fallas antes de que ocurran y principalmente se utiliza tecnología creada para detectarlas. Los métodos más básicos para detectar las fallas potenciales son los sentidos humanos.

- *Realizar inspecciones visuales*
- *Detectar olores*
- *Sentir excesivas vibraciones o temperaturas elevadas*
- *Ruido anormales etc.*

Otros métodos más utilizados son mediante la creación de nuevas tecnologías que detectan posibles fallas en los equipos, existen diferentes herramientas tales como:

- *Ensayos ultrasonidos*
- *Análisis de vibraciones*
- *Partículas magnéticas*
- *Líquidos penetrantes etc.*

2.5.4. Mantenimiento proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de moto tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnico, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollas las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

2.6. TAREAS DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Como se menciona en el punto anterior, un plan de mantenimiento preventivo es un conjunto de acciones y decisiones que tiene como fin común, evitar la prolongación de tiempos de fallas inesperadas, defectos o desviaciones en las variables que contribuyen un proceso productivo.

*Para poder hacer posible esto, se requiere tomar como conducta de mantenimiento una serie de acc*iones que nos permitan cumplir con lo primordial "continuidad productiva". *Un plan de mantenimiento debe realizar las siguientes acciones:*

- *Inspecciones visuales: Veíamos que las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un coste muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.*

- *Limpieza, ajusté y lubricación: la mayoría de los componentes requieren del cuidado más optimo posible para mantenerlos dentro del funcionamiento básico que debe cumplir. Esto es logrado mediante rutinas periódicas de lubricación, ajuste, regulación o limpieza preventiva. Son de bajo costo, pero entrega beneficios extraordinarios, ya que evita desgaste prematuro de los ítems.*

- *Reemplazo de equipos, subconjuntos, componentes o piezas: con el paso del tiempo y el uso que se les dan a los equipos mecánicos, estos denotan un desgaste natural o fatiga, lo cual incide en un aumento en la probabilidad de falla. Este desgaste ocurre principalmente en componentes mecánicos sometidos a constante movimiento, corrosión, erosión o cambios de temperatura.*

- *Calibración: es una acción que contempla medir, controlar y ajustar los parámetros de proceso de acuerdo a patrones certificados. Estas rutinas permiten asegurar que los estándares de calidad solicitados se ajusten a las normativas vigentes.*

2.7. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- *Disminuir las paradas de emergencias y las averías de los equipos*
- *Aumentar la disponibilidad de los activos industriales*

- *Mejora la calidad de los productos y servicios*
- *Reducir los costos debido a reparaciones de emergencia*
- *Conservar el equipo en buen estado para que cumpla su tarea*
- *Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.*

2.8. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para los factores mencionados anteriormente, existe una serie de tareas aplicables que nos permitirán cumplir a cabalidad con lo planeado. El cumplimiento de estas tareas tiene como fin la prolongación de la vida útil de los activos de la empresa.

2.8.1. Rutinas de inspección

Las rutinas de inspección pueden dividirse en dos grupos: rutinas de inspección estáticas y rutinas de inspección dinámicas, esto debido al estado de marcha del equipo. La frecuencia de las inspecciones rutinarias pueden ser variables dependiendo del equipo que lo requiera, estas pueden ser diarias, mensuales, anuales, etc.

Rutinas de inspección estáticas
Consiste en chequear visualmente los equipos fuera de la operación normal, y que no necesariamente necesite del desarme de los componentes. Solo es una inspección general y de comprobación. Por lo general se realiza antes de la puesta en marcha o en algún momento que la operación lo permita sin afectar el funcionamiento normal del proceso productivo.

Rutinas de inspección dinámicas
Corresponde a inspecciones de máquinas en funcionamiento o el control de sus variables de procesos, esta cuenta con un mayor beneficio en un mantenimiento preventivo. Por lo general se realizan aplicando los sentidos humanos o utilizando instrumentación de baja complejidad técnica.

2.8.2. Falla elementos mecánicos

La gran mayoría a de los equipos industriales se encuentran de una u otra forma sometidos a desgaste. La mayor parte de las veces este desgaste es predecible y se puede definir una estrategia de reemplazo de piezas. Sin embargo, muchas otras veces el

desgaste que se presenta en un equipo mecánico puede ser impredecible o repentino, originando una detención indeseada del equipo o sistema generando una pérdida económica asociada a producción como también mantención.
En algunos casos, incluso es posible que las fallas por desgaste puedan generar situaciones catastróficas, con un deterioro irreversible de piezas, componente, equipos o sistemas

2.8.3. Lubricación

Las tareas de lubricación son actividades básicas de conservación de componentes mecánicos que se encuentran en constate movimiento, desgaste o expuestos al roce sobre otras superficies de igual material. Si bien representa un costo alto debido al tipo de lubricante y mano de obra especializada, pero en general es baja en comparación con los beneficios obtenidos.

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS Y CRITICIDAD AL EQUIPO CUÁDRUPLE.

3. APLICACIÓN ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS Y CRITICIDAD AL EQUIPO CUADRUPLE

3.1. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS Y CRITICIDAD

El análisis de modos y efectos de fallas incluye una evaluación de criticidad y análisis de causa raíz del modo de falla. Esta técnica se utiliza bastante dentro de las industrias por el hecho de estar basada en el riesgo y por buscar y eliminar la causa de la falla.
El FMECA hace un análisis que en parte es muy parecido a FMEA (análisis de modos y efecto de fallas), pero además logra identificar la causa raíz del modo de falla, criticidad y termina con una tarea para eliminar el riesgo.
Para la aplicación del análisis FMECA se debe tener en cuenta 5 pasos fundamentales, los cuales son:

3.1.1. Definición de la intención del diseño

La función del equipo cuádruple es recepcionar las basas de madera provenientes del chipper canter 1 y 2, para enviarlas a través de un trasporte de rodillos hacia las sierras huinchas para realizar el corte principal de las basas de madera.

Esquema para diámetro especifico						
Diámetro	Largo	Laterales optimizadora	Anchos QUAD	Piezas para BNK	Dirección del corte	Ancho retorno
25 cm	4.5 m	6	121 mm	1	1	0

Fuente: Datos operacionales producción aserradero MASISA Cabrero

Figura 3-1 Esquema de Corte Para Diámetro Específico

Parámetros	*Descripción*
Diámetro	*Diámetro del trozo*
Largo	*Largo del trozo*
Laterales optimizadora	*Cantidad de tablas laterales que ingresan a las Optimizadora*
Ancho cuádruple	*Ancho de la basa al ingresar a la máquina Cuádruple.*
Piezas para BNK	*Cantidad de basas centrales que ingresan a BNK.*
Dirección del corte	*Indica si se trabaja con retorno. En el caso de ser así se ingresa el número 2 en esta celda y también se debe ingresar el ancho de la basa con retorno en la celda* "Ancho retorno". *Cuando no se trabaja con retorno se ingresa el número 1.*

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2 Descripción de los Parámetros

Ingresando cada uno de estos parámetros en la tabla "Desglose esquema", se obtiene la *velocidad a la que cada máquina funcionará con un diámetro especifico. Esto se muestra a continuación:*

Criticidad línea	*QUAD*	*BNK*	*BNK 1/2*	*Optimizadora*	*Buzones*	*Clasificador Twines*
Trozos por minuto	*12.8*	*9.6*	*19.5*	*9.2*	*11.3*	*22.5*
Trozos por minuto	*Twin 1*	*Twin 2*	*Emp. 1*	*Emp. 2*		
	21.9	*21.9*	*21.9*	*21.9*		

Fuente: Datos operacionales producción aserradero MASISA Cabrero

Figura 3-3 Velocidad de Cada Equipo del Aserradero con un Diámetro Específico

La condición que existe para escoger la velocidad a la que debe funcionar la línea consiste básicamente en seleccionar la menor velocidad presente en las máquinas. En este caso la velocidad mínima está determinada por las optimizadoras, cuyo valor es de 9.2 trozos por minuto.

Exigencia línea (trozos/min)	*9.2*

Fuente: Datos operacionales producción aserradero MASISA Cabrero

Figura 3-4 Velocidad Mínima de la Línea de Aserradero

La forma de regular la velocidad tanto en Chipper como en Cuádruple es por medio del software de sus respectivas líneas (utilizan el mismo software), variando el espacio existente entre los trozos ó también pueden variar el avance nominal, con el fin de obtener esta velocidad.

3.1.2. Análisis sipoc

El análisis SIPOC (véase figura) por sus siglas en ingles Supplier (proveedor) – Inputs (entrada) – Process (proceso) – Outputs (salida) – Customers (cliente), es un diagrama que nos permite analizar el proceso de una manera más detallada reconociendo al respectivo suplidor, así como también identificando todas las entradas y salidas del proceso, además nos permite determinar los clientes vinculados a cada paso del proceso.

Análisis SIPOC : Equipo cuádruple				
Proveedores	Entradas	Procesos	Salidas	Clientes
Chipper canter basas de madera	Basa de madera con un diámetro y largo especifico.	realizar el corte a las basas de madera dependiendo del programa establecido, las basas de madera ingresan a travez de un transporte rodillo las cuales son medidas a travez de un rodillo medidor de altura, si no corresponde la altura a la misma de la salidad del Chipper canter 2 esta basa es volteada y centrada por rodillos para tener una mejor estabilidad del corte al momento de pasar por la cierras huinchas.	madera ya sometida al corte donde se obtienen cuatro cortes laterales y una basa centra mas pequeña.	Optimizadora 1 y 2, BNK y BNK 1/2

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-5 Análisis SIPOC Realizado al Equipo Cuádruple

3.1.3. Identificación modos de fallas en equipo cuádruple

Modo de falla se define como la incapacidad de un elemento para cumplir su función y va estrechamente ligado a la falla funcional, para tener una visión clara de esta relación se confecciona una tabla en donde se identifican los distintos modos de fallas a partir de una falla funcional.

En la tabla se puede observar la relación entre la función, la falla funcional y el modo de falla.

Tabla 3-1 Modos de Falla Asociados a la Función y Falla Funcional (Cinta Transportadora de Basas)

Análisis de modos y efectos de falla línea cuádruple (Cinta transportadora de basas)		
Función	**Falla funcional**	**Modo de falla**
Transportar la basas hacia la mesa, previamente para el ingreso al proceso de corte (cuádruple)	Las basas no son transportadas	Cinta cortada
		Descanso del polín de la cinta trabado
		Cadena de transmisión del reductor cortada
		Fuga de lubricante del reductor por reten en mal estado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2 Modos de Falla Asociados a la Función y Falla Funcional (Volteador de Basas)

Análisis de modos y efectos de falla línea cuádruple (volteador de basas)		
Función	**Falla funcional**	**Modo de falla**
Voltear basa de madera cuando la altura de esta no es igual a la altura correspondiente de la salida del chiper canter 2	La basa de madera no es volteada	Conjunto motor reductor trabado
		Sensores dañados
		Cilindro hidráulico no abre o sierra el volteador de basas
		Eje del piñón motriz (reductor) trabado
		Baja presión aceite hidráulico
		Motor eléctrico quemado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-3 Modos de Falla Asociados a la Función y Falla Funcional (Transporte Principal Basas Hacia Línea Cuádruple)

Análisis de modos y efectos de falla línea cuádruple (Transporte principal basas hacia línea cuádruple)		
Función	**Falla funcional**	**Modo de falla**
Transportar las basas hacia las sierras huinchas para realizar el corte (equipo cuádruple)	Las basas no son transportadas hacia la línea cuádruple para realizar el corte	Rodamientos Conjunto motor reductor fundido, trabados
		Conjunto motor reductor presenta fallas en el acoplamiento
		Rodillos transportadores trabados, dañados
		Daños en las cadenas transportadoras
		Eje de transmisión trabados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-4 Modos de Falla Asociados a la Función y Falla Funcional (Sierra Huincha Línea Cuádruple)

Análisis de modos y efectos de falla línea cuádruple (Sierra huincha línea cuádruple)		
Función	**Falla funcional**	**Modo de falla**
Realizar los cortes a la basa de madera	las basas no son dimensionadas	Rodillos centradores trabados (no hay estabilidad para el corte)
		Bomba hidráulica desplaza menos caudal del requerido para el ajuste de volantes (tensado sierras huincha)
		Sierra huinchas desgastadas al momento del dimensionado de las basas

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Efectos y consecuencia de las fallas

Los efectos son considerados como la forma en que la falla se manifiesta, por ejemplo: diferencias de temperatura, vibraciones, ruido etc.

Los efectos de las fallas mencionados en el análisis de FMECA son referentes a los modos de fallas obtenidos anteriormente, tomando en cuenta que cada modo de falla es analizado de marera minuciosa.

Tabla 3-5 Efectos de Fallas Asociados a la Falla Funcional (Cinta Transportadora de Basas)

Activo (Equipo cuádruple)	Falla funcional (Cinta transportadora de basas)
Modo de falla	**Efecto de falla**
Cinta cortada	Rasgadura en la superficie de la cinta
Descanso polín de la cinta trabado	Ruido y aumento de temperatura proveniente del descanso
Cadena de transmisión del reductor cortada	Ruido continuo del eslabón dañado
Fuga de lubricante del reductor por reten en mal estado	Temperatura en la carcasa, manchas de aceite visible y ruido proveniente de la caja reductora

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-6 Efectos de Fallas Asociados a la Falla Funcional (Volteador de basas)

Activo (Equipo cuádruple)	Falla funcional (Volteador de basas)
Modo de falla	**Efecto de falla**
Conjunto motor-reductor trabado	*Ruido y aumento de temperatura proveniente tanto del motor como del reductor*
Sensores dañados	*Las basas no son detectadas, medidas y volteadas, debido al tiempo de uso o por acumulación de material fino*
Eje del piñón motriz (reductor)trabado	*Ruido y temperatura en el reductor*
Cilindro hidráulico no abre o sierra el volteador de basas	*Manguera dañada, manchas de aceite, sello mecánico en mal estado, bajo nivel de aceite en estanque hidráulico*
Baja presión aceite hidráulico	*Aumento temperatura, filtros obtruidos,Componentes de la bomba con desgaste*
Motor eléctrico quemado	*Motor desprende humo y olor a quemado*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-7 Efectos de Fallas Asociados a la Falla Funcional (Transporte Principal Basas Hacia Línea Cuádruple)

Activo (Equipo cuádruple)	Falla funcional (Transporte principal basas hacia línea cuádruple)
Modo de falla	**Efecto de falla**
Rodamientos Conjunto motor reductor fundido, trabados	*Temperatura y ruido proveniente de la caja reductora por bajo nivel de lubricante, partículas metálicas en el lubricante, motor opera con alto amperaje (alarma en sala de operaciones)*
Conjunto motor reductor presenta fallas en el acoplamiento	*Aumento de fricción por acumulación de material, Aumento de temperatura por la instalación incorrecta, falta de lubricación*
Rodillos transportadores trabados, dañados	*Ruido continuo, rodamientos trabados por material fino, falta lubricación, piñón desgastado*
Daños en las cadenas transportadoras	*ruido continuo, desmontaje de las cadenas, guías de cadena rotas*
Eje de transmisión trabados	*Aumento temperatura descanso, ruido continuo rodamiento del descanso*

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-8 Efectos de Fallas Asociados a la Falla Funcional (Sierras Huincha Línea Cuádruple)

Activo (Equipo cuádruple)	Falla funcional (Sierra huincha línea cuádruple)
Modo de falla	**Efecto de falla**
Rodillos centradores trabados (no hay estabilidad para el corte)	*Aumento de temperatura y vibraciones en rodamiento del rodillo y en la caja reductora*
Bomba hidráulica desplaza menos caudal del requerido para el ajuste de volantes (tensado sierras huincha)	*Aumento de temperatura, impulsor desgastado, vibración en el equipo, impulsor atascado*
Sierra huinchas desgastadas al momento de realizar el corte	*Aumento de temperatura en las Sierras, vibraciones y desgates (debido a impurezas y fatiga)*

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Jerarquización de los modos de falla

La jerarquización de los modos de fallas propone clasificar y jerarquizar los modos de fallas relacionando la severidad, la ocurrencia y la detección. De esta manera se utilizan las tablas, donde a la severidad, ocurrencia y a la detección se le asignan valores numéricos dependiendo que tan severas, que tan frecuentes y que grado de dificultad de

detección tiene los modos de fallas analizados. Estos valores asignados a cada modo de falla son relacionados mediante una fórmula matemática, la cual arrojara el valor NPR (número prioritario del riesgo) permita jerarquizarlos, mientras mayor sea el NPR, mayor es el grado de criticidad del modo de falla y, al contrario, si el valor del NPR es menor, menor es el grado de criticidad del modo de falla.
Todo esto se realiza con el fin de poder asignar tareas de mantenimiento dependiendo de la criticidad del modo de falla.

3.1.5.1. Severidad del modo de falla

El grado de severidad del modo de falla se estima en una escala de 1 a 10 en base al efecto que tiene la falla sobre la seguridad, ya sea, del personal o del entorno (medio ambiente).

Tabla 3-9 Criterios Para la Evaluación de la Severidad

Efecto	Criterio: Severidad del efecto	Ranking
Peligros sin advertencia	Pone en peligro la seguridad del operario. Muy alto ranking de severidad, cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones (la falla no se advierte al ocurrir)	10
Peligros con advertencia	Pone en peligro la seguridad del operario. Muy alto ranking de severidad, cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones (la falla se advierte al ocurrir)	9
Muy alto	Perturbación grave a la linea productiva. Las perdidas pueden alcanzar al 100% del producto. Equipo inoperable, perdida de funcion primaria (cliente muy insatisfecho)	8
Alto	Pertubación menor en la linea productiva. La producción puede tener que ser ordenada y una parte desechada (menor al 100%). Equipo operable, pero con un nivel de calidad reducido (cliente insatisfecho)	7
Moderado	Perturbación menor en la linea productiva. Una procion (menor al 100%)puede tener que ser desechasa (no oredenada). Equipo operable, pero con algunos items de confort inoperable (cliente experimenta insatisfacción)	6
Bajo	Perturvación menor en la linea productiva. 100% del producto tiene que ser adaptado. Equipo operable, pero con algunos items de confort con un nivel de calidad reducido(el cliente experimenta algo de insatisfacción)	5
Muy bajo	Perturvación menor en la linea productiva. El producto puede ser ordenado y una porción (menor al 100%) adaptado. Ajustes y terminaciones y sonido en el items no estan en conformidad (defecto notado por la mayoria de los clientes)	4
Menor	Pertubación menor en la linea productiva. Una parte (menor al 100%) pude ser modificada en la linea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y chirridos que no estan en conformidad (defecto notado por el promedio de los clientes)	3
Muy Menor	Perturbación menor en la linea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en la linea, pero fuera de la estación. Se presentan desajuste y pequeñas vibraciones en el items que no estan en conformidad (defecto notado por la minoria de los clientes)	2
Ninguno	Sin efectos	1

Fuente: Norma SAE J1739

3.1.5.2. Ocurrencia del modo de falla

La ocurrencia del modo de falla es estimada en una escala de 1 a 10 y es básicamente la tasa de probabilidad que tiene la falla de ocurrir.

Tabla 3-10 Criterios Para la Evaluación de la Ocurrencia

Probabilidad de falla	Posible tasa de falla	Ranking
Muy alta: La falla es casi inevitable	> 1 en 2	10
	1 en 3	9
Alta: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos, que presentan fallas con frecuencia	1 en 8	8
	1 en 20	7
Moderada: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos que experimentan fallas ocacionales, pero no en mayores proporciones	1 en 80	6
	1 en 400	5
	1 en 2.000	4
Bajas: Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 15.000	3
Muy baja: Solo fallas aisladas asociadas con procesos casi idénticos	1 en 150.000	2
Remota: La falla es poco probable, no se repiten las fallas de procesos casi idénticos	< 1 en 1.500.000	1

Fuente: Norma SAE J1739

3.1.5.3. Detección del modo de falla

La detección del modo de falla, al igual como la severidad y la ocurrencia, se mide en una escala de 1 a 10, en donde se evalúa la probabilidad que un modo de falla tiene de ser detectado

Tabla 3-11 Criterios Para la Evaluación de la Detección

Detección	Criterios: Probabilidad de detección de un modo de falla	Ranking
Casi imposible	No existen controles disponibles para detectar el modo de falla	10
Muy remota	Muy remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	9
Remota	remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	8
Muy baja	Muy baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	7
Baja	Baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	6
Moderada	Moderada probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	5
Moderada alta	Moderadamente alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	4
Alta	Altaprobabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	3
Muy alta	Muy alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	2
Casi Cierta	Los actuales controles son casi ciertos para detectar el modo de falla. Detección confiable	1

Fuente: Norma SAE J1739

3.1.5.4. Numero prioritario del riesgo o npr

El NPR es el valor que se utiliza en el FMECA para poder jerarquizar los modos de falla como resultados de la fórmula matemática en donde involucran los conceptos descritos en los puntos anteriores.

NPR = Ocurrencia x Detección x Severidad

Una vez ya establecidos los criterios de evaluación para la jerarquización de los modos de falla, se procede asignar los valores.

Tabla 3-12 Modos de Falla Evaluados Relacionando la Severidad, Ocurrencia y Detección

Modos de falla	Severidad	Ocurrencia	Detección	N° Prioridad de riesgo
Cinta cortada	6	3	3	54
Descanso polín de la cinta trabado	7	6	3	126
Cadena de transmisión del reductor cortada	8	4	2	64
Fuga de lubricante del reductor por reten en mal estado	5	4	1	20
Conjunto motor-reductor trabado	8	5	2	80
Sensores dañados	8	7	4	224
Eje del piñón motriz (reductor)trabado	7	4	2	56
Cilindro hidráulico no abre o cierra el volteador de basas	8	6	4	192
Baja presión aceite hidráulico	8	6	3	144
Motor eléctrico quemado	7	5	3	105
Rodamientos Conjunto motor reductor fundido, trabados	8	4	3	96
Conjunto motor reductor presenta fallas en el acoplamiento	7	4	2	56
Rodillos transportadores trabados, dañados	8	6	3	144
Daños en las cadenas transportadoras	8	7	3	168
Eje de transmisión trabados	8	7	2	112
Rodillos centradores trabados (no hay estabilidad para el corte)	8	6	2	96
Bomba hidráulica desplaza menos caudal del requerido para el ajuste de volantes (tensado cierras huincha)	8	5	3	120
Sierra huinchas trabadas al momento de realizar el corte	7	3	2	42
Reductor transporte cadena falla por falta de lubricante	8	4	3	96

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido los valores de las multiplicaciones, se procede a comparar con una tabla (véase tabla 3-13) para obtener la prioridad de cada modo de falla.

Tabla 3-13 Priorización del NPR

Prioridad del NPR		
111 a >200	Alto riesgo de falla	
51 a 110	Riesgo de falla medio	
1 a 50	Riesgo de falla bajo	
0	No existe riesgo de falla	

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta la siguiente tabla (véase tabla 3-14) en donde se demuestra la jerarquización de los modos de fallas, es por esto que a lo expuesto en la tabla se le otorgaron un color diferente con el motivo de diferenciar desde la falla más crítica hasta la falla más baja.

Tabla 3-14 Jerarquización de los Modos de Fallas Según la Prioridad Obtenida

Modos de falla	N° Prioridad de riesgo	Jerarquización
Cinta cortada	54	Riesgo de falla medio
Descanso polín de la cinta trabado	126	Alto riesgo de falla
Cadena de transmisión del reductor cortada	64	Riesgo de falla medio
Fuga de lubricante del reductor por reten en mal estado	20	Riesgo de falla bajo
Conjunto motor-reductor trabado	80	Riesgo de falla medio
Sensores dañados	224	Alto riesgo de falla
Eje del piñón motriz (reductor)trabado	56	Riesgo de falla medio
Cilindro hidráulico no abre o Sierra el volteador de basas	192	Alto riesgo de falla
Baja presión aceite hidráulico	144	Alto riesgo de falla
Motor eléctrico quemado	105	Riesgo de falla medio
Rodamientos Conjunto motor reductor fundido, trabados	96	Riesgo de falla medio
Conjunto motor reductor presenta fallas en el acoplamiento	56	Riesgo de falla medio
Rodillos transportadores trabados, dañados	144	Alto riesgo de falla
Daños en las cadenas transportadoras	168	Alto riesgo de falla
Eje de transmisión trabados	112	Alto riesgo de falla
Rodillos centradores trabados (no hay estabilidad para el corte)	96	Riesgo de falla medio
Bomba hidráulica desplaza menos caudal del requerido para el ajuste de volantes (tensado Sierras huincha)	120	Alto riesgo de falla
Sierra huinchas trabadas al momento de realizar el corte	42	Riesgo de falla bajo
Reductor transporte cadena falla por falta de lubricante	96	Riesgo de falla medio

Fuente: Elaboración Propia

Con la jerarquización ya realizada correctamente de los modos de falla, el análisis FMECA entrega aquellos modos de fallas más y menos críticos para cada uno de ellos.
en el siguiente capítulo se le asignara una tarea de mantenimiento acorde a su criticidad, para de esta manera disminuir la probabilidad para que estos modos ocurran de manera imprevista.

CAPÍTULO 4: PLANIFICACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO EQUIPO CUÁDRUPLE.

4. PLANIFICACIÓN PLAN DE MANTENIMIENTO EQUIPO CUÁDRUPLE

4.1. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La programación del mantenimiento se debe realizar dependiendo de la edad que tengan los equipos de la empresa como también el número de horas trabajada de los equipos, ya sea edad temprana, mediana o alta edad. Para cada una de estas edades se derivan diferentes formas de obtener la información que se requiere para generar este documento.

En el caso de MASISA Chile planta cabrero por ser una empresa de edad mediana, la programación del mantenimiento será basada en la experiencia de los técnicos y catálogos otorgados por la misma empresa.

Esta programación del mantenimiento consta de preguntas que intenta satisfacer todas las dudas que se puedan generar durante el proceso en que el equipo o proceso se encuentra detenido, con el fin de agilizar los trabajos otorgados y poder obtener una disminución de tiempo considerable al momento de intervenir en el equipo ya sea si se encuentra en funcionamiento o detenido, cabe mencionar que el proceso productivo del aserradero solo se encuentra operativo 16 hrs diarias de (lunes a viernes).

4.2. PLANIFICACIÓN MANTENCIÓN COMPONENTES EQUIPO CUÁDRUPLE, LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ASERRADERO, MASISA CHILE, CABRERO.

Para comenzar a realizar la planificación para el mantenimiento de los componentes del equipo cuádruple, se deberá responder un pequeño cuestionario donde se presentan diferentes preguntas, de las cuales otorgan información necesaria para la persona que realiza la mantención pueda guiarse correctamente.

En los primeros puntos se debe dejar claro que es lo que se quiere realizar y por qué se quiere realizar.

MASISA Tu mundo, tu estilo		Planificación del mantenimiento línea cuádruple
Área perteneciente		Línea producción de aserradero
Preguntas Frecuentes		
1	¿Que trabajo se requiere realizar?	Inspección eje transmisión y estado de descansos Inspección de engranaje y eje del reductor Inspección bomba hidráulica y estanque (filtros,manguera,aceite,etc) Cambio cadenas transportadoras
2	¿Por que se debe realizar?	Mantención Preventiva Aumento disponibilidad del activo

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-1 Planificación del Mantenimiento Equipo Cuádruple Pregunta 1 y 2

Una vez de saber lo que se quiere realizar se procede a investigar en catálogo para así obtener información concreta del equipo o componente a intervenir (las recomendaciones para la actividad que se está planificando, para luego pasar a la siguiente pregunta la cual busca obtener un paso a paso de lo que se va a realizar en la mantención, generando una gran ayuda al momento de obtener pauta de trabajo.

MASISA Tu mundo, tu estilo		Planificación del mantenimiento línea cuádruple
Área perteneciente		Línea producción de aserradero
Preguntas Frecuentes		
3	¿Como se debe realizar el trabajo?	Bloquear motor eléctrico Prueba energía cero Inspeccionar estado rodamiento y lubricación (descanso) Retirar rodamiento dañado

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-2 Planificación del Mantenimiento Equipo Cuádruple, Recomendaciones Sobre la Actividad

Luego se realiza una investigación en los historiales del equipo o componente (detenciones ocurridas, para obtener los errores que se cometieron y para evitar a que vuelvan a ocurrir nuevamente, pérdidas de tiempo por no conocer pauta de trabajo o no contar con ella o herramientas inadecuadas para la tarea a realizar

MASISA Tu mundo, tu estilo		Planificación del mantenimiento línea cuádruple
Área perteneciente		Línea producción de aserradero
Preguntas Frecuentes		
4	¿Qué errores o fallas se han cometido y como se podrán evitar?	Solo perdida de tiempo por no contar con la documentación adecuada, se evitaran con pautas de trabajo y reuniones con la jefatura de mantención, producción y supervisores.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-3 Planificación del Mantenimiento Equipo Cuádruple, Errores o Fallas Cometidas en Mantenciones Anteriores

Para realizar una buena mantención, antes de iniciar la actividad se debe tener en cuenta la realización de seguidillas de trabajos y proceso, obteniendo esta información de supervisores, jefe de turno y de la unidad de mantención.

MASISA Tu mundo, tu estilo		Planificación del mantenimiento línea cuádruple
Área perteneciente		Línea producción de aserradero
Preguntas Frecuentes		
5	¿Qué trabajos previos se deben realizar?	Verificar repuestos en bodega Verificar herramientas en buen estado Autorización firmada para emplear el trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-4 Planificación del Mantenimiento Equipo Cuádruple, Errores o Fallas Cometidas en Mantenciones Anteriores

Finalmente se debe indicar los repuestos y herramientas que se necesitaran para realizar la mantención del activo, así como también las competencias técnicas, para proceder a realizar los trabajos bien ejecutados y con seguridad de que estos queden en buen estado.

MASISA Tu mundo, tu estilo		Planificación del mantenimiento línea cuádruple
Área perteneciente		Línea producción de aserradero
Preguntas Frecuentes		
6	¿Qué repuestos se necesitan?	Rodamiento Grasa lubricante
7	¿Qué herramientas se necesitan?	Llaves punta corona Engrasadora manual de palanca
8	¿Qué competencias técnicas requiere el trabajador?	Hidráulica Mecánica Rodamientos Lubricación

Fuente: Elaboración Propia

Figura 4-5 Planificación del Mantenimiento Equipo Cuádruple, Repuesto, Herramientas y Competencias Técnicas Necesarias Para Realizar la Mantención

Cabe mencionar que estas preguntas son de suma importancia dentro del cuestionario al momento de realizar la planificación del mantenimiento, ya que ayudaran a informar al equipo ejecutor sobre todo lo que se realizara durante las actividades definidas

4.3. BENEFICIOS OBTENIDOS POR LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

- *Mayor organización de los tiempos*
- *Paso a paso detallado al momento de intervenir un equipo*
- *Mejora condiciones de seguridad, tanto como para el activo y para el personal que ejecuta la mantención*
- *Check list para un orden al momento de inspeccionar el activo o intervenir*

4.4. SOLUCIÓN

Como solución a la ocurrencia de fallas las cuales generan tiempos perdidos en la línea se establecen dos pasos o tareas fundamentales las cuales son:

4.4.1. Pautas de trabajo a modos de fallas más críticos

Las pautas de trabajo generadas para el mantenimiento preventivo para los componentes del equipo cuádruple, fueron enfocados en los modos de fallas más críticos que arrojo la

jerarquización realizada anteriormente. Este documento que se genera después de la creación de la planificación, es de suma importancia para el ejecutor de la tarea de mantenimiento que se dará a realizar en las mantenciones preventivas y en detenciones programadas, ya que esto ayudará para que el mantenedor mecánico o eléctrico, no tenga ningún percance durante la mantención y se pueda demorar lo menos posible, ya que si bien la empresa depende netamente de la producción, las horas de trabajo muertas no generan dinero para la empresa, es por esto que las pautas de trabajo y los check list que se realizan deberían usarse para todas las mantenciones realizadas en las paradas programas.

Tabla 4-1 Pauta de Trabajos Para Los Modos de Fallas Mas Críticos

MASISA Tu mundo, tu estilo		Pauta de trabajo (Línea Cuádruple)			
Área perteneciente	Línea producción de aserradero				
Lista de actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
(Preparativos)					
Charla de seguridad,(identificación riesgos presentes en área a realizar trabajos)		Mecánico			
Selección herramientas a utilizar		Mecánico			
Orden y limpieza área de trabajo		Mecánico			
(Mantención)					
Llenado de documentación		Mecánico			
Bloqueo de equipo		Eléctrico			
Prueba de energía cero		Operador, Eléctrico			
(Inspección sensores)					
Cambio sensores medidores de altura o inspecciones estados componentes		Mecánico, Eléctrico			
Limpieza y ajuste sensores medidores de altura		Mecánico			
(inspección cilindro hidráulico volteador de basas)					
Cambio cilindro hidráulico o inspecciones estado de sus componentes		Mecánico			
Revisar estado de componentes (Carter, filtro, bomba, mangueras, etc.)		Mecánico			
Limpieza		Mecánico, Operador			
(inspección cadenas transportadoras)					
Cambio cadenas transportadoras o inspección de su estado		Mecánico			
Inspeccionar estado y funcionamiento adecuado		Mecánico			
(inspección rodillos transportadores)					
Cambio rodillos transportadores o inspeccionar estado		Mecánico			
Revisar estado componentes(rodamiento, estado de lubricación, eje, etc.)		Mecánico			
Limpieza		Mecánico, Operador			
(inspección descansos)					
Cambio descansos o inspeccionar estado de sus componentes		Mecánico			
Revisar estado lubricación, rodamiento		Mecánico			
Limpieza		Mecánico, Operador			
Desbloqueo de equipo		Eléctrico			
Orden y aseo en el área de trabajo		Mecánico			
Comentarios					

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Check list a los modos de fallas más críticos

La creación de los Check list son realizados con el fin evitar futuros problemas que se puedan presentar en él activo y tratar de evitar que ocurra una falla cuando el proceso

productivo se encuentra operativo o que el equipo que se le realizo la mantención no se deba volver a desarmar por el olvido de algún paso importante, para la puesta en marcha.

Tabla 4-2 Check List Para Fallas Asociadas a la Cinta Transportadora de Basas

MASISA Tu mundo, tu estilo		CHECK LIST línea cuádruple MASISA S.A Chile, Cabrero			
Área perteneciente	Línea de producción de aserradero				
Nombre del equipo	Equipo cuádruple (Cinta transportadora de basas)				
Ítem	Actividad a realizar	Si	No	Intervalo	Ejecutor
1	Verificar estado de la cinta			Mensual	Mecánico
2	Verificar la tensión de la cinta y alineamiento			Mensual	Mecánico
3	Verificar posibles fugas de lubricante en los cojinetes			Mensual	Mecánico
4	Verificar estado de rodamiento (descanso)			Mensual	Mecánico
5	Verificar lubricación descansos			Mensual	Mecánico
6	Realizar limpieza en los componentes			A diario	Operador, Personal aseo
7	Verificar estado del reten (reductor)			Mensual	Mecánico
8	Verificar tensión cadena de transmisión del reductor			Mensual	Mecánico
9	Verificar estado de los piñones, alineación y lubricación			Mensual	Mecánico
10	Medir temperatura de la caja reductora			Semanal	Mecánico
11	Medir temperatura de los descansos			Semanal	Mecánico
12	Verificar correcto giro del eje			Mensual	Mecánico
13	Verificar ruidos anormales de la caja reductora			Mensual	Mecánico
Comentarios					
Fecha	Nombre y firma mecánico ejecutor	Nombre y firma supervisor			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-3 Check List para Fallas Asociadas al Volteador de Basas

MASISA Tu mundo, tu estilo				CHECK LIST línea cuádruple MASISA S.A Chile, Cabrero	
Área perteneciente	Línea de producción de aserradero				
Nombre del equipo	Equipo cuádruple (Volteador de basas)				
Ítem	Actividad a realizar	Si	No	Intervalo	Ejecutor
1	Medir temperatura del motor y ruidos anormales			Semanal	Mecánico
2	Verificar estados de los filtros			Semanal	Mecánico
3	Verificar estado de impulsor bomba y componentes			Mensual	Mecánico
4	Verificar estado acoplamiento conjunto motor-reductor			Mensual	Mecánico
5	Verificar estado de los sensores			Mensual	Mecánico, Eléctrico
6	Verificar limpieza sensores			Semanal	Mecánico, Eléctrico
7	Verificar estados de las mangueras del cilindro hidráulico			Mensual	Mecánico
8	Verificar nivel de aceite del estaque hidráulico			Mensual	Mecánico
9	Verificar estado de los sellos mecánico cilindro			Mensual	Mecánico
10	Medir temperatura reductor			Semanal	Mecánico
11	Verificar nivel de aceite del reductor y lubricación			Mensual	Mecánico
12	Verificar estado del piñón y chavetero			Mensual	Mecánico
13	Verificar estados de las mangueras hidráulicas posible perdida de aceite			Mensual	Mecánico
Comentarios					
Fecha	Nombre y firma mecánico ejecutor	Nombre y firma supervisor			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-4 Check List Para Fallas Asociadas al Transporte Principal Basas Hacia la Línea Cuádruple

MASISA Tu mundo, tu estilo		CHECK LIST línea cuádruple MASISA S.A Chile, Cabrero			
Área perteneciente	Línea de producción de aserradero				
Nombre del equipo	Equipo cuádruple (Transporte principal basas hacia la línea cuádruple)				
Ítem	Actividad a realizar	Si	No	Intervalo	Ejecutor
1	Verificar estado de rodamiento cilindros transportadores			Mensual	Mecánico
2	Lubricar rodamiento cilindros transportadores			Mensual	Mecánico
3	Limpieza componentes y equipos (transporte principal)			Semanal	Operador
4	Verificar estado del piñón (cilindros transportadores)			Mensual	Mecánico
5	Verifica estado o tensar cadena (cilindros transportadores)			Mensual	Mecánico
6	Verificar estado descansos			Mensual	Mecánico
7	Limpieza o cambio de rodamiento descanso			Mensual	Mecánico
8	Lubricación rodamiento descanso			Mensual	Mecánico
9	Verificar estado y tensado cadenas transportadoras			Mensual	Mecánico
10	Verificar estado o cambio de las guías (cadena transportadora)			Mensual	Mecánico
11	Verificar estado acoplamiento motor-reductor			Mensual	Mecánico
12	Revisar nivel aceite reductor y lubricación			Mensual	Mecánico
13	Verificar alineación acoplamiento motor-reductor			Mensual	Mecánico
14	Verificar estado pernos de anclaje motor-reductor			Mensual	Mecánico
Comentarios					
Fecha	Nombre y firma mecánico ejecutor	Nombre y firma supervisor			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4-5 Check List Para Fallas Asociadas a las Sierras Huincha Línea Cuádruple

MASISA Tu mundo, tu estilo		CHECK LIST línea cuádruple MASISA S.A Chile, Cabrero			
Área perteneciente	Línea de producción de aserradero				
Nombre del equipo	Equipo cuádruple (Sierras Huincha línea cuádruple)				
Ítem	Actividad a realizar	Si	No	Intervalo	Ejecutor
1	Verificar estado de rodillos centradores			Mensual	Mecánico
2	Verificar estado de rodamiento			Mensual	Mecánico
3	Lubricación de rodamiento de rodillos centradores			Mensual	Mecánico
4	Limpieza de los rodillos			Semanal	Mecánico, Operador
5	Verificar nivel de aceite del reductor			Mensual	Mecánico
6	Verificar estado de la bomba hidráulica y sus componentes			Mensual	Mecánico
7	Verificar estado de los filtros del sistema hidráulico			Semanal	Mecánico
8	Verificar tensado de sierras huinchas			A diario	Mecánico, Operador
9	Verificar estado de sierras huinchas			A diario	Mecánico, Operador
10	Verificar nivel de aceite del Carter			Mensual	Mecánico
11	Verificar zona de trabajo limpia			A diario	Operador, Personal aseo
12	Verificar estado y tensado cadena transportadoras de basas (salida de la sierra huincha)			Mensual	Mecánico
Comentarios					
Fecha	Nombre y firma mecánico ejecutor	Nombre y firma supervisor			

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 5: ESTUDIO ECONÓMICO PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

5. ESTUDIO ECONÓMICO PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1. COSTOS ASOCIADOS A LA MANTENCIÓN PREVENTIVA

Para considerar los costos para la mantención preventiva del equipo cuádruple, se comienza con asignar los tiempos H.H. y el valor.

Tabla 5-1 Costos y Tiempo H.H. Para la Realización de la Mantención Preventiva

Análisis de los costos asociados al plan de mantenimiento evaluando las fallas críticas y menos críticas						
Modos de falla	N° Prioridad de riesgo	Jerarquización	N° de mantenedores	Disponibilidad de horario (Lunes a viernes)	Costos H.H	Costo Mensual H.H
Cinta cortada	54	Riesgo de falla medio	3	45 hrs Semanal	$4.500 Valor H.H.	$810.000
Descanso polín de la cinta trabado	126	Alto riesgo de falla				
Cadena de transmisión del reductor cortada	64	Riesgo de falla medio				
Fuga de lubricante del reductor por reten en mal estado	20	Riesgo de falla bajo				
Conjunto motor-reductor trabado	80	Riesgo de falla medio				
Sensores dañados	224	Alto riesgo de falla				
Eje del piñón motriz (reductor)trabado	56	Riesgo de falla medio				
Cilindro hidráulico no abre o Sierra el volteador de basas	192	Alto riesgo de falla				
Baja presión aceite hidráulico	144	Alto riesgo de falla				
Motor eléctrico quemado	105	Riesgo de falla medio				
Rodamientos Conjunto motor reductor fundido, trabados	96	Riesgo de falla medio				
Conjunto motor reductor presenta fallas en el acoplamiento	56	Riesgo de falla medio				
Rodillos transportadores trabados, dañados	144	Alto riesgo de falla				
Daños en las cadenas transportadoras	168	Alto riesgo de falla				
Eje de transmisión trabados	112	Alto riesgo de falla				
Rodillos centradores trabados (no hay estabilidad para el corte)	96	Riesgo de falla medio				
Bomba hidráulica desplaza menos caudal del requerido para el ajuste de volantes (tensado Sierras huincha)	120	Alto riesgo de falla				
Sierra huinchas trabadas al momento de realizar el corte	42	Riesgo de falla bajo				
Reductor transporte cadena falla por falta de lubricante	96	Riesgo de falla medio				

Fuente: Elaboración Propia, Datos Producción

Insumos necesarios para la realización y aplicación del plan de mantenimiento preventivo

Tabla 5-2 Costos Insumos Necesarios Para la Realización de la Mantención Preventiva

Insumos	Costo	Adquisición	Costo	Costo Anual
Paños (Limpieza)	$2.800 Cada Kg	35 kg Mensual	$ 98.000	$ 1.176.000
Grasa lubricante	$9.990 Cada Kg	60 Kg Semestral	$ 599.400	$ 1.198.800
Aceite Lubricante	$625.000 Tambor (208)	2 Tambor (208) Semestral	$ 1.250.000	$ 2.500.000
Caja Herramientas bien equipadas	$320.000 Por cada Caja Herramienta	3 Cajas Herramientas	$ 960.000	$ 960.000
Repuestos Dependiendo los modos de fallas	$12.981.000	Semestral	$ 12.981.000	$ 25.962.000
			Total Costos Anual	$ 31.796.800

Fuente: Elaboración Propia, Datos Producción

El costo total necesarios para poder aplicar el plan de mantenimiento preventivo anualmente, relacionando el costo de las H.H e insumos será de alrededor de $61.000.000 Aprox.

El aserradero produce alrededor de 17.000 m3 mensuales Aprox. Y el horario de trabajo del aserradero es de (lunes a viernes) 16 Hrs. Diarias, en los turnos de mañana y tarde.

Tabla 5-3 Relación Perdidas de Producción vs Costo Madera Aserrada m3

Productividad mensual aserradero	Tiempos perdidos Debido a fallas inoportunas (mensual)	Precio actual m3 de madera aserrada	
17.000 m3 Aprox	11 hrs Aprox	$ 65.475	
Productividad diaria	583 m3 perdidos Aprox.	$ 38.171.925	Perdida producción mensual
850 m3 Aprox		$ 458.063.100	Perdida producción anual
Producción por hora			
53 m3 Aprox			

Fuente: Elaboración Propia, Datos Producción

Como conclusión, en termino de costos asociados a la mantención preventiva se puede obtener como dato el costo total anual que se requiere para poder aplicar la mantención preventiva vs la perdida de producción anual que se generan al no tener un plan de mantenimiento establecido, por lo cual según los números se obtiene que es factible

aplicar el plan de mantenimiento ya que ayudaría a disminuir considerablemente los tiempos perdidos debido a las fallas inesperadas que suelen ocurrir y esto conlleva una disminución en las perdidas de producción.

CONCLUSIÓN Y RESULTADOS

A través de la realización del plan de mantenimiento preventivo al equipo cuádruple. Se logra recopilar información necesaria para poder conocer de forma más amplia la función del equipo que tiene dentro de la línea de producción y la forma en que se relaciona con el proceso. Para lo cual se llegó a la determinación que no se encontraban pautas de trabajo para el equipo cuádruple (componentes) el cual es unos de los equipos más críticos del proceso. El equipo cuádruple tiene un promedio de detención debido a fallas inesperadas de (11 hrs aprox.) generando grandes costos asociados a perdidas de producción. Por ende se procedió a estudiar este equipo mediante la aplicación del análisis FMECA (el cual estudia y analiza los modos de fallas más recurrentes que afectan al equipo y el proceso, para luego realizar la jerarquización a los modos de fallas y así poder identificar los modos de fallas con mayor frecuencia y alto riego presente en el equipo.

Finalmente realizar la planificación del mantenimiento lo cual nos permite generar pautas de trabajos y check list a los modos de falla más críticos y evitar demora en mantenciones o errores cometidos durante la intervención de equipos.

Los planes de mantenimiento, son de suma importancia al momento de ser ejecutados, ya que ayudan a los mantenedores, ya sean mecánicos o eléctricos a realizar sus tareas con más agilidad, ganando más tiempo al momento de realizar la mantención.

BIBLIOGRAFÍA

Sitio oficial MASISA Chile https://www.masisa.com/chi/

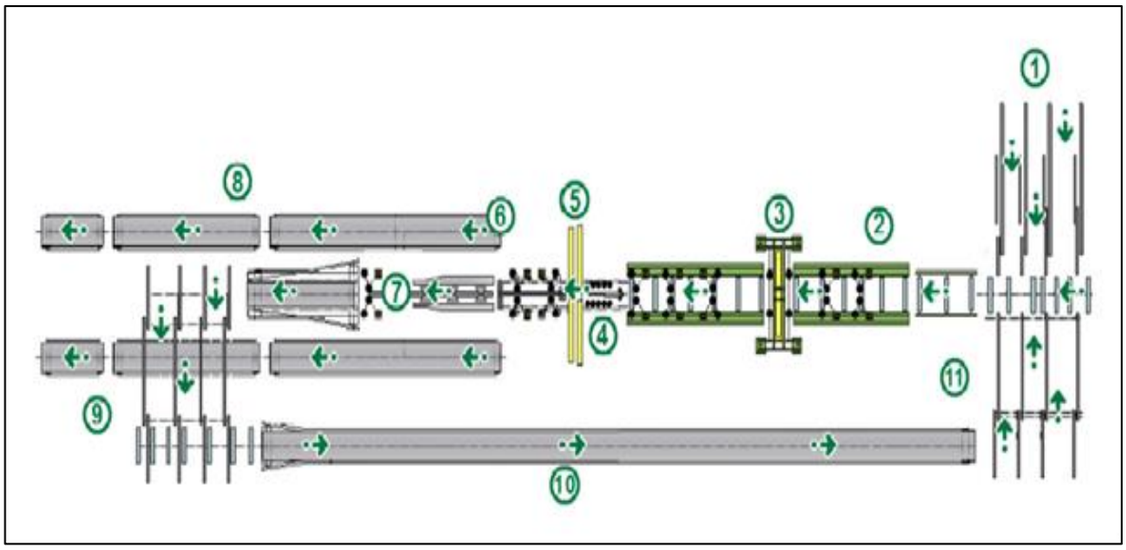
Historia y evolución del mantenimiento http://mntoindustrial.blogspot.com/2012/09/2.html

FMECA, documento e información obtenida ramo gestión del mantenimiento.

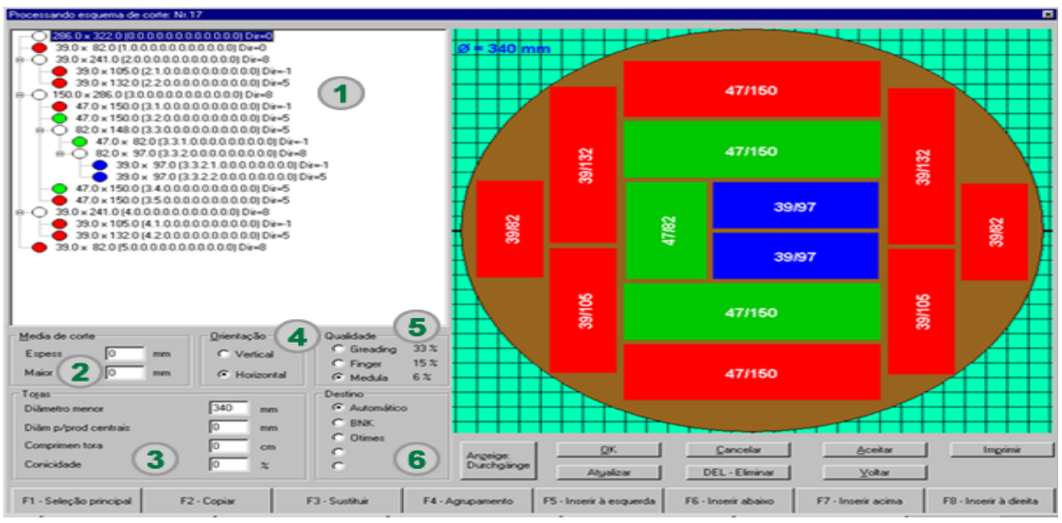
MASISA S.A. Cabrero, línea producción aserradero (información técnica, antecedentes de la empresa y datos operacionales).

ANEXOS

ANEXO 1 DIRECCIÓN DE LOS TROZOS EN LA LÍNEA CUÁDRUPLE



ANEXO 2 PATRÓN DE CORTE EQUIPO CUÁDRUPLE



1.- Estructura de árbol (piezas que conforman el patrón de corte).
2.- Medidas de corte.
3.- Trozos (diámetro del Trozo).
4.- Orientación de corte.
5.- Calidad.
6.- Destino de las piezas.

Tecla.	Función.
F2.	*Copiar los datos de la pieza seleccionada en la estructura del árbol.*
F3.	*Reemplaza la pieza copiada en otro lugar del árbol.*
F4.	*Multiplicar la pieza seleccionada y formar un bloque al lado, sobre ó bajo esta.*
F5.	*Agregar pieza a la izquierda.*
F6.	*Agregar pieza abajo.*
F7.	*Agregar pieza arriba.*
F8.	*Agregar pieza a la derecha.*

ANEXO 3 GLOSARIO TÉCNICO

Cancha acopio y clasificación: Punto de almacenaje cuando la madera llega al aserradero y clasificada según su largo y diámetro.

Descortezador: Equipo que se encarga de extraer la corteza del trozo el cual hace girar los trozos presionándolos contra cuchillas, antes de su ingreso a al proceso.

Scanner medición de trozos: Scanner que determina su diámetro exacto, largo y curvatura.

Sistema alimentación de trozos: Mesa de alimentación compuesta por un transporte de cadena que permite el avance unitario de los trozos al proceso.

Chipper canter: Chipeador canteador el cual realiza los cortes para formar un trozo en una basa cuadrada.

Equipo cuádruple: Equipo principal del proceso en el cual se dimensiona la madera según sus parámetros establecidos.

BNK y BNK ½: Maquina multisierras dimensionado de la madera según parámetros establecidos.

Optimizadoras: Maquina canteadora que elimina cantos muertos.

Clasificación: Clasificado de la madera según sus largos, anchos y espesores.

Empaquetado: Formación de los paquetes de madera dependiendo sus características, mediante una empalilladora para ser enviados a su destino final.