UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE CONCEPCIÓN "REY BALDUINO DE BÉLGICA"

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LÍNEA ENSAMBLADORA EN EMPRESA PANELES ARAUCO

Proyecto de Titulación para optar al Título de Ingeniero de EJECUCIÓN EN MECÁNICA DE PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRAL.

Alumnos:

Santiago Ramírez Márquez.

Ricardo Hernández Sáez.

Profesor guía:

Marcelo Quiroz Neira.

2022

DEDICATORIA

“Dedicado con gran cariño a mis padres y hermano (a) que fueron los pilares fundamentales en mi formación académica, gracias por el apoyo moral y psicológico, en especial a mi sobrino que me da las fuerzas necesarias desde el cielo.”

(Santiago Ramírez Márquez).

“Dedico este logro a mis padres y hermana, personas que se han encargado de ser los pilares fundamentales en mi vida, les agradezco su apoyo incondicional. Mi abuelo y ahijada que desde el cielo me dan fuerzas y motivan en cada logro.”

(Ricardo Hernández Sáez).

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, mi agradecimiento va dirigido a quien nunca me ha dejado solo, a Dios, el que en todo momento ha sido mi compañero, y guía mi andar por el camino correcto, porque sus promesas son fieles y por ayudarme a lograr este objetivo de terminar mi carrera universitaria.

Dedico este gran logro a mi Padre, Santiago Segundo Ramírez Arenas y a mi Madre, Elizabeth Escarlette Márquez Rocha, por ser mi motor principal en este camino universitario, por apoyarme y lo más importante, porque confiaron en mi persona de poder conseguir un título universitario que tanto anhelaba.

A mi hermana, Camila Montserrat Scarlett Ramírez Márquez, por ser un ejemplo a seguir, por su entrega, fuerza y amor hacia a mí.

A mi hermano, Efraín Caleb Ignacio Ramírez Márquez, por esperarme cada fin de semana en casa con un abrazo y sentirme querido.

A mi polola, Karen Alejandra Guzmán Conejero, quien desde el comienzo universitario

me ha brindado apoyo incondicional, amor y paciencia, gracias por todo lo que haces por mí.

A mi familia en general, abuelos, tías, primos (as), amigos, por siempre estar presentes y atentos a que siempre me fuera bien en mi carrera universitaria.

Finalmente, dedico este gran paso dado en mi vida a mi sobrino Francisco Elías Guzmán Ramírez, a quien a pesar de no conocerlo físicamente es quien me da las fuerzas desde el cielo y la motivación de poder terminar este gran camino académico. Sé que algún día nos veremos en un lugar mucho mejor.

Santiago Ramírez Márquez.

El principal agradecimiento se lo debo a mi madre Yessenia Macarena Sáez Sanhueza y a mi padre Héctor Ricardo Hernández Monsalves porque me han brindado su apoyo y amor incondicional, al igual que las herramientas requeridas para mi formación académica y valores para mi vida.

A mi hermana Vanessa Nicole Hernández Sáez, por estar presente durante mi vida universitaria entregando su cariño, apoyo y ayuda en lo que fuese necesario.

Además, agradecer a todas las demás personas como mi familia, amigos y terceros que de alguna u otra forma han sido parte de este proceso.

A mi pareja Catalina Ignacia Molina López, quien siempre ha estado ahí para mi cuando lo he necesitado con su cariño y apoyo emocional tan necesarios en ciertos momentos.

Por último, dedicar este logro a mi abuelo Omar Hernández quien siempre estuvo ahí presente para sacar una sonrisa con sus historias y mi ahijada María Jesús Bastías Varela que, aunque ambos ya no estén presentes en vida, sé que desde el cielo me cuidan y me brindan las energías necesarias para seguir día a día.

Ricardo Hernández Sáez.

RESUMEN

Paneles Arauco, es una empresa con más de veinte años de trayectoria en la localidad de Los Horcones, dedicada a la fabricación de paneles (tableros) contrachapados o terciados a base de madera de pino radiata. Esta industria cuenta con varias etapas en el proceso de producción, en el cual dentro de este mismo se encuentra la unidad de ensamblado. Esta unidad durante los últimos meses ha presentado un sinfín de fallas y problemas en el proceso de producción y en el equipo en general.

El mantenimiento que últimamente se le ha venido realizando a este equipo no es el óptimo, llegando a esperar que ocurran las fallas para intervenir en él. Por esta razón que el objetivo general de este proyecto de título es realizar un análisis del mantenimiento actual de la empresa para así generar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a la etapa de ensamblaje de la empresa Paneles Arauco S.A planta Horcones con la finalidad de encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas en el equipo. Posteriormente hacer un levantamiento de los componentes críticos, fallas comunes, tiempos muertos, costos, entre otros.

Finalmente, se realizará una evaluación técnica y económica de esta propuesta para ver cómo impacta en el proceso este mantenimiento preventivo al imponerlo en la planta, perjudicando de buena forma dentro del proceso evitando así un enorme porcentaje de paradas no programadas e inesperadas en el proceso de trabajo del equipo.

Índice

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I: OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 3
1.1 OBJETIVO GENERAL 4
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA. 5
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 6
2.2 ANTECEDENTES GENERALES 6
2.3 MISIÓN Y VISIÓN 6
2.3.1 Misión 6
2.3.2 Visión 6
2.3.3 Visión área mantención Paneles Arauco 7
2.4 VALORES 7
2.5 PERSONAL 8
2.6 UBICACIÓN GEORGRÁFICA 9
2.7 PROCESO PRODUCTIVO GENERAL 10
2.7.1 Cancha de acopio y macerado 10
2.7.2 Debobinado 10
2.7.3 Secado 11
2.7.4 Parchado 11
2.7.5 Encolado 11
2.7.6 Prensado 11
2.7.7 Reparadoras automáticas y manuales 12
2.7.8 Lijado y Ranurado 12
2.7.9 Bodega y Embalaje 12
2.8 PROCESO LÍNEA ENSAMBLADORA 14
2.8.1 Información general 14
2.8.2 Ensamblado 15
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN 16
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 17
3.2 MOTIVACIÓN 18
3.3 JUSTIFICACIÓN 18
CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO 19
4.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO 20
4.2 MANTENIMIENTO 21
4.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO 22
4.4 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO 23
4.5 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 25
4.6 OBJETIVOS CONCRETOS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL 26
4.7 TIPOS DE MANTENIMIENTO 27

4.7.1 Mantenimiento Correctivo 27
4.7.2 Mantenimiento Restaurativo 27
4.7.3 Mantenimiento Rutinario o de Rutina 28
4.7.4 Mantenimiento Programado 28
4.7.5 Mantenimiento por Avería o Reparación 28
4.7.6 Mantenimiento Predictivo 29
4.7.7 Mantenimiento Proactivo 29
4.7.8 Cero Horas (Overhaul) 30
4.7.9 En Uso 30
4.7.10 Mantenimiento Productivo Total (TPM) 30
4.7.11 RCM 31
4.8 Mantenimiento preventivo 33
4.8.1 Objetivos del Mantenimiento Preventivo 34
4.8.2 Características de un Mantenimiento Preventivo 35
4.8.3 Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo 35
4.8.4 Alcance y Clasificación 36
4.8.5 Clasificación 37
4.8.6 Beneficios del Mantenimiento Preventivo 38
4.9 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 39
4.9.1 Ventajas de implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo 40
4.10 FALLAS 40
4.11 TIPOS DE FALLAS 41
4.12 MODO DE FALLA 41
CAPÍTULO V: ESTADO ACTUAL Y DISEÑO DE SOLUCIÓN 43
5.1 ESTADO ACTUAL DEL EQUIPO 44
5.2 PARTES CRÍTICAS DEL EQUIPO 45
5.2.1 Partes críticas que afectan a la producción 46
5.2.2 Partes críticas que afectan a la calidad del producto 48
5.2.3 Partes críticas que afectan a la seguridad 50
5.3 HISTORIAL DE MANTENIMIENTO 51
5.4 ANÁLISIS DE PARETO PARA LAS FALLAS 54
5.5 ANÁLISIS DE PARETO 80/20 56
5.6 FALLAS COMUNES 57
5.7 CONFIABILIDAD 58
5.8 COSTO MANTENIMIENTO ACTUAL 61
5.9 DETERMINACIÓN DE CRITICIDAD 62
5.10 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD 67
5.11 PAUTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 68
5.12 PLAN DE MANTENIMIENTO 70
5.12.1 Plan de mantenimiento diario 70
5.12.2 Plan de mantenimiento semanal 71

5.12.3 Plan de mantenimiento mensual 72
5.12.4 Programa de mantención ensambladora 73
5.13 ACCIONES PREVENTIVAS 75
5.14 AJUSTES Y MEDICIONES 76
5.14.1 Posiciones de la combinación transportador de alimentación y tipple. 76
5.14.2 Movimientos del tipple 77
5.14.3 Prensadores del tipple 78
5.14.4 Movimientos de la cizalla de defectos 79
5.14.5 Movimientos de la cizalla de hojas 81
5.14.6 Prensadores 82
5.14.7 Cambio de cuchillas (defectos y hojas) 84
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA 91
6.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA 92
6.2 STOCK IDÓNEOS DE REPUESTOS 94
CAPÍTULO VII: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES 96
7.1 CONCLUSIÓN 97
7.2 RECOMENDACIONES 98
7.3 BIBLIOGRAFÍA 99
7.4 REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (LINKOGRAFÍA) 100
ANEXO **101**

Índice de Figuras

Figura 1.- Organigrama jefatura Planta Paneles Arauco Horcones. 8
Figura 2.- Ubicación geográfica vista aérea complejo Paneles Arauco. 9
Figura 3.- Proceso productivo general Planta Paneles S.A. 13
Figura 4.- Línea de juntado. 14
Figura 5.- Objetivos del Mantenimiento. 24
Figura 6.- Mantenimiento Industrial 25
Figura 7.- Etapas del Mantenimiento basado en el RCM. 32
Figura 8.- Transportador de salida de chapas. 46
Figura 9.-Apilador de chapas. 47
Figura 10.-Mesa alimentación de almacenaje de chapas. 47
Figura 11.- Cintas largas de alimentación. 48
Figura 12.- Cizalla de defectos. 49
Figura 13.- Conjunto transmisión cadenas unidad de ensamblado. 49
Figura 14.- Candados de bloqueo línea ensambladora 1. 50
Figura 15.- Pauta de Mantención Diaria Ensambladora N°1. 70
Figura 16.- Pauta de Mantención Semanal Ensambladora N°1. 71
Figura 17.- Pauta de Mantención Mensual Ensambladora N°1. 72
Figura 18.- Programa Mantenimiento Preventivo Ensambladora N°1. 73
Figura 19.- Programa Mecánico Mantenimiento Preventivo. 74
Figura 20.- Programa de lubricación a ensambladora. 74
Figura 21.- Distancia y posición transportador de alimentación. 76
Figura 22.- Posición superior del tipple. 77
Figura 23.- Posición intermedia del tipple. 77
Figura 24.- Posición inferior del tipple. 78
Figura 25.- Distancias entre las cintas del tipple. 78
Figura 26.- Galgas. 79
Figura 27.- Posición superior de la cizalla. 79
Figura 28.- Posición inferior de la cizalla. 80
Figura 29.- Posición superior de la cizalla de hojas. 81
Figura 30.- Ajuste de los bloques de apretador. 82
Figura 31.- Ajuste de los prensadores de alimentación al punto de juntado. 82
Figura 32.- Ajuste de los prensadores en el punto de juntado. 83
Figura 33.- Ajuste del dosificador de cola. 84
Figura 34.- Cambio y ajuste contracuchilla. 85
Figura 35.- Cambio contracuchilla de la cizalla de hojas. 88

Índice de Tablas

Tabla N°1.- Fallas línea ensambladora enero del 2022. 52
Tabla N°2.- Fallas recurrentes mes de enero 2022 línea ensambladora. 54
Tabla N°3.- Tabla para Pareto. 55
Tabla N°4.- Causas a prevenir línea de ensamblaje. 56
Tabla N°5.- Causas – Tiempo detención, mantenimiento y muerto. 59
Tabla N°6.- Costos de recursos mensual enero 2022. 61
Tabla N°7.- Frecuencia de fallas. 64
Tabla N°8.- Impacto en el proceso. 64
Tabla N°9.- Impacto en la seguridad. 64
Tabla N°10.- Costo de mantenimiento. 65
Tabla N°11.- Impacto en el mantenimiento. 65
Tabla N°12.- Matriz de criticidad. 66
Tabla N°13.- Frecuencia de fallas y factores de criticidad. 67
Tabla N°14.- Frecuencia y revisiones al equipo. 75
Tabla N°15.- Costos unitarios de repuestos para el equipo de ensamblaje. 92
Tabla N°16.- Costos de repuestos para el equipo de ensamblaje. 93
Tabla N°17.- Stock idóneos de repuestos. 95

Índice de Gráficos

Gráfico N°1.- Porcentaje de tiempo de detención del equipo. 53
Gráfico N°2.- Diagrama de Pareto “Frecuencias de causas de detención”. 55
Gráfico N°3.- Repuestos de mayor costo/precio. 94

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

- **CM:** Costo de mantenimiento.
- **Co:** Confiabilidad.
- **CP1:** Composer 1.
- **FC:** Factores de criticidad.
- **FF:** Frecuencia de fallas.
- **HH:** Horas hombres.
- **IM:** Impacto en el mantenimiento.
- **IS:** Impacto en la seguridad.
- **IP:** Impacto en el proceso.
- **KPI´S:** Indicadores claves de rendimiento.
- **MP:** Mantenimiento Preventivo.
- **MTBF:** Tiempo medio entre fallas.
- **MRP:** Mantenimiento de restauración programada.
- **MSG:** Maintenance Steering Groups.
- **MTTR:** Tiempo medio de reparación.
- **RCM:** Reability Centred Maintenance.
- **SAP:** "Desarrollo de programas de sistemas de análisis" (Systemanalyse Programmentwicklung).
- **TA:** Terciados Arauco.
- **TPM:** Mantenimiento Productivo Total.

SIMBOLOGÍA

- **°C:** Grados Celsius.
- **mm:** Milímetro

INTRODUCCIÓN

A comienzos del siglo XX, los equipos que se utilizaban en los procesos industriales formaban una gran cadena de producción en el mundo entero.

Debido a que la producción iba en crecimiento a gran paso como así el formato de la línea de producción se había expandido en el trabajo de los equipos y máquinas, dando como conclusión que el rendimiento dependía cada vez más de su eficiente mantenimiento.

La industria automotriz aportada distintas ideas como la competitividad, productividad entre otros, esto hacía que se elevara la importancia de los activos, algo que fue muy decisivo en la evolución del mantenimiento en el mundo.

El que fallara un elemento vital en la cadena de producción significaba una gran e inaceptable demora lo cual podía traer graves faltas como pérdidas significantes en una empresa.

El equipo pasó a ser el elemento clave o vital para la producción de herramientas, armas, equipos y vehículos militares. Dando así comiendo a los primeros planes organizados de mantenimiento preventivo.

Hasta el día de hoy, el mantenimiento juega un rol importante en el ámbito de la ejecución de las tareas y operaciones dentro de una industria.

De un buen mantenimiento depende, no únicamente un funcionamiento eficiente de las instalaciones, sino que también, hace falta llevarlo a cabo con rigor para poder lograr otros fines como son el control del periodo de vida de las instalaciones sin disparar los costos destinados a mantenerlas.

El mantenimiento preventivo, llamado también “mantenimiento planificado” o simplemente “MP” son las actividades de mantenimiento que se realizan de forma planificada y tienen como objetivo mantener los equipos bajo condiciones específicas de operación, alargando los tiempos entre fallas y disminuyendo los tiempos de parada al menor costo posible. [Dixon, 2000].

Su fin primordial es minimizar el peligro de averías en bienes, máquinas y equipos. Por esta razón, la mayor parte de las empresas y organizaciones buscan incrementar la cantidad de mantenimiento preventivo implementado en oposición al mantenimiento correctivo.

La presente memoria tiene por finalidad elaborar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a la unidad de ensamblado en la planta Paneles Arauco, con el objetivo de evitar o mitigar las consecuencias en las fallas del equipo, logrando de prevenir

las incidencias antes de que estas ocurran y así poder mejorar la fiabilidad, seguridad, reducción de incidencias, disminuir costos y mejorar la calidad de producción.

CAPÍTULO I: OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de mantenimiento preventivo a la línea ensambladora de la empresa Paneles Arauco.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1- Realizar una descripción general del proceso productivo de la planta.

2- Analizar partes críticas del equipo que afectan la producción, calidad y seguridad.

3- Realizar análisis de criticidad y establecer indicadores claves de desempeño KPI´S.

4- Proponer una evaluación económica al plan de mantenimiento preventivo propuesto.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Paneles Arauco S.A es una planta que se desempeña en el rubro forestal en Chile, dedicada a la producción y venta de paneles terciados, los cuales son comercializados en territorio nacional como también en el extranjero. Más adelante se presenta una breve descripción de la historia, personal, proceso productivo, entre otros.

2.2 ANTECEDENTES GENERALES

En el año 1995 se creó la filial Paneles Arauco S.A de la empresa Arauco, cuya planta ubicada en el Complejo Horcones, entró en operaciones en el año 1998 para la fabricación y venta de paneles terciados, los cuales son comercializados en territorio nacional como también en el extranjero.

En la actualidad Arauco cuenta con 3 plantas de paneles en Chile, como lo son: Trupán Cholguán, Nueva Aldea (siendo esta una de las más modernas) y en Horcones.

2.3 MISIÓN Y VISIÓN

2.3.1 Misión

Arauco es una empresa global que hace suyos los desafíos de estar presente en el mundo. Creando productos que mejoran la vida. [1]

2.3.2 Visión

Contribuir a mejorar la vida de las personas, desarrollando productos forestales para los desafíos de un mundo sostenible. [2]

[1 – 2] https://www.arauco.cl/chile/

2.3.3 Visión área mantención Paneles Arauco

Asegurar la confiabilidad operativa de planta Terciados Arauco mediante la optimización de los recursos, la calidad del servicio, la seguridad de los procesos y mejorando la calidad de vida de nuestros colaboradores.

2.4 VALORES

- Seguridad (Siempre, lo primero): Ponemos la seguridad de las personas como prioridad en todas nuestras decisiones. Sólo de esta forma, consideramos que un trabajo está bien hecho. Nuestra meta es tener cero accidentes. [3]
- Compromiso (Trabajamos con pasión): Asumimos desafíos y trabajamos con pasión y esfuerzo para cumplirlos. En ARAUCO somos gente esforzada y honesta que cumple con su palabra. [4]
- Excelencia e innovación (Queremos ser mejores): Somos líderes en lo que emprendemos, porque desafiamos nuestras capacidades. Debemos ser exigentes con nuestras metas, eficientes e innovadores en la forma de conseguirlas. [5]
- Trabajo en equipo (Juntos somos más): Respetamos a las personas, valoramos el aporte de cada uno y sabemos que al trabajar en equipo avanzamos más rápido y llegamos más alto. Reconocemos nuestras limitaciones y pedimos ayuda. [6]
- Buen ciudadano (Respetamos el entorno y creamos valor): Actuamos con una mirada de largo plazo. Nuestro trabajo aporta al bienestar social, respeta a nuestros vecinos y al medioambiente. [7]

[3 – 4- 5 – 6 - 7] https://www.arauco.cl/chile/

2.5 PERSONAL

Paneles Arauco S.A en el complejo Horcones entrega una estabilidad laboral aproximadamente a unas 1.000 personas en general incluyendo a empresas contratistas y estudiantes que estén realizando práctica profesional y/o memoria.

Esta empresa académicamente entrega beneficios de estudios para sus trabajadores y cursos de capacitación técnica en el rubro que pertenecen. Realiza también diversas actividades extralaborales como campeonatos deportivos, charlas de seguridad a la comunidad, entre otros.

A continuación, se presenta el organigrama de jefatura de la Planta Paneles.

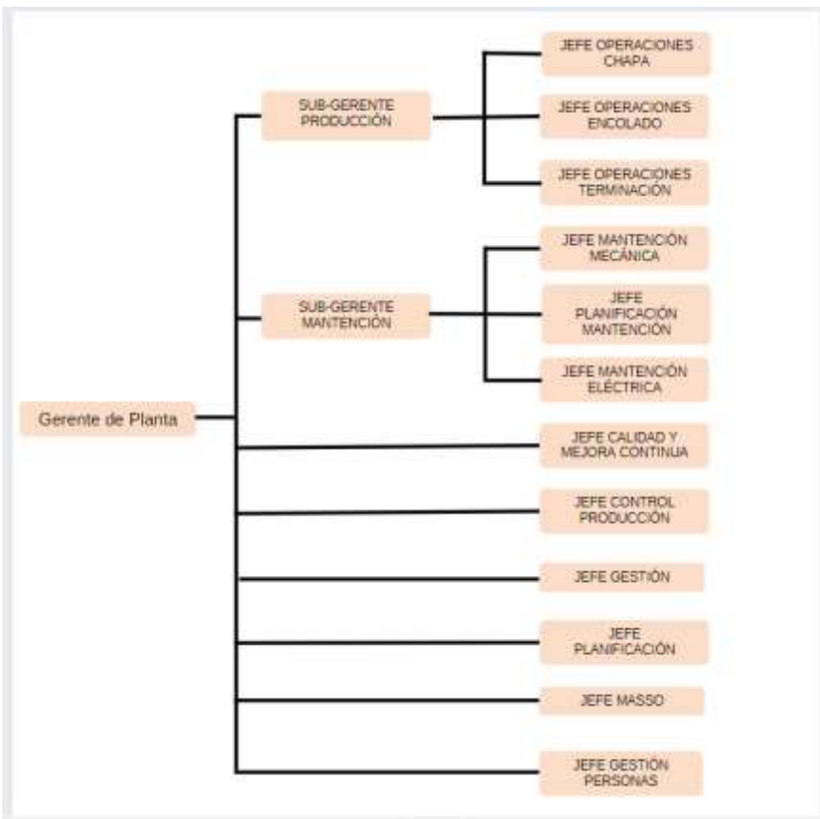


Figura 1.- Organigrama jefatura Planta Paneles Arauco Horcones.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

2.6 UBICACIÓN GEORGRÁFICA

La planta Paneles Arauco S.A se ubica geográficamente en la octava región de Chile, específicamente en la localidad de Los Horcones. Esta planta se encuentra dentro del mismo complejo que otras empresas pertenecientes al Holding Arauco, como lo son Celulosa Arauco y Bosques Arauco (Horcones I, Horcones II y Manufactura).

Figura 2.- Ubicación geográfica vista aérea complejo Paneles Arauco.

(Fuente: Google Maps).

2.7 PROCESO PRODUCTIVO GENERAL

El panel contrachapado es un tablero construido por chapas de madera, además denominadas láminas, unidas con adherente fenólico, por medio de un sistema de prensado en caliente. La finalidad es poder producir un panel estable con características físico – mecánicas excelentes y con variedad de calidades y apariencias.

El panel se crea con un número impar de chapas, con las fibras de las chapas adyacentes en forma perpendicular. Las láminas externas, y cada una de las láminas impares, tiene la dirección de la fibra dirigida en forma paralela a lo largo del panel. Las láminas con la dirección del grano igualan la tensión, disminuyen las quebraduras y minimizan cambios dimensionales y torsiones del panel.

Si bien, cada una de las chapas de un tablero tienen las mismas magnitudes, para poder distinguirlas se llaman como “Chapas Largas” cada una de las chapas que poseen el sentido de la fibra paralela a lo largo del panel, y como “chapas cortas” las que poseen el sentido de la fibra perpendicular al de las chapas largas. La primera y última chapa del tablero son llamadas como “Cara” y “Trascara” del panel. Estas delimitan en enorme medida la calidad del tablero que se fabricará. [Ver ANEXO A: PROCESO DE PRODUCCIÓN GENERAL DE LA PLANTA PANELES ARAUCO].

2.7.1 Cancha de acopio y macerado

El proceso comienza en una cancha de almacenamiento de rollizos descortezados donde un sistema de riego continuo mantiene la madera húmeda y evita su degradación. Desde aquí los rollizos son llevados a túneles de macerado donde durante 18 horas son expuestos a un proceso de calentamiento con agua a 85°C mejorando la plasticidad de la madera.

2.7.2 Debobinado

Una vez realizado el macerado, los rollizos ingresan a la línea de debobinado donde el trozo se desenrolla en un banco de madera. Un sistema de cámaras y de corte permite visualizar defectos del mando, formatear en chapas de distintos tamaños y clasificar según contenido de humedad.

2.7.3 Secado

El siguiente paso es el secado que elimina el exceso de agua de la madera para darle a las chapas una humedad homogénea. El secador cuenta con un sistema de rodillos para el transporte de chapas y cajas de chorros para la distribución del aire caliente logrando un secado homogéneo, al salir del secador, las chapas se clasifican según su apariencia y se dejan reposar durante al menos 24 horas para que disipen temperatura y humedad. De acuerdo con la clasificación, algunas chapas van directamente a la construcción del tablero y otras al proceso de ensamblado o parchado.

2.7.4 Parchado

Por otro lado, las chapas que a la salida del secador tienen algunos defectos superficiales se llevan a la línea de parchado para mejorar su calidad y ser usadas como cara del tablero. El defecto es reemplazado por un parche bote. En la planta de Horcones, este proceso es realizado por máquinas que escanean el defecto, lo remueven parchan de forma automática.

2.7.5 Encolado

Una vez recuperadas y mejoradas la mayor cantidad de chapas posibles, estas entran al proceso de encolado.

En las plantas de terciados de Arauco se cuentan con dos tipos de encolado: Manual y automático.

En el encolado manual es necesario ordenar o armar previamente las chapas largas del tablero según la calidad y espesor requerido. Las chapas cortas pasan por la encoladora donde se les aplica la resina necesaria para consolidar los tableros, a la salida de la encoladora se arman los tableros según su configuración final.}

En el encolado automático se cargan pilas de chapas largas y cortas a la entrada de la encoladora y se carga una receta de armado. La encoladora aplica la resina sobre cada chapa y finalmente se agregan a la cara del tablero.

2.7.6 Prensado

Para la consolidación final, el tablero pasa por un pre-prensado en frío donde el adhesivo y la chapa quedan totalmente unidos en un tablero firme y listo para ser enviado al área de

prensas donde se realiza el fraguado del adhesivo mediante presión indicador para lograr alta resistencia, excelente adherencia y calidad para variados usos. Los tableros prensados son evacuados, conectados, apilados y posteriormente derivados a las canchas de acopio para su debido reposo o en caso de ser necesario a las reparadoras automáticas o manuales.

2.7.7 Reparadoras automáticas y manuales

La reparación automática busca aumentar la calidad superficial de los tableros, corrigiendo los defectos propios de la madera con pasta de tape látex o poliuretano líquido de tonalidad similar a la madera. El proceso se realiza después de un escáner de cada tablero donde se detecta, largo, ancho, profundidad y color de todos los defectos encontrados, los que son reparados por sistemas robóticos. De quedar algún defecto, los tableros pasan a la reparación manual para que queden en perfectas condiciones, los tableros reparados son llevados a la línea de escuadrado donde se les da su formato final.

2.7.8 Lijado y Ranurado

Por último, está la etapa del lijado que busca un buen acabado superficial entregan la apariencia final a cada tablero, los que posteriormente son clasificados por calidad, buscando asegurar el cumplimiento de las necesidades de los clientes y las normas internacionales de calidad. Para entregar valor agregado a los tableros lijados está la línea de ranurado, donde se realizan distintos perfiles de ranura.

2.7.9 Bodega y Embalaje

Los productos se embalan y van a la bodega de productos terminados donde quedan listos para llevar a AraucoPly a nuestros clientes de Chile y el mundo.

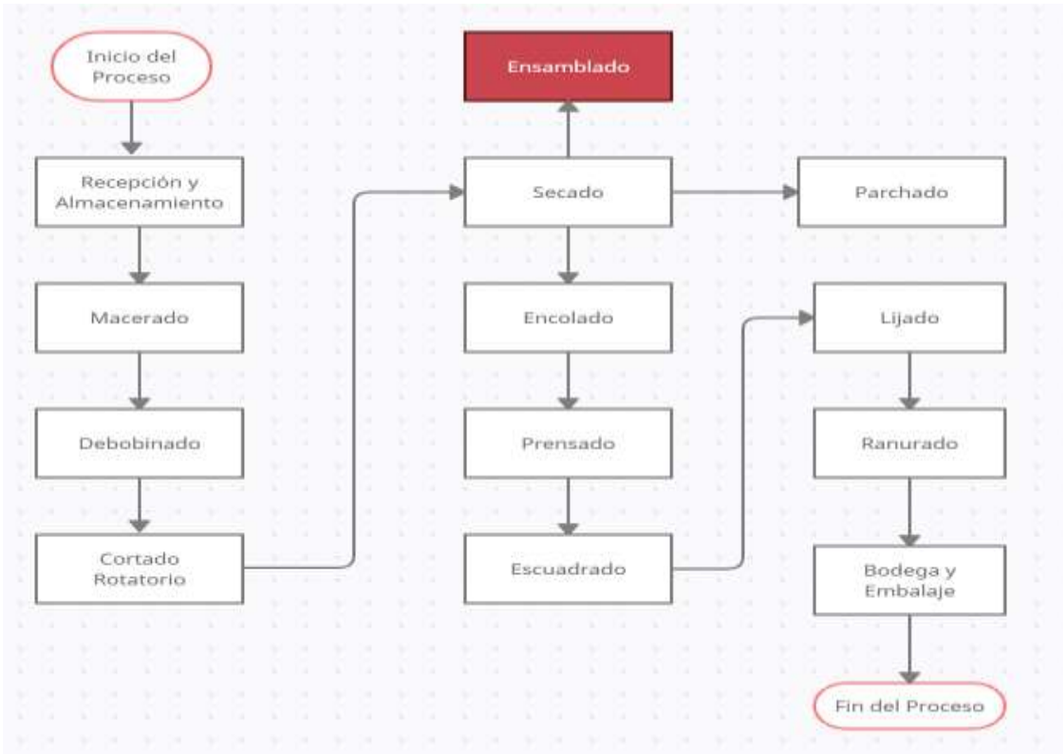


Figura 3.- Proceso productivo general Planta Paneles S.A.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

2.8 PROCESO LÍNEA ENSAMBLADORA

2.8.1 Información general

La línea ha sido diseñada para el recorte de defectos y el juntado de chapas torneadas y secadas. La longitud nominal de chapa a alimentar puede ser de 1270 mm, 1920 mm o de 2540 mm. El ancho de tiras puede oscilar entre 200 mm y 1300 mm. En la línea pueden manipularse chapas cuyo espesor es de 1.5 mm a 4.5 mm.

Los bordes de las chapas alimentadas se cortan haciéndolos de forma recta, y se eliminan las zonas con defectos. Después de la cizalla de defectos se juntan los trozos de chapa sin defectos mediante puntos de cola e hilos adhesivos de modo que luego formen un paño continuo. Después del juntado se cortan del paño hojas de chapas según el ancho establecido. Luego se apilan las hojas automáticamente a la plataforma de levante.

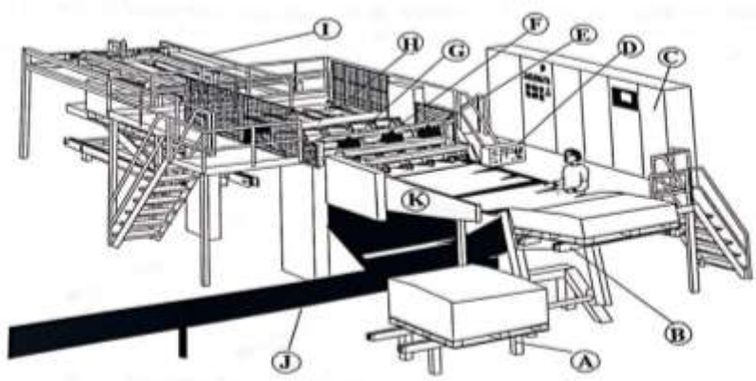


Imagen general de la línea

A.	Transportador de alimentación de pilas
B.	Horquilla de levante
C.	Centro eléctrico
D.	Panel de control
E.	Sistema de detección de defectos
F.	Recorte de defectos
G.	Juntado
H.	Cizalla de hojas
I.	Apiladora
J.	Transportador de residuos
K.	Tope de borde

Figura 4.- Línea de juntado.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensamblaje Paneles Arauco S.A.).

2.8.2 Ensamblado

Después de pasar por procesos anteriores, se llega al punto del ensamblado. En este proceso se intenta recuperar parte del material destinado como desecho, para luego aprovecharlo en la producción de chapa corta, de manera tal de optimizar la producción de m2 de chapas de madera. Este tipo de chapa es primordial en el proceso de fabricación, pues son las que dan firmeza al contrachapado, al disponerse en sentido perpendicular a lo largo de los tableros de contrachapado. Las chapas que van al ensamblado son aquellas con defectos dimensionales. En la línea de ensamblado son recuperados como chapa corta, es decir chapa cuya fibra se encuentra en el sentido contrario al lado de la chapa. Los trozos de madera se unen con cola y los termofundentes, para así formar un paño continuo que luego se corta para generar una chapa corta de 4x8 pies.

Esta etapa tiene como objetivo recuperar y producir chapa corta de calidad C y chapa larga de calidad D pero en menor cantidad. Ambas chapas se utilizan en el interior del tablero.

La materia prima utilizada es la chapa que proviene del proceso del debobinado (randoms), secado (randoms y composer) y clasificación (composer). La chapa seca debe tener al menos 24 horas de reposo. En ocasiones se recupera el rechazo de encolado logrando con esto mejorar el rendimiento volumétrico de la planta. Las chapas alimentadas tienen la característica de poseer defectos tal como nudos muertos, nudos vivos, rajaduras y restos de corteza, los cuales serán detectados por una cámara en conjunto a una barra foto emisora que tiene por objetivo eliminar el defecto para poder recuperar pequeños trozos, de ancho mínimo 150 mm que finalmente serán unidos con hilos termofundentes, 10 hilos a lo largo de la chapa además de 5 puntos de cola, obteniéndose un paño continuo de 8x8 pies para el posterior corte con el objetivo de fabricar chapa corta de 4x8 pies.

CAPITULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El área de mantención de la empresa Paneles Arauco ha predeterminado una rutina de mantenimiento preventivo creado por una serie de tareas destinadas a conservar las condiciones de los equipos de la planta y prevenir las mayores fallas evitando así que se conviertan en fallas totales de las cuales estas puedan ocasionar un riesgo inminente en la seguridad de los trabajadores, las instalaciones, medio ambiental y de la imagen de la empresa en general.

La confección de un plan de mantenimiento se hace por la necesidad que existe en la actualidad en la empresa de disponer de herramientas que predigan la existencia de una falla en un definido instante antes de que esta ocurra. En primera instancia, porque el actual plan de mantenimiento no se lleva a cabo como corresponde por personal mecánico que muchas veces se guían por inspecciones visuales y reparaciones a la falla que van surgiendo a medida que transcurre el tiempo, generando así actividades repetitivas que se traducen en una baja eficiencia de la administración interna del área de mantención y de disponibilidad, fiabilidad y la estabilidad de las instalaciones.

Es por todo esto que, a continuación se propone un plan de mantenimiento preventivo para un equipo en específico (Ensambladora) de la planta Paneles Arauco que cumple una función primordial en el proceso productivo de la empresa, así este mantenimiento a proponer haría que la máquina tuviera una mayor disponibilidad, confiabilidad y seguridad del proceso.

3.2 MOTIVACIÓN

La razón principal que nos inclinó a elegir este tema para nuestro proyecto de título es debido a nuestra realización de práctica profesional en la empresa Paneles Arauco S.A, área de mantención. De la cual, pudimos rescatar detalles más específicos de la importancia de realizarle un mantenimiento ya sea correctivo, predictivo o preventivo a un equipo, máquina y/o instalaciones.

Como se explica anteriormente, la línea ensambladora tiene un rol clave en el proceso de producción dentro de la planta, pero sin embargo, ha estado detenida por fallos no esperados reiteradas veces. Es por esto que con un plan de mantenimiento se busca mejorar la disponibilidad del equipo y así evitar tiempos de demora, costos de producción y reparaciones a la falla, y así a la vez adquirir experiencia necesaria para nuestro conocimiento personal que nos ayudará en las distintas problemáticas industriales que nos veremos enfrentados en nuestro futuro laboral, de la cual debemos solucionarlos de la mejor manera, colocando en práctica nuestros conocimientos de ingenieros.

3.3 JUSTIFICACIÓN

El mantenimiento preventivo es uno de los mantenimientos más solicitados y ejecutados por parte de las empresas en Chile, si bien no se alcanza a ejecutar a una perfección ideal dada las condiciones de los equipos en muchas plantas industriales.

Para poder fundamentar nuestra elección de elaborar un plan de mantenimiento preventivo confeccionamos una tabla comparativa, en las cuales se pueden visualizar cuatro tipos de mantenimientos, con distintos ítems de los cuales van clasificados por valor numeral, donde en conclusión que un mantenimiento preventivo tiene mayor alcance y parámetros de los cuales puede ser utilizado. (Ver ANEXO B: TABLA FUNDAMENTOS PARA LA EVALUACIÓN).

CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO

4.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

En las últimas dos décadas se ha sido testigo de muchos cambios en el ámbito industrial, como por ejemplo en el mantenimiento el cual paso de ser un gasto indeseado para verse como una inversión en la productividad de la empresa, por ende, con el pasar de los años el mercado va exigiendo cada vez más una mayor calidad por el menor costo posible.

Llevando el mantenimiento a la historia a fines del siglo XIX en los comienzos de la Revolución Industrial las personas encargadas de realizar las reparaciones de sus equipos eran los mismos operarios ya que éstas eran de simple manipulación, pero con el pasar del tiempo los equipos se fueron haciendo más complejos aumentando considerablemente el tiempo de reparación por este motivo se fueron conformando los primeros departamentos de mantenimiento que en ese tiempo se enfocaba básicamente en lo correctivo buscando solucionar los problemas presentados en los equipos de forma rápida.

Con el comienzo de la Primera Guerra Mundial y en el transcurso de la Segunda fue tomando importancia el concepto de fiabilidad por lo cual los departamentos de mantenimiento que ya estaban creados comenzaron a buscar una forma más eficiente de mantener los equipos en funcionamiento buscando no solo solucionar las fallas si no que comenzar a prevenirlas con la finalidad de actuar antes de que se produzcan.

Debido a la nueva necesidad presentada se busca crear una nueva modalidad de trabajo cuya función parte por analizar las tareas que deben realizarse para anticipar las fallas, de esta manera se proyecta no solo optimizar los costos de mantenimiento si no que de igual manera aumentar la producción evitando tiempos muertos y los gastos que conllevan las reparaciones de estas averías. Es ahí donde nacen los diferentes tipos de mantenimiento ya más conocidos en la actualidad como lo son el preventivo, proactivo, predictivo y el mantenimiento basado en Fiabilidad (RCM), Etc.

4.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento es conocido como el procedimiento que se debe llevar a cabo a un bien determinado para que el pasar del tiempo o el cambio de circunstancias imprevistas no lo afecten. Existen muchos campos en donde este término puede ser aplicado ya sea en bienes físicos como virtuales como lo pueden ser un departamento, un automóvil, un conjunto de programas o softwares hasta una empresa industrial, etc. En el mantenimiento siempre se busca que este sea realizado por un especialista en la materia para obtener siempre los mejores resultados.

El mantenimiento es importante especialmente en el área de la producción de bienes y servicios. Todos los equipos que necesiten ser revisados en un proceso de producción económico serán sometidos a pruebas regularmente para llegar a una conclusión sobre su debido mantenimiento. Como por ejemplo las cintas transportadoras en una fábrica y de la que depende la producción, contará con personal calificado para asegurar su funcionamiento optimo diario, proporcionándole el mantenimiento necesario para que este funcione de la mejor manera evitando perdidas en la producción.

Podemos decir en breves palabras que el mantenimiento es un conjunto de actividades dedicadas a revertir el desgaste de un bien determinado causado por su debido uso.

Los más conocidos son el mantenimiento preventivo que básicamente trata de prevenir los problemas y deficiencias que se pueden presentar a futuro, y por otro lado el mantenimiento correctivo que es cuando se realizan netamente trabajos que conllevan una reparación de problemas inesperados que se producen durante el uso o funcionamiento del bien determinado.

4.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

Como sabemos las fallas en los equipos pueden suceder de manera inesperada, un equipo defectuoso es impredecible y una pequeña falla puede desencadenar una serie de problemas cada vez más graves hasta el hecho de producir un accidente. Esta es una de las principales razones por la cual debemos implementar una estrategia de mantenimiento, el buen desempeño de la empresa dependerá de que tan bueno es el mantenimiento que se realiza a los elementos presentes es importante mantener una visión a futuro, planificar el mantenimiento para cubrir todas las áreas presentes ya sea a mediano o a largo plazo.

Es importante llevar una buena estrategia de mantenimiento ya que esto nos permitirá:

- Reducir el costo total del mantenimiento.
- Aumentar la vida útil de los equipos y componentes.
- Prevenir posibles accidentes laborales.
- Disminuir la perdida de producción debido a tiempos muertos.
- Aumentar la confiabilidad general de la empresa.
- Reducir los costos de mantenimiento.

En la presente, se cita a nuestro jefe de carrera Marcelo Quiroz, quien como docente del Departamento de Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María da su punto de visto relacionado a los beneficios de realizar a tiempo mantenciones a los equipos.

“La mantención permite conservar o restablecer un sistema a un estado que permita garantizar su funcionamiento a un costo mínimo, lo que se traduce en prevenir o corregir fallas, cuantificar y evaluar el estado de los equipos e instalaciones, permitiendo con ello aumentar la disponibilidad de los equipos, reducir costos y por ende mejorar la confiabilidad mecánica” [8]

[8] https://noticias.usm.cl/2020/05/08/la-importancia-del-mantenimiento-industrial-en-tiempos-de-pandemia/

4.4 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El principal objetivo del mantenimiento es garantizar que los equipos necesarios para una óptima producción funcionen eficientemente en todo momento. El mantenimiento busca detectar y corregir los problemas antes de que se conviertan en perdida de producción por tiempos muertos debidos a fallas de los equipos, por ende, se necesita implementar un buen programa de mantenimiento siempre enfocándose en la mejora continua, además busca la participación y compromiso de toda persona involucrada en el proceso.

Los objetivos del mantenimiento pueden diferir dependiendo del tipo de industria ya que estas pueden establecer objetivos a corto, mediano o largo plazo para de esta manera ir aumentando exponencialmente la confiabilidad de la empresa.

Objetivos de una buena gestión de mantenimiento:

- Tener una alta disponibilidad de los equipos.
- Optimizar la vida útil tanto de los equipos como de sus componentes.
- Reducir al máximo el mantenimiento correctivo.
- Reparar fallas en el menor tiempo posible por un bajo costo.
- Buscar siempre la mejora continua.
- Cumplir con las normas medio ambientales.

Figura 5.- Objetivos del Mantenimiento.

(Fuente: Elaboración propia de Ricardo Hernández).

4.5 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento industrial es el conjunto de acciones para la conservación de la maquinaria y equipo, su objetivo es mantenerlo en buen estado, restaurando o recuperando su aspecto para poder realizar la función requerida con el fin de maximizar su disponibilidad. El departamento de mantenimiento es un sector primordial para toda empresa, ya que se encarga de proporcionar de manera eficiente estos servicios para así alcanzar un alto grado de productividad, eficiencia y calidad. En conclusión general se puede entender el mantenimiento industrial como el ente encargado de inspeccionar y acrecentar constantemente las distintas operaciones de producción.

Figura 6.- Mantenimiento Industrial

(Fuente: https://predictiva21.com/mantenimiento-industrial/).

4.6 OBJETIVOS CONCRETOS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

En la actualidad y mientras transcurren los años, toda empresa a fin de todo quiere la máxima ganancia sea constante en el tiempo.

La ganancia en una empresa se define como la diferencia entre las ventas y los gastos fijos o variables para producir un producto o servicio. Todo lo que se produce, pero no se vende no genera ganancias, sino un gasto.

El mantenimiento debe asegurar la máxima producción de los productos, que el mercado solicite en el tiempo establecido. Sin embargo, mantener las máquinas solo para asegurar la producción deja por fuera aspectos importantes como lo son el medio ambiente, el ahorro de energía, la seguridad y la calidad.

Podemos distinguir 6 objetivos concretos:

1 Costos mínimos:

- Asegurar la máxima productividad de la nómina de mantenimiento.
- Reducir al mínimo el mantenimiento correctivo.
- Minimizar el stock inactivo en bodega.
- Extender la vida útil y productiva de las máquinas.

2 Ahorro energético:

- Controlar el rendimiento energético de las máquinas.
- Evitar y controlar fugas de vapor, aire presurizado y además formas de energía.

3 Máxima producción:

- Asegurar la máxima disponibilidad de las máquinas.
- Reparar fallas en el menor tiempo posible con el menor costo.

4 Calidad:

- Eliminar desperfectos de los equipos que afectan la calidad de los productos.
- Asegurar que los equipos que controlan la calidad del producto funcionen perfectamente.

5 Higiene y Seguridad laboral:

- Mantener las protecciones de seguridad de los equipos.
- Capacitar al personal en la prevención de accidentes.

6 Cuidado del Medio Ambiente:

- Controlar fugas y derrames de materiales peligrosos al momento de realizar trabajos.
- Evitar fugas de agua y desperdicios de energía eléctrica.

4.7 TIPOS DE MANTENIMIENTO

En todo sistema beneficioso se muestran diferentes maneras de fallas, por lo que todas ellas se deberían comprender, según sea la necesidad, al igual que la enorme diferencia, entre los grupos, así sea por su funcionalidad, localización, el entorno operacional y desempeño, esto nos lleva a ejecutar diferentes tipos de mantenimiento a cada uno de los equipos y/o máquinas.

4.7.1 Mantenimiento Correctivo

Consiste en la reparación de las averías o fallas funcionales a medida que se van produciendo. Presenta como característica que se necesita poco planeamiento pero en muchas ocasiones genera un gran impacto en la producción, deteniéndola y generando grandes pérdidas en cantidad y calidad. Por lo general, se debe proceder en forma acelerada lo que aumenta el riesgo de accidentes. [9]

4.7.2 Mantenimiento Restaurativo

Como consecuencia de las rutinas de mantenimiento Pro-activas, puede detectarse que ciertos parámetros están fuera del estado óptimo de funcionamiento, aún sin haberse producido todavía la falla funcional. También se le conoce como mantenimiento de restauración programada (MRP). [10]

[9] Manual de mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

[10] Manual de mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

4.7.3 Mantenimiento Rutinario o de Rutina

Este mantenimiento se puede entender como las actividades básicas como por ejemplo; lubricación, balanceo, limpieza, calibración en los cuales los operarios, técnicos y personal realizan para que los activos de una industria se ejecuten de manera correcta. Este mantenimiento se ejecuta ya sea temporalmente (días, semanas o meses), o también puede ser ejecutada en la continuidad del uso de los equipos y/o máquinas (tiempo de uso, números de ciclos).

4.7.4 Mantenimiento Programado

Se refiere a decidir cuándo se completarán las tareas de mantenimiento y quién las completará. [11] Este mantenimiento no requiere un trabajo complicado ni una previsión del comportamiento del equipo. Una labor entra en esta clase una vez que se identifica un dilema, se asigna un personal técnico y una fecha para su finalización.

4.7.5 Mantenimiento por Avería o Reparación

Este tipo de mantenimiento se ejecuta cuando se ha de presentar una falla, por lo que la atención debe ser rápida por personal técnico de aquellos equipos o máquinas averiadas.

Este mantenimiento es destinado a las máquinas y equipos en general del sistema de producción que presenten alguna falla imprevista.

[11] www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientoprogramado

4.7.6 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento Predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. Este tipo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación en todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

La información más importante que arroja este tipo de seguimiento de los equipos es la tendencia de los valores, ya que es la que permitirá calcular o prever con cierto margen de error cuando el equipo fallará, por ese motivo se denominan técnicas predictivas.

Las técnicas predictivas en instalaciones industriales son los análisis de vibraciones, termografía, inspecciones boroscópicas, análisis de aceites, análisis de ultrasonidos, análisis de humos de combustión.

4.7.7 Mantenimiento Proactivo

Las acciones proactivas de mantenimiento se basan en la identificación y en la corrección de las causas que originan los fallos en los equipos y para eso es indispensable técnicas del mantenimiento predictivo como por ejemplo el análisis de vibraciones, termografía o el análisis de lubricantes.

El mantenimiento Proactivo se fundamenta en el mantenimiento predictivo, pero ya que el mantenimiento predictivo solo nos determina cuando una pieza va a dañarse y no la causa para solucionarla, el del mantenimiento proactivo se encarga de estudiar las causas posibles que generan estas fallas dependiendo de la situación.

Este tipo de mantenimiento trae ventaja en los tipos de mantenimiento, ya que este permite prolongar la vida útil de las maquinarias, así como también soluciona la causa de los problemas y no solamente la falla como en el caso del mantenimiento correctivo que solo se basa en “se dañó, se repara”. Este mantenimiento tiene como objetivo solucionar la causa de los problemas, así como también incrementar la producción de la empresa mediante este tipo de mantenimiento. Por otro lado, encontraremos desventajas como la índole económica, puesto que el costo de los equipos que se utilizan para realizar el mantenimiento es elevado, como también lo es la capacitación del personal, ya que debe ser un personal que tenga un grado índice de experiencia.

4.7.8 Cero Horas (Overhaul)

El mantenimiento cero horas se compone de todas las tareas que se llevan a cabo para la revisión de los equipos en intervalos programados de tiempo antes de que se haya producido algún fallo. Su parada es generalizada, y las tareas se centran en poner a punto todas las máquinas, los equipos y los dispositivos de la instalación. Su objetivo no tiene otro fin que dejar el o los equipos como si tuvieran cero horas de funcionamiento.

4.7.9 En Uso

Hablamos de los servicios de tareas de mantenimiento que hacen los trabajadores de la planta. Este tipo de mantenimiento cumple tareas como inspecciones visuales, recoger datos, actividades de limpieza, lubricación, entre otros, los cuales estas tareas o actividades no requieren de tener una experiencia de nivel alto por parte del personal de mantención. El mantenimiento es uso es la base de la además llamada TPM, también dicho como Mantenimiento Productivo Total.

4.7.10 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Es un método para lograr la máxima eficiencia de equipos a través de la participación total del empleado. Al realizarse de manera correcta, TPM involucra a todos los empleados (gerencia, operadores, ingenieros y personal de mantenimiento).

TPM no es solo la responsabilidad de mantenimiento o un programa de mantenimiento, TPM requiere arduo trabajo en equipo entre todos los asociados. Hay muchas razones del por qué este mantenimiento es tan importante para cualquier organización realmente enfocada en la mejora continua. Primero, en su núcleo, TPM se trata del aumento de eficiencia de la operación asegurándose que su equipo esté seguro, disponible y funcione correctamente cuando se necesite.

El TPM tiene cinco grandes pérdidas:

1. Averías o fallas del equipo: Estos tiempos son cuando el equipo se descompone y no está disponible cuando se necesita.

2. Preparación y ajuste de máquinas: Ocurre cuando se trabaja para preparar el equipo para ejecutar otro tipo de producto.

3. Pérdidas por disponibilidad (detenciones menores y velocidad reducida): Estas pérdidas pasan cuando el equipo se detiene de vez en cuando o cuando tenemos que detener el equipo con el fin de producir buenas piezas. Estos dos tipos de pérdidas forman lo que llamamos pérdidas de rendimiento.

4. Pérdidas de defecto y repetición de trabajos: Estas pérdidas pasan cuando las máquinas producen piezas malas, estas son devastadoras ya que el tiempo que la máquina gasta produciendo las piezas malas es tiempo perdido y es probable que la máquina tendrá que perder tiempo adicional rehaciendo la pieza o produciendo una pieza completa. Estas pérdidas están relacionadas principalmente con la calidad.

5. Pérdidas de puesta en marcha: Ocurren cuando las piezas están siendo ajustadas y perfeccionadas a medida que comienza la producción.

4.7.11 RCM

El Mantenimiento RCM es una metodología que optimiza el funcionamiento de los activos, de hecho, cuando estos fallan solo se interrumpe la capacidad de generar riqueza sino que también se ve amenazada nuestra propia seguridad.

En el año 1967 la autoridad aeronáutica norteamericana y la industria de aviación comercial formaron un grupo de dirección de mantenimiento llamado MSG (Maintenance Steering Groups) destinado a la formulación de planes de mantenimiento en la aeronave Boeing 747, ese grupo determinó que las reparaciones mayores en muchos casos no tenían efecto en la confiabilidad o seguridad de las aeronaves, altos costos de mantención por muy pocos beneficios, muchos modos de falla no respondían a la filosofía de mantenciones mayores por lo cual no se podía estimar el tiempo correcto de reparación.

¿En qué consiste el RCM?

Consiste en determinar en qué se debe realizar para que el activo continúe cumpliendo con sus funciones específicas, determinar requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico o su contexto operacional, desarrollar estrategias de mantenimiento, mitigar las consecuencias de la falla.

Etapas del RCM

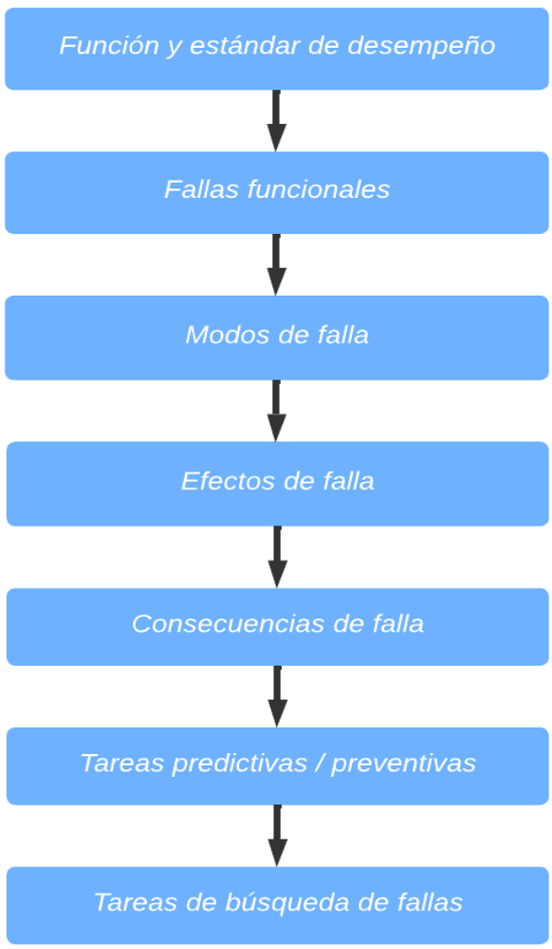


Figura 7.- Etapas del Mantenimiento basado en el RCM.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

4.8 Mantenimiento preventivo

Se define como mantenimiento preventivo a la acción de revisar de manera sistemática y bajo ciertos criterios a los equipos o aparatos de cualquier tipo (eléctricos, mecánicos, informáticos, etc) para evitar averías ocasionadas por uso, desgaste o paso del tiempo. [12]

Se realiza a intervalos de tiempo, horas, ciclos, etc. Regulares bien definidos y sin importar el estado del ítem a mantener. Normalmente se realizan con el equipo o instalación fuera de servicio y consiste en el reemplazo o restauración cíclica de componentes. [13]

De acuerdo con la cita señalada anteriormente, se puede decir que el mantenimiento preventivo se cataloga como una revisión de los aparatos para su buen funcionamiento, y así evitar los fallos de los equipos/máquinas previniendo las incidencias antes de que estas ocurran.

[12] https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/

[13] Manual de mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

4.8.1 Objetivos del Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo consiste en una serie de acciones cuyo objetivo es evitar los fallos en equipos antes de que estos ocurran, alargando así su vida útil y previniendo la suspensión de su actividad debido a un desperfecto. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento por la oposición al mantenimiento correctivo que repara aquellos que ya dejaron de funcionar.

El Mantenimiento Preventivo según indica Pistarelli, A. (2010) tiene por objetivo:

a) Aumentar la disponibilidad de los activos industriales a través de la disminución de las detenciones no programadas.

b) Minimizar las averías imprevistas de los equipos.

c) Mejorar el aprovechamiento de mano de obra por medio de la programación de tareas.

d) Mejorar la calidad de productos y servicios.

e) Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.

f) Minimizar los gastos debido a reparaciones de emergencia.

g) Disminuir el impacto ambiental por medio de una mejor planificación de tareas.

4.8.2 Características de un Mantenimiento Preventivo

Es fundamental señalar que la característica principal de MP no es componer, sino, más bien eludir una avería próxima. Lo usual es que esta acción se ajuste a las máquinas según sus necesidades que pueden variar en función del modelo.

Al respecto las principales características son:

1. Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovechan las horas ociosas de la planta.

2. Se rige con una fecha programada, con un tiempo de comienzo y de fin preestablecido y aprobado por administración de la empresa.
3. Cuenta con un presupuesto aprobado por la administración.

4.8.3 Ventajas y Desventajas del Mantenimiento Preventivo

Cada mantenimiento pensado en realizarle a un equipo consta de ventajas e inconvenientes y es por ello por lo que antes de ejecutarlo se deben analizar minuciosamente los pro y contras del mantenimiento a ejecutar, es por ello que a continuación se presentan las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas: [14]

- Importante reducción de paradas imprevistas de los equipos.
- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

Desventajas: [15]

- No se aprovecha la vida útil completa de los equipos.
- Aumenta significativamente el gasto y afecta la disponibilidad si no se escoge convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

[14 - 15] https://www.academia.edu/35929852/Libro_de_Mantenimiento_Industrial_pdf

4.8.4 Alcance y Clasificación

El Mantenimiento Preventivo prevé fallas a través de sus cuatro áreas:

a) Limpieza: Las máquinas limpias son más simples de conservar por lo que operan mejor y disminuyen la contaminación. El aseo constituye la actividad más simple y eficaz para minimizar desgastes, deterioros y roturas.

b) Inspección: Afirmar que todo se encuentre en el estado óptimo viable y que se cumplan las reglas. Detectar si la planta o los equipamientos tienen la posibilidad de continuar operando comúnmente. Ajustar y conservar seguro el ámbito e identificar cualquier deterioro en los equipos.

c) Lubricación: La lubricación forma parte de las operaciones del mantenimiento preventivo que se les realiza a los equipos de una industria para evitar así que los elementos de estos sufran desgastes prematuros o daños por utilizar aceites contaminados o que han perdidos sus propiedades. La lubricación es la acción realizada por un lubricante.

d) Ajuste: Si la inspección es realizada de manera correcta, no es necesidad de realizar un ajuste para evitar alguna falla, por el contrario, el ajuste se produce por consecuencia de una inspección realizada de manera incorrecta, ya que es a través de esta que se detectan las condiciones en las que se encuentran los equipos, evitándose así posibles fallas.

El Mantenimiento Preventivo puede pasar de una simple ruta de lubricación e inspección, a un complejo sistema de monitoreo de los equipos dependiendo en las condiciones en que se encuentren, puesto que dado estos sistemas complejos que se presentan entregan mucha información benéfica que son de ayuda y que deben ser incluidas en el MP.

A la hora de elegir un tipo de programa para utilizarlo, es primordial la información del estado de los equipos, máquinas e instalaciones y en algunos casos se requerirá de inversiones para así llevarlos a condiciones básicas de funcionamiento.

Para poder lograr las inversiones se deben indicar y señalar las ventajas y/o beneficios que otorga el programa de MP.

4.8.5 Clasificación

El Mantenimiento Preventivo se clasifica en distintos tipos:

Progresivo: Permite proporcionar el mantenimiento al equipo en forma racional y progresiva, por etapas, aprovechando el tiempo en que éste no está prestando servicio, para ello se subdividen las máquinas en secciones, mecanismos y partes.

Predictivo: Posibilita identificar anomalías con los equipamientos funcionando por medio del monitoreo de desviaciones, en las fronteras operacionales, o sea esta clase de mantenimiento lo que busca es realizar la compostura del equipo en el principio de ocurrencias de fallas, para esto se usa herramientas de predicciones físicas como por ejemplo ultrasonidos, termografía, vibraciones, análisis especto-gráficos de lubricantes y de predicciones estadísticas como: técnicas de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

Periódico: Su propósito general es poder prevenir y/o reparar los desperfectos que impidan que las maquinarias funcionen correctamente.

Analítico: Este tipo de mantenimiento se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, de tal manera que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, las cuales revisa un analista combinándolas con la información que, para el efecto , tiene en el banco de datos relativo al recurso, tal como el tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla, la carga de trabajo a que está sujeto, las condiciones del ambiente en donde está instalado, la cantidad y tipos de fallas de que ha sufrido, etc.

Técnico: El mantenimiento técnico y su definición es el diagnóstico que se le realiza al dispositivo, verificando que tenga una funcionalidad adecuada y de calidad, de no tenerla, el técnico deberá ejecutar las reparaciones correspondientes para el funcionamiento eficaz del mismo. [16]

[16] https://www.euroinnova.cl/blog/mantenimiento-tecnico

4.8.6 Beneficios del Mantenimiento Preventivo

1. Reducción de tiempos muertos y fallas (aumenta la disponibilidad de los equipos).

2. Incrementa la vida útil de los equipos e instalaciones.

3. Acrecienta la utilización de los recursos.

4. Disminuye los niveles del inventario. (Si se tiene un mantenimiento planificado puede ayudar a reducir los niveles de existencias en bodega).

5. Ahorro monetario. (Cuando los equipos trabajan en condiciones eficientes el ahorro es significativo).

4.9 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Un plan de mantenimiento es un conjunto de actividades agrupadas de tal manera que permitan garantizar esa continuidad operacional en los activos. Este conjunto de actividades o tareas deben disponer de una frecuencia específica para su ejecución, una duración, una especialidad o diferentes especialidades que puedan ejecutar la tarea, ¿cuál es la condición del activo en la cual se debe hacer la tarea? (en operación o debe estar fuera de servicio), es importante también que contenga procedimientos, tácticas operativas asociadas a la ejecución y por otro lado, la parte asociada a los permisos especiales, tales como; espacios confinados y trabajos en altura.

Dicho lo anterior un plan de mantenimiento no es más que un conjunto de tareas que es necesario llevar a cabo para recuperar las prestaciones perdidas para compensar el desgaste que ha tenido la instalación, por tanto, lo que se debe hacer es identificar las tareas que tenemos que llevar a cabo en toda la instalación para así conseguir compensar el desgaste que pudo haber sufrido o para evitar sufrir determinados problemas en la instalación (averías, daños, fallos, etc.)

Para poder desarrollar una estrategia o plan de mantenimiento preventivo para un definido equipo se debe hacer un análisis de preguntas como: ¿Qué equipos o máquinas se tienen que inspeccionar y con qué frecuencia?, ¿Cuáles son los equipos a los que se les debe dar mantenimiento?, ¿Cuál debe ser la vida eficaz y económica de los componentes?

Estas preguntas mencionadas anteriormente se les da respuesta mediante la ayuda de recursos técnicos e inspecciones lo cuales ayudan a poder recopilar información y recomendaciones fundamentales para poder generar un plan de mantenimiento preventivo.

Dentro de los recursos técnicos se encuentran:

- Recomendaciones del fabricante, recomendaciones de otras instalaciones semejantes, vivencias propias relacionadas a las máquinas y conjuntos que dependen de mantenimiento y al final la exploración de la ingeniería.

Por otro lado, dentro de las inspecciones se encuentran:

- Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como el desgaste, corrosión y vibración. Todo lo cual sea susceptible de fugas, como es la situación de sistemas hidráulicos, neumáticos, de gas y tuberías de repartición de fluidos. Lo cual con alteración, fuera de ciertos parámetros, puede producir fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de agua y de aceite.

4.9.1 Ventajas de implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo

El Plan de Mantenimiento Preventivo permite integrar estas actividades y/o tareas en un programa de mantenimiento preventivo único. Lo cual tiene como fin primeramente aumentar la seguridad de los trabajadores, eliminar o reducir gran parte de la suspensión de las tareas y extender la vida útil de los equipos. A continuación se dan a conocer las ventajas que otorga este plan:

1. Reducción de los lapsos de no productividad.
2. Disminuir costos.
3. Aprovechamiento de la materia prima.
4. Manejar el stock de repuestos.
5. Mayor seguridad para el personal de mantenimiento y para toda la planta en general.
6. Aumentar la vida útil de los equipos y repuestos.
7. Menores tiempo de paradas de los equipos y maquinarias.
8. Disminuir las reparaciones de mantenimiento correctivo.

Dado lo anterior, se puede concluir que un plan de mantenimiento preventivo busca una reducción en el costo de operación; garantiza y vela por la seguridad individual tanto del personal de mantenimiento como la del usuario; aumenta la calidad del producto; y asegura que los equipos estén en óptimas condiciones cuando se le necesiten.

4.10 FALLAS

En el mantenimiento las fallas son sucesos inesperados relacionados con el mal funcionamiento o el cese de las funciones normales del equipo, lo cual afecta directamente en la productividad de la empresa.

Como ya sabemos las fallas más comunes suelen ser controladas con un buen plan de mantenimiento el cual debe basarse en acciones preventivas siempre trabajando con la mejora continua como puede ser con la ayuda de un software de mantenimiento que lleve el control de la cantidad de fallas registradas y prever todo tipo de inconveniente.

No podemos saber con seguridad la gravedad que presente una falla, se pueden presentar como accidentes laborales con operarios e insumos hasta días de improductividad.

Tiene variados impactos que pueden verse reflejados en la producción y prestación de sus servicios, los costos de reparación, el tiempo que se presente inactivo e implicaciones para la salud y seguridad.

4.11 TIPOS DE FALLAS

1.- Funcional: Se presenta una falla funcional cuando un componente deja de satisfacer, parcial o totalmente, la función requerida. [17]

2.- Sintomática o Potencial: Una falla sintomática es una condición de estado verificable (defecto o desviación incipiente) en un componente o sus propiedades, que indica que una falla funcional está en proceso de ocurrencia aunque dicho componente no haya dejado, aún, de cumplir completamente sus funciones. [18]

3.- Simultánea: En sistemas funcionales con redundancias o protecciones, se presenta una falla simultánea cuando ocurre una falla en el equipo (o función) a proteger, mientras la protección o redundancia se encuentra también en estado de falla o avería (seguridad no disponible). [19]

4.- Recurrente: Falla funcional repetitiva fuera de la frecuencia aceptable de ocurrencia. También llamada crónica, puede ser causada por un mismo modo de falla o por diferentes, actuando simultáneamente. [20]

4.12 MODO DE FALLA

Según el estado paramétrico:

- Evidente: Modo de falla que se pone de manifiesto a través de la falla funcional, en forma evidente bajo las condiciones normales de funcionamiento suponiendo que es el único que sucede en el sistema. [21]
- Oculto: Modo de falla que ocurre en los dispositivos redundantes o de protección (funciones ocultas) no dotados de seguridad inherente. La falla funcional provocada por un modo de falla oculto no es detectable en condiciones normales de trabajo. [22]
- Recurrente: Las mismas consideraciones que en “falla recurrente”. [23]
- Dominante: Modo de falla que provoca la mayor cantidad de fallas funcionales en un componente. [24]
- Común: Modo de falla que puede afectar a más de un componente simultáneamente. [25]

[17 – 18 – 19 – 20 – 21 – 22 - 23 - 24 – 25] Manual de mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

Según el origen:

- De diseño: Modo de falla ocasionado por un mal diseño (errores de estimación de contexto operativo, errores de cálculo, etc.) [26]
- De fabricación: Modo de falla ocasionado durante el proceso de transformación o fabricación.
- De traslado y montaje: Modo de falla ocasionado durante las tareas de montaje e instalación, o durante el traslado del componente. [27]
- De uso u operación: Modo de falla ocasionado por la falta de idoneidad en el uso u operación del equipo. [28]
- Por eventos aleatorios: Modo de falla cuya probabilidad de ocurrencia es totalmente aleatoria (causas inherentes al equipo, ambientales, debido al cambio repentino de contexto de funcionamiento, etc.) [29]
- Por desgaste natural o envejecimiento: Modo de falla que tiene una vinculación directa con la vida operativa del elemento. También denominado paramétrico. [30]

[26 – 27 – 28 – 29 – 30] Manual de mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

CAPÍTULO V: ESTADO ACTUAL Y DISEÑO DE SOLUCIÓN

5.1 ESTADO ACTUAL DEL EQUIPO

La planta de Paneles Arauco Horcones, como se mencionaba en los capítulos anteriores, lleva muchos años en el rubro de la elaboración y procesamiento de la madera, y hasta el día de hoy los equipos que actualmente se encuentran en funcionamiento dentro de la industria nunca han sufrido alguna remodelación o un reemplazo en sus funciones, debido a la gran cantidad de dinero que hay que invertir en el cambio de equipos que se necesitan para realizar el proceso productivo. Si bien, la planta cuenta con mecánicos industriales para realizar mantenimiento a diferentes máquinas dentro de la industria, nunca se debe olvidar que por el pasar de los años todo equipo y/o máquina sufre desgaste excesivo, falla en algún elemento fundamental sin reparación y también obsolescencia, es por eso por lo que hasta el día de hoy el mantenimiento industrial sigo siendo fundamental en toda planta industrial.

Dentro de estos equipos mencionados se encuentran la línea de ensamblaje, cabe recalcar que este equipo es uno de los más antiguos con los que cuenta la planta de Paneles Arauco Horcones, ya que desde sus inicios este equipo nunca ha sido reemplazado, ni remodelado por algún otro.

Actualmente la línea ensambladora ha sufrido bastantes paradas en sus funciones, retrasando el proceso productivo de la empresa, generando así una producción no rentable en términos de ganancias, también se generan muchos paradas producto de los mantenimientos realizados y a la vez porque por ser una máquina antigua que no trabaja en un cien por ciento.

El mantenimiento que se le da a este equipo es de tipo correctivo y preventivo. Muchas de estas fallas que se producen se van atendiendo a medida que la línea vaya presentando la avería, desperfecto, daño, generando así una demora significativa en la producción. El mayor problema que se ha generado últimamente es la falta de stock de repuestos en bodega de este equipo especialmente, provocando tiempos muertos y tiempos de demora en reparaciones, ya que si el repuesto no se encuentra disponible en la bodega de la planta de Horcones, debe ser solicitada y retirada en la planta de Nueva Aldea, generando la detención de un turno completo de producción (8 horas aproximadamente).

5.2 PARTES CRÍTICAS DEL EQUIPO

Se definen partes críticas como aquellos componentes de las maquinarias, equipos, materiales o áreas que ofrecen mayores probabilidades de originar un problema o pérdida de magnitud cuando se gastan, se dañan, se abusa de ellos, se maltratan o se usan de forma inadecuada. [31]

Las partes críticas de un equipo son detectadas mediante inspecciones de seguridad, del cual se arma un proceso en el que se genera un inventario de las partes críticas de una unidad operativa. A través de este inventario se puede establecer o crear un programa de inspecciones de partes críticas en el que irán incluido la condición que debe controlarse en cada elemento crítico, el personal responsable de llevar a cabo las inspecciones y por último, la frecuencia de la inspección en función de las características del punto crítico y de la función que tiene.

En la línea de ensamblaje se pueden encontrar partes críticas que afectan la producción, la calidad del producto y la seguridad.

[31]https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/inspecciones-de-areas-equipos-y-partes-criticas/

5.2.1 Partes críticas que afectan a la producción

Uno de los puntos que afectan directamente a la producción de la ensambladora son:

- La mesa de alimentación donde se almacenan las chapas de menor calidad.
- El transportador de salida por donde llega procesada la chapa.
- El apilador de salida donde se almacena la chapa procesada y terminada.

Figura 8.- Transportador de salida de chapas.

(Fuente: Colección propia).

Figura 9.-Apilador de chapas.

(Fuente: Colección propia).

Figura 10.-Mesa alimentación de almacenaje de chapas.

(Fuente: Colección propia).

5.2.2 Partes críticas que afectan a la calidad del producto

Acá encontramos una mayor cantidad de componentes, los cuales si no funcionan de manera correcta mediante sus parámetros establecidos pueden ocasionar un defecto en la calidad de lo que se está procesando, estos son:

- Cintas largas de alimentación.
- Cintas cortas de alimentación.
- Cizalla de defectos.
- Block presionador.
- Unidad de ensamblado 1.
- Unidad de ensamblado 2.
- Cizalla de hoja.

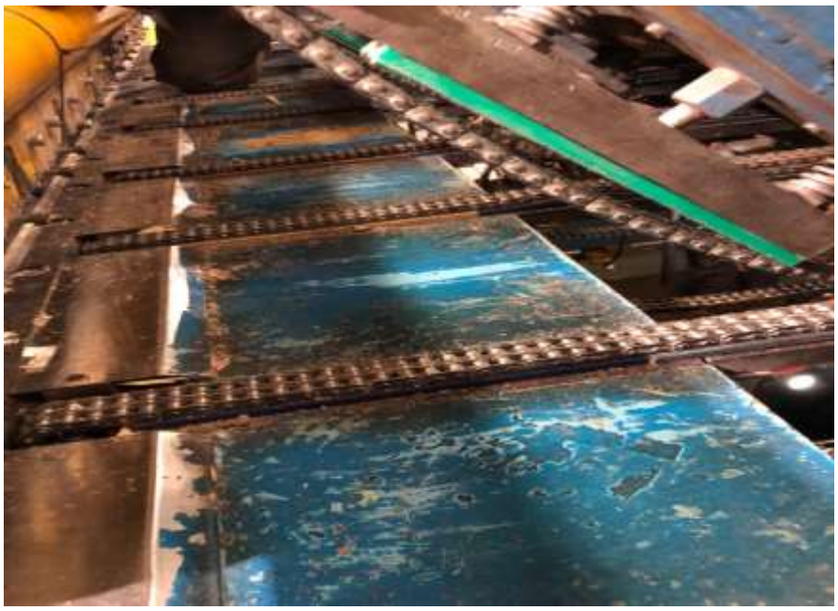


Figura 11.- Cintas largas de alimentación.

(Fuente: Colección personal).

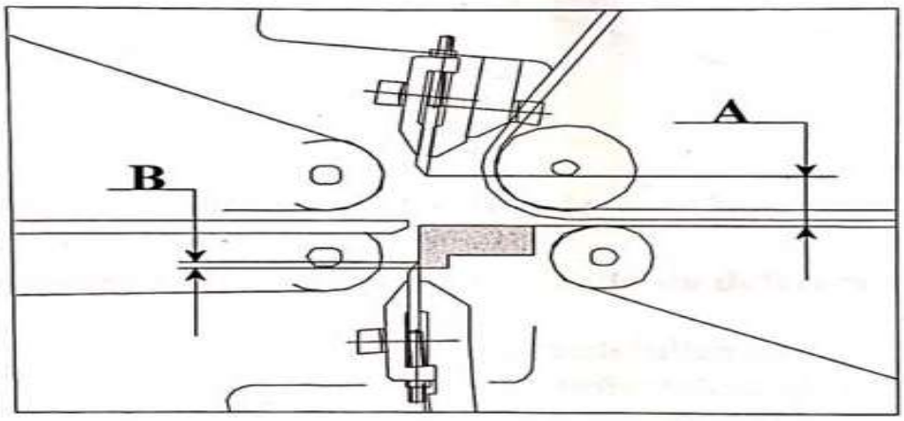


Figura 12.- Cizalla de defectos.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensamblaje Paneles Arauco S.A.).

Figura 13.- Conjunto transmisión cadenas unidad de ensamblado.

(Fuente: Colección propia).

5.2.3 Partes críticas que afectan a la seguridad

Como último punto tenemos la seguridad, parte fundamental en el proceso productivo del equipo, puesto que con ello se logra que el equipo no funcione descontroladamente lo cual puede provocar algún desperfecto y/o accidente a los trabajadores de la planta. [Ver ANEXO C: BLOQUEOS DE SEGURIDAD Y TARJETA DE BLOQUEO PERSONAL].

- Bloqueo de seguros.
- Bloqueo de puertas.
- Bloqueo de válvulas.

1. Bloqueo de breaker principal.
2. Bloqueo de válvula neumática.
3. Bloqueo de válvula neumática
4. Bloqueo de válvula neumática

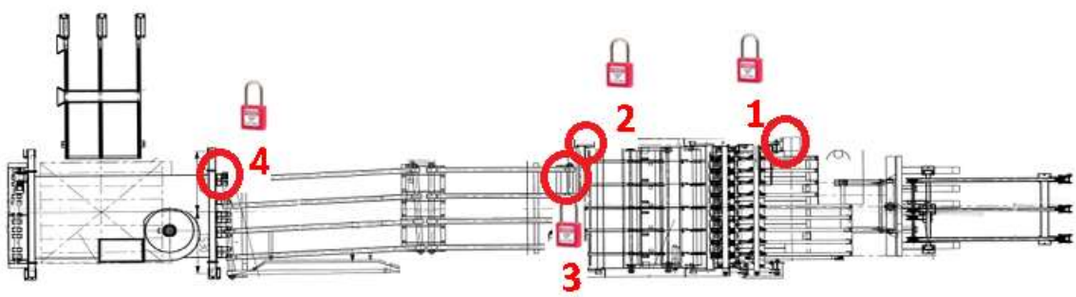


Figura 14.- Candados de bloqueo línea ensambladora 1.

(Fuente: Catálogo de seguridad ensamblaje Paneles Arauco S.A.).

5.3 HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

A continuación se listan las fallas más recurrentes y en donde se han ejecutado mantenimiento correctivo/preventivo en los componentes relacionado a la línea de ensamblado en el mes de enero del 2022.

TAG del Equipo	Descripción Especialidad	Fecha	Causas	Tiempo de detención	Tiempo de gestión	Tiempo mantenimiento
TA01-303-CP1	Mecánico	05-01-2022	Cambio de manguera/ pistolas.	3 H	2,1 H	0,9 H
TA01-303-CP1	Mecánico	07-01-2022	Falla barra fototransistora cámara defecto.	1 H	0,25 H	0,75 H
TA01-303-CP1	Mecánico	09-01-2022	Cambio/Falla sierra circular.	1,5 H	0,6 H	0,9 H
TA01-303-CP1	Mecánico	13-01-2022	Tensado y corte de cadenas/ polines.	0,5 H	0,3 H	0,2 H
TA01-303-CP1	Mecánico	13-01-2022	Falla en cizalla de defecto.	1,5 H	0,3 H	1,2 H
TA01-303-CP1	Mecánico	13-01-2022	Cambio/Fallas contracuchillos/ Cizallas.	1 H	0,4 H	0,6 H
TA01-303-CP1	Mecánico	14-01-2022	Falla compuerta rechazo/Galgas/ Tipple.	8 H	8 H	0 H
TA01-303-CP1	Mecánico	15-01-2022	Falla compuerta rechazo/Galgas/ Tipple	8 H	8 H	0 H
TA01-303-CP1	Mecánico	16-01-2022	Falla compuerta rechazo/Galgas/ Tipple	5 H	5 H	0 H
TA01-303-CP1	Mecánico	17-01-2022	Tensado y corte cadenas/polines	0,5 H	0,3	0,2 H
TA01-303-CP1	Mecánico	18-01-2022	Desmonte correa transportador.	0,5 H	0,3	0,2 H
TA01-303-CP1	Mecánico	21-01-2022	Falla compuerta rechazo/Galgas/ Tipple	3 H	2,1 H	0,9 H
TA01-303-CP1	Mecánico	21-01-2022	Cambio/Falla sierra circular.	0,4 H	0,25 H	0,15 H
TA01-303-CP1	Mecánico	21-01-2022	Falla en Calefactor/ Manguera Nordson.	1,4 H	1,1 H	0,3
TA01-303-CP1	Mecánico	22-01-2022	Ajuste block apretador por desalineamiento chapa.	0,75 H	0,3 H	0,45 H
TA01-303-CP1	Mecánico	22-01-2022	Falla sistema de succión neumática de astillador.	0,6 H	0,3 H	0,3 H
TA01-303-CP1	Mecánico	23-01-2022	Falla compuerta rechazo/Galgas/ Tipple.	1,25 H	1 H	0,25 H

TA01-303-CP1	Mecánico	27-01-2022	Cambio/Fallas contracuchillos/ Cizallas.	0,5 H	0,3 H	0,2 H
TA01-303-CP1	Mecánico	31-01-2022	Reposición/ mantención a rodillos de refrigeración.	0,5 H	0,3 H	0,2 H
Total				37,9 H	30,6 H	7,3 H

Tabla N°1.- Fallas línea ensambladora enero del 2022.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

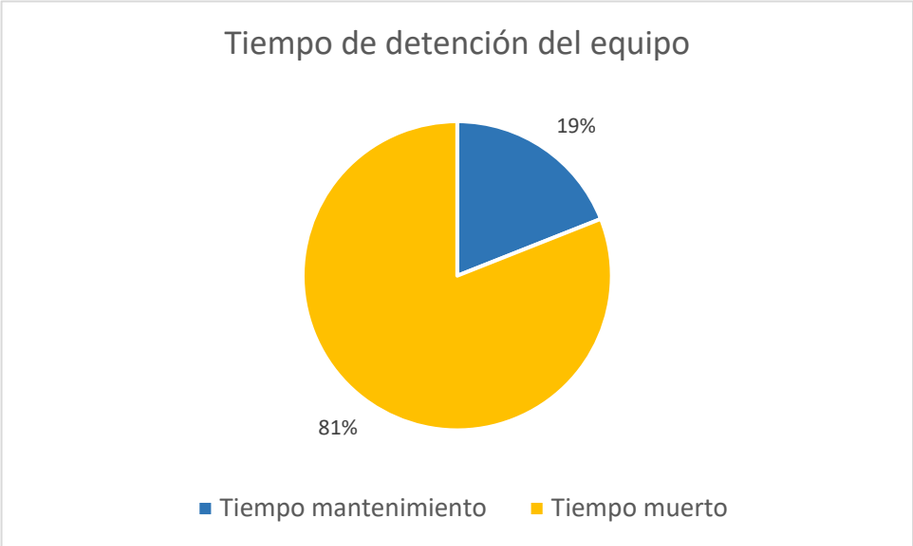


Gráfico N°1.- Porcentaje de tiempo de detención del equipo.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

Como se puede observar en la tabla N°1 las fallas recurrentes de la línea ensambladora y en el gráfico N°1 del tiempo de detención del equipo, se concluye que, de las 37,9 horas que el equipo estuvo detenido, solo un 19% fue producto del tiempo de mantenimiento que se realizaron sobre la máquina. Lo demás (el 81%) fue tiempo muerto en donde por demoras de falta de stock en los repuestos y por temas de personal mecánico, la máquina estuvo sin realizar ninguna actividad, e incluso por temas de atrasos en la mantención programada por los propios mecánicos de planta. Sin embargo, este número busca ser disminuido en un porcentaje alto.

5.4 ANÁLISIS DE PARETO PARA LAS FALLAS

Dado anteriormente el historial de fallas más recurrentes de la línea de ensamblado en el mes de enero del 2022, se puede analizar de forma más ordenada cuál o cuáles de estas fallas son las más frecuentes, lo cual ayudará a graficar el análisis de Pareto que nos arrojará donde se encuentran los componentes más críticos de dicho equipo.

Descripción Especialidad	Tag del Equipo	Línea Ensambladora (303-CP1)	Tipo de causa
Mecánico	TA01-303-CP1	Cambio de manguera/pistolas.	Falla en pistola.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla en barra fototransistora/cámara defecto.	Falla en cizalla de defectos.
Mecánico	TA01-303-CP1	Cambio/Falla sierra circular.	Ajuste sierra circular.
Mecánico	TA01-303-CP1	Tensado y corte de cadenas/polines.	Tensado de correas.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla en barra fototransistora/cámara defectos.	Falla en cizalla de defectos.
Mecánico	TA01-303-CP1	Cambio/Fallas en contra cuchillos/Cizallas.	Falla en guía contracuchillos.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple.	Atascos en tipple.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple	Atascos en tipple.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple	Atascos en tipple.
Mecánico	TA01-303-CP1	Tensado y corte de cadenas/polines	Corte de cadena unidad ensamblado.
Mecánico	TA01-303-CP1	Corte/desmonte correa transportador.	Corte de cadena unidad ensamblado.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple	Atascos en tipple.
Mecánico	TA01-303-CP1	Cambio/Falla sierra circular.	Ajuste sierra circular.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla en Calefactor/Manguera/Nordson	Falla estanque de adhesivo.
Mecánico	TA01-303-CP1	Ajuste block apretadores por desalineamiento chapa.	Ajuste de block presionador.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla sistema de succión neumática de astillador.	Succión obstruida.
Mecánico	TA01-303-CP1	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple.	Atascos en tipple.
Mecánico	TA01-303-CP1	Cambio/Fallas en contra cuchillos/Cizallas.	Falla en guía contracuchillos.
Mecánico	TA01-303-CP1	Reposición/mantención a rodillos de refrigeración.	Ajuste rodillo refrigeración.

Tabla N°2.- Fallas recurrentes mes de enero 2022 línea ensambladora.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

Tipo de causa	Causa	Ensambladora (303-CP1)
Atascos en tipple	C1	5
Falla en cizalla de defectos	C2	2
Ajuste sierra circular	C3	2
Falla en guía contracuchillos	C4	2
Corte de cadena unidad ensamblado.	C5	2
Falla en pistola	C6	1
Tensado de correas	C7	1
Falla estanque de adhesivo.	C8	1
Ajuste de block presionador	C9	1
Succión obstruida	C10	1
Ajuste rodillo refrigeración.	C11	1

Tabla N°3.- Tabla para Pareto.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

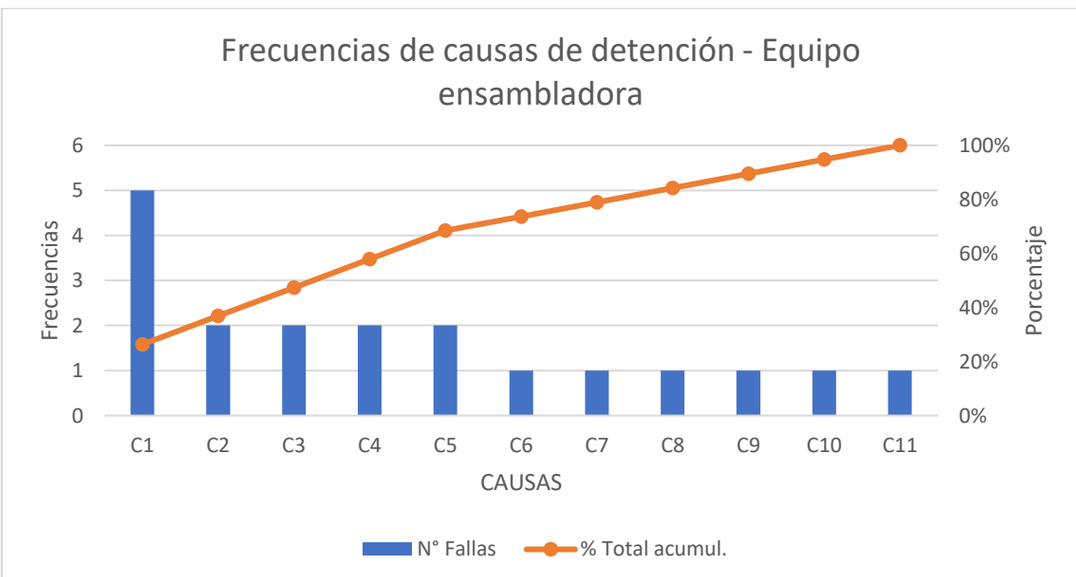


Gráfico N°2.- Diagrama de Pareto "Frecuencias de causas de detención".

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

El Pareto realizado nos muestra las causas en orden descendiente de la cual nos permite poder identificar cuál es el 80% donde se generan los problemas en el que debemos concentrar nuestros esfuerzos. En este caso, el 80% que está causando las detenciones del equipo más frecuente en el mes de enero 2022 son producidas por 7 causas principales,

estas son: atascos en tipple, falla en cizalla de defectos, ajuste cierra circular, falla en guía contracuchilla, corte en cadena unidad ensamblado, falla en pistola y tensado de cuerdas. Es por esto por lo que, vamos a enfocar todos nuestros esfuerzos para poder prevenir en su gran mayoría estas principales causas. Esta ordenación mencionada es suficiente y necesaria para poder guiar nuestros esfuerzos para dar solución a las fallas más útiles del equipo.

5.5 ANÁLISIS DE PARETO 80/20

El diagrama de Pareto, llamado también la curva 80/20, análisis de Pareto o distribución ABC es el producto de rigurosos análisis hechos por Vilfredo Pareto los cuales permitieron a estudiosos establecer a través de fundamentos empíricos que el 80% de las consecuencias de un fenómeno es causado por el 20% de las causas, esto se conoce como la regla de Pareto.

El diagrama de Pareto es la expresión de la regla hecha a través de un diagrama de barras, la cual concentra las causas en orden descendiente lo que nos permite es identificar cuál es ese 80% que genera los problemas para concentrar nuestros esfuerzos en su solución.

Por ejemplo, se usa en multitud de campos considerado como una de las siete herramientas de calidad que nos permite dentro de una empresa llevar a cabo la mejora continua, evidenciar cómo está una situación antes y después de ser intervenida y por último, analizar y priorizar problemas.

La otra forma de conceptualizar que el 20% de nuestras propias fallas ordenadas desde luego de forma descendiente, son críticas y calculamos cuantas fallas componen este 20%. En nuestro caso nos enfocaremos en el 80% de nuestros problemas señalados.

1. Las causas por prevenir para la línea ensambladora son:

Tipo de causa	Causa	Ensambladora (303-CP1)
Atascos en tipple	C1	5
Falla en cizalla de defectos	C2	2
Ajuste sierra circular	C3	2
Falla en guía contracuchillos	C4	2
Corte de cadena unidad ensamblado.	C5	2
Falla en pistola	C6	1
Tensado de correas	C7	1

Tabla N°4.- Causas a prevenir línea de ensamblaje.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

5.6 FALLAS COMUNES

Después de realizar distintos gráficos y tablas donde se analizan las fallas más frecuentes a las que ha estado sometida la línea de ensamblaje (TA-303-CP1) hemos podido observar que las fallas más comunes que se han presentado son los atascos en el tipple, esto es producto de que al momento de que la chapa es introducida y cortada por la cizalla de defectos, los restos sobrantes (que no sirven) se van acumulando en la parte interior del tipple provocando que este mismo no pueda cumplir su función en un cien por ciento, teniendo así que parar el equipo, revisarlo para corroborar si existe alguna avería producto de los atascamientos y si es así, realizarle un mantenimiento para luego ponerlo en funcionamiento nuevamente. Por otro lado, otra de las fallas más comunes es la falla en la cizalla de defectos, este componente de la línea ensambladora es una parte crítica del equipo, por lo que se debe tener mucho cuidado al momento de que esta esté haciendo su trabajo, producto de que si llega a haber una avería en este componente se debe parar de inmediato el equipo, ya que la cizalla de defectos es el corazón de la ensambladora. Uno de los mayores problemas que ha de tener la cizalla de defectos es que mientras va cortando las chapas el cuchillo de la cizalla se va deslizando lentamente provocando que no esté montado ni puesta en su posición correcta, es por eso que al momento de realizarle mantenimiento se debe corroborar bien que la cizalla de defectos esté en los milímetros (mm) correspondientes.

5.7 CONFIABILIDAD

También conocida como fiabilidad, resulta ser una medida de la garantía de funcionamiento que podemos esperar de un componente al cabo de un tiempo de utilización partiendo de un estado satisfactorio. [32]

En otras palabras, la confiabilidad se encarga de determinar cuáles son las probabilidades de que un equipo o máquina funcione sin fallas durante un periodo de utilización. La confiabilidad es beneficiosa para pronosticar el comportamiento de un componente en función de los datos estadísticos obtenidos de otros similares.

La confiabilidad debe establecerse para un determinado contexto operativo (nivel de exigencia). Si éste cambia, posiblemente también lo haga la confiabilidad. [33]

En la siguiente tabla, se dan a conocer las causas de fallas recurrentes en el equipo con sus respectivos tiempos de detención, tiempos de mantenimiento y tiempos muertos. De estos datos podremos obtener la confiabilidad del equipo TA01-303-CP1, que nos arrojará cual es el porcentaje de confiabilidad de este mismo.

[32 - 33] Manual de mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización, Alejandro J. Pistarelli, 2010.

Fecha	Causas	Tiempo de detención	Tiempo de gestión	Tiempo mantenimiento
05-01-2022	Cambio de manguera/pistolas.	3 H	2,1 H	0,9 H
07-01-2022	Falla en barra fototransistora/cámara defecto.	1 H	0,25 H	0,75 H
09-01-2022	Cambio/Falla sierra circular.	1,5 H	0,6 H	0,9 H
13-01-2022	Tensado y corte de cadenas/polines.	0,5 H	0,3 H	0,2 H
13-01-2022	Falla en cizalla de defecto.	1,5 H	0,3 H	1,2 H
13-01-2022	Cambio/Fallas en contra cuchillos/Cizallas.	1 H	0,4 H	0,6 H
14-01-2022	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple.	8 H	8 H	0 H
15-01-2022	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple	8 H	8 H	0 H
16-01-2022	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple	5 H	5 H	0 H
17-01-2022	Tensado y corte de cadenas/polines	0,5 H	0,3	0,2 H
18-01-2022	Corte/desmonte correa transportador.	0,5 H	0,3	0,2 H
21-01-2022	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple	3 H	2,1 H	0,9 H
21-01-2022	Cambio/Falla sierra circular.	0,4 H	0,25 H	0,15 H
21-01-2022	Falla en Calefactor/Manguera/Nordson	1,4 H	1,1 H	0,3
22-01-2022	Ajuste block apretadores por desalineamiento chapa.	0,75 H	0,3 H	0,45 H
22-01-2022	Falla sistema de succión neumática de astillador.	0,6 H	0,3 H	0,3 H
23-01-2022	Falla compuerta de rechazo/Galgas/Tipple.	1,25 H	1 H	0,25 H
27-01-2022	Cambio/Fallas en contra cuchillos/Cizallas.	0,5 H	0,3 H	0,2 H
31-01-2022	Reposición/mantención a rodillos de refrigeración.	0,5 H	0,3 H	0,2 H
Total Horas		37,9 H	30,6 H	7,3 H

Tabla N°5.- Causas – Tiempo detención, mantenimiento y muerto.

(Fuente: Datos obtenidos por jefatura mecánica, elaboración propia de Santiago Ramírez).

Las fórmulas de cálculo para poder determinar la confiabilidad de un equipo es la siguiente:

$$Co = \frac{MTBF}{MTBF * MTTR} * 100$$

Donde:

$$Co = Confiabilidad$$

$$MTBF = TIEMPO\ MEDIO\ ENTRE\ FALLAS$$

$$MTTR = TIEMPO\ MEDIO\ DE\ REPARACIÓN$$

MTBF es la relación entre las horas de funcionamiento del equipo (ensambladora) y el número de horas de detención de este mismo, por otra parte el MTTR es la nexo entre las horas de mantenimiento del equipo en estudio y el número de detenciones (reparaciones).

La línea ensambladora trabaja las 24 horas del día y los 7 días de la semana y solamente se detienen los días lunes ya que es el día que corresponde mantenimiento (4 veces al mes).

La confiabilidad de la línea ensambladora se calcula:

$$MTBF = \frac{HORAS\ DE\ FUNCIONAMIENTO\ DEL\ EQUIPO\ EN\ EL\ PERIODO}{NÚMERO\ DE\ DETENCIONES\ DEL\ EQUIPO}$$

$$MTBF = \frac{720\ (horas)}{8} = 90\ horas$$

$$MTTR = \frac{HORAS\ DE\ DETENCIÓN\ DEL\ EQUIPO}{NÚMERO\ DE\ DETENCIONES\ DEL\ EQUIPO}$$

$$MTTR = \frac{37{,}9\ (horas)}{8} = 4{,}73\ horas$$

$$Co = \frac{90\ (horas)}{90\ (horas) * 4{,}73\ (horas)} * 100 = 21{,}14\ \%$$

Dado los cálculos anteriormente desarrollados, nos arroja que la confiabilidad del equipo es muy baja en el mes de enero 2022 con un 21,14 %.

5.8 COSTO MANTENIMIENTO ACTUAL

Toda industria necesita invertir en repuestos, mantenimiento, personal mecánico para poder prolongar la vida útil de los distintos equipos que se encuentran dentro de una empresa, Paneles Arauco Horcones no es la excepción, es por eso que la siguiente tabla nos brindará los costos que se generan para la conservación y restauración de los bienes de la empresa.

Valor de recursos para reparación línea ensambladora (TA01-303-CP1					
ITEM	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	DESCRIPCIÓN	SAP
1	2	$ 19.990	$ 39.980	Mangueras neumáticas	80675
2	2	$ 38.904	$ 77.808	Silenciadores neumáticos	202819
3	4	$ 8.000	$ 32.000	Correas de transmisión	33904
4	1	$ 67.972	$ 67.972	Rotex transmisión	
5	8	$ 3.333	$ 26.664	Rodamientos	
6	20	$ 177	$ 3.540	Pernos	
7	10	$ 7.095	$ 70.950	Espárragos tensores	
8	8	$ 8.760	$ 70.080	Ruedas transportador	
9	20	$ 1.708	$ 34.160	Prisioneros	
10	4	$ 53.383	$ 213.532	Cadenas	124099
11	1	$ 2.108.183	$ 2.108.183	Cilindro neumático	1708098
12	4	$ 167.600	$ 670.400	Guías largas	109382
13	1	$ 12.000	$ 12.000	Placas de aluminio 900 mm	364579
14	1	$ 10.500	$ 10.500	Placas de aluminio 820 mm	364581
15	1	$ 13.000	$ 13.000	Placas de aluminio 1030 mm	364580
16	2	$ 169.456	$ 338.912	Galgas presionadoras	
17	1	$ 102.000	$ 102.000	Manguera Nordson	S00080675*1
18	8	$ 807	$ 6.456	Tuercas para guías	374491
19	4	$ 880	$ 3.520	Guías cortas	109418
20	8	$ 30.000	$ 240.000	Pistolas de adhesivo	799144
21	3	$ 108.034	$ 324.102	Tipple	
Total			$ 4.465.759		

Tabla N°6.- Costos de recursos mensual enero 2022.

(Fuente: Datos obtenidos de SAP Paneles Arauco, elaboración propia de Santiago Ramírez).

Observando la tabla anterior nos podemos dar cuenta de que el valor total que se genera en la compra de repuestos para esta línea es muy elevado, hay que agregarle que como anteriormente se ha dicho, es un equipo antiguo por lo que sus fallas son muy repetitivas y seguidas, debiendo así ejecutar mantenimientos más seguidamente, y sumarle a eso las compras frecuentes de los repuestos para no quedar sin stock en bodega. Es por eso por lo

que el plan de mantenimiento preventivo a generar buscará disminuir una gran parte del total gastado en repuestos para que así los valores invertidos mensualmente sean mucho más bajos que los actuales.

5.9 DETERMINACIÓN DE CRITICIDAD

El estudio o análisis de criticidad es un método que posibilita entablar la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y conjuntos, construyendo una composición que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en superficies donde sea más relevante o primordial mejorar la fiabilidad operacional, con base en la verdad de hoy.

El objetivo de un análisis de criticidad es plantar una metodología que sirva o vaya en ayuda a la determinación de la jerarquía de los procesos, sistemas y equipos de una planta compleja.

Matemáticas la criticidad se expresa como:

$$Criticidad = Frecuencia\ x\ Consecuencia$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (operacionales y de mantenimiento)
- Tiempo promedio para reparar
- Frecuencia de falla [34]

[34] https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad

La criticidad se puede definir en 3 tipos:

Equipo crítico: Este tipo de criticidad es debido a su complejidad y que presenta riesgos para la seguridad y al medio ambiente. Es aquel que cuando falla puede producir una parada general en la producción, además de los elevados costos para poder mantenerlos.

Equipo Semi-Crítico: Este tipo se define como el aquel que cuando se presenta una falla, afecta parcialmente el funcionamiento del proceso productivo, y no una parada total. En otras palabras, la parada de un equipo semi-crítico origina pérdidas de producción pero de tipo parciales.

Equipo No Crítico: Este tipo al presentar algún tipo de falla no alteran el proceso productivo ni en la seguridad, teniendo como ventaja que es el que posee una tasa de fallas menor a los demás tipos de criticidad.

Para para poder clasificar al equipo en estudio se necesita una serie de parámetros que nos ayudarán a conocer el estado de criticidad en la que se encuentra el equipo. Es por ello por lo que se utiliza la fórmula anteriormente mencionada sobre cómo determinar la criticidad de un conjunto.

$$Criticidad = Frecuencia\ x\ Consecuencia$$

Frecuencia: Número de fallas de un tiempo determinado.

Consecuencia: Suma de la valoración en el proceso productivo, impacto en la seguridad, impacto en el mantenimiento e impacto en el costo del mantenimiento.

Para obtener la valoración de la frecuencia de fallas se obtiene a través de una estimación de la tasa de fallas, en este caso se definió en un plazo de 1 mes (enero 2022).

Frecuencia de fallas (FF)	Valor
Mayor o igual a 8 fallas al mes	4
De 5 a 7 fallas al mes	3
De 2 a 4 fallas al mes	2
Menor o igual a 1 falla al mes	1

Tabla N°7.- Frecuencia de fallas.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

Impacto en el proceso (IP)	Valor
Detiene el proceso / no hay equipo alternativo	4
Si el equipo percute en otros	3
Detiene parte del proceso pero hay alternativa	2
No afecta en el proceso	1

Tabla N°8.- Impacto en el proceso.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

Impacto en la seguridad (IS)	Valor
No hay riesgo para su operación	1
Riesgos normales	2
Lesiones leves	3
Afecta a la seguridad humana	4

Tabla N°9.- Impacto en la seguridad.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

Costo de mantenimiento (CM)	Valor
¿Cuál es el costo mensual de mantenimiento?	
Menor de 1.000.000 pesos	1
Entre 1.000.000 y 2.500.000 pesos	2
Entre 2.500.000 y 4.000.000 pesos	3
Entre 4.000.000 y 4.500.000	4

Tabla N°10.- Costo de mantenimiento.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

Impacto en el mantenimiento (IM)	Valor
Debe repararse lo antes posible	4
Puede esperar 1 día de retraso de mantenimiento	3
Mantenimiento de complejidad técnica	2
Sin complejidad o puede reparase cuando se pueda	1

Tabla N°11.- Impacto en el mantenimiento.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

Rangos:

- Equipo Crítico rango entre [4-15]
- Equipo Semi-Crítico rango entre [16-35]
- Equipo No Crítico rango entre [36-64]

5.9.1 Matriz de criticidad

FRECUENCIA DE FALLA													
1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
3	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
4	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	FACTOR DE CRITICIDAD												

Tabla N°12.- Matriz de criticidad.

(Fuente: Google matriz de criticidad).

	CRÍTICO
	SEMI-CRÍTICO
	NO CRÍTICO

5.10 EVALUACIÓN DE CRITICIDAD

Equipo: Línea ensambladora (TA01-303-CP1)

Frecuencia de fallas (FF)	Valor
Mayor o igual a 8 veces al mes	4

Factores de criticidad (FC)	Valor
Impacto en el proceso (IP)	2
Impacto en la seguridad (IS)	2
Costo de mantenimiento (CM)	4
Impacto en el mantenimiento (IM)	3
Total	11

Tabla N°13.- Frecuencia de fallas y factores de criticidad.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

Dado los valores y evaluándola con respecto a la matriz realizada, nos arroja los valores de 4 y 11, por lo que el equipo de línea ensambladora es un equipo de tipo crítico.

5.11 PAUTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para poder generar la pauta del plan de mantenimiento se realizarán una cantidad de preguntas que irán en beneficio a elaborar este documento de mejor manera, con el fin de poder dar un realce a la propuesta planteada.

1. ¿Qué deseamos conseguir o qué trabajamos se realizará?

Realizar un mantenimiento preventivo a la línea ensambladora con el fin de conseguir un funcionamiento eficiente de esta.

2. ¿Por qué se debe realizar dicho mantenimiento?

Para que el equipo pueda trabajar en su proceso productivo la mayor cantidad de tiempo posible sin fallas que interrumpan en él, debido a que su estado es crítico.

3. ¿Cuándo se debe realizar el mantenimiento?

Se debe realizar al momento de tener una planificación segura y confiable, además de realizarlo cuando el equipo esté en buenas condiciones, antes de que ocurra una falla.

4. ¿Qué habilidades técnicas requiere el trabajo de mantenimiento?

El personal mecánico a realizar dicho mantenimiento debe poseer conocimientos previos como por ejemplo, lubricación, metrología, montaje de elementos y habilidades mecánicas en general.

5. ¿Qué área es la encargada de realizar el trabajo?

El área de mantención mecánica programada es la encargada de realizar el trabajo a ejecutar.

6. ¿Quiénes serán los responsables?

El jefe del área de mantención programada 1 y 2 junto con el personal mecánico a cargo.

7. ¿En qué horario se realizará la mantención?

La mantención se realizará bajo el horario programado por la empresa.

8. ¿Cómo se asegura que el personal mecánico sabe cómo realizar la mantención correcta al equipo?

Previamente a realizar la mantención al equipo, al personal mecánico se le entregará un instructivo de cómo funciona el equipo en general (componentes, seguridad, etc) para así luego el jefe de mantención pueda orientarlos de mejor manera y resolver cualquier duda técnica que exista antes de ejecutar el trabajo.

9. Recursos necesarios para ejecutar el trabajo.

Se solicitará la presencia de 4 técnicos mecánicos que realizarán la mantención al equipo, acompañado de un supervisor encargado del área en específico, junto con el jefe del área de mantención mecánica programada.

10. ¿Cómo se hará saber que el equipo fue intervenido mecánicamente?

Después de ejecutar el mantenimiento preventivo, se realizará un documento de los trabajos realizados en el equipo, con fecha, componentes a cambiar, repuestos, firma de los mecánicos a cargo, supervisor del área y del jefe de área de mantención mecánica programada.

11. ¿Qué inspecciones se realizarán al trabajo?

Se realizarán inspecciones visuales por parte del personal mecánico junto con el supervisor encargado del área.

5.12 PLAN DE MANTENIMIENTO

Para generar un mayor control en el proceso y funcionamiento del equipo y a su vez a nuestra propuesta de mantenimiento se realizarán tres clases de mantenimiento los cuales serán de tipo diario, semanal y mensual, a continuación daremos a conocerlos. [Ver ANEXO D: PAUTAS DE MANTENCIÓN A LÍNEA ENSAMBLADORA].

5.12.1 Plan de mantenimiento diario

El mantenimiento diario a ejecutar se realizó gracias a las distintas recomendaciones dadas por parte del área de mantención de la empresa Paneles Arauco. Este mantenimiento diario o rutinario la realizará el personal mecánico encargado del área de ensamblaje, cuyo trabajo se realizará en el horario laboral correspondiente.

Descripción: Pauta de Mantención Diaria Ensambladora N°1		arauco renovables para una vida mejor					
Ubicación: Ensambladora N°1							
Plan:	Ruta:						
Responsable:	Fecha:						
Orden:	Duración:						
Especialidad: Mecánico	Sistema: Ensamblado						
ID	Actividad	Actividad a realizar	Ubicación Técnica/ Equipo	Personas	Duración	Comentarios	✓
1	Previos	Verificar bloqueo del equipo					
2	Limpieza del equipo	Limpieza a unidad hidráulica					
		Limpieza a pernos pistalos Nordson					
		Limpieza sprocket de transmisión					
		Limpieza interna ventilador					
3	Inspección visual y auditiva	Vibraciones anormales del equipo					
		Fugas de líquidos					
		Conexionado eléctrico en mal estado					
4	Comprobar estado de los componentes	Verificar los componentes motrices del equipo					

Figura 15.- Pauta de Mantención Diaria Ensambladora N°1.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

5.12.2 Plan de mantenimiento semanal

El mantenimiento semanal a ejecutar se realizó gracias a las distintas recomendaciones dadas por parte del área de mantención de la empresa Paneles Arauco. Este mantenimiento de tipo semanal la realizará el personal mecánico encargado en conjunto con el supervisor del área de ensamblado, cuyo trabajo se realizará en el horario laboral correspondiente.

Descripción: Pauta de Mantención Semanal Ensambladora N°1		arauco renovables para una vida mejor					
Ubicación: Ensambladora N°1							
Plan:	Ruta:						
Responsable:	Fecha:						
Orden:	Duración:						
Especialidad: Mecánico	Sistema: Ensamblado						
ID	Actividad	Actividad a realizar	Ubicación Técnica/ Equipo	Personas	Duración	Comentarios	✓
1	Previos	Verificar bloqueo del equipo					
2	Limpieza del equipo	Limpieza a pernos pistalos Nordson					
		Limpieza a filtros de agua					
		Limpieza sprocket de transmisión					
		Limpieza a unidad hidráulica					
		Limpieza interna ventilador					
		Limpieza a tipple					
		Limpieza a correas y cintas					
3	Inspección visual y auditiva	Vibraciones anormales del equipo					
		Fugas de liquidos					
		Conexionado eléctrico en mal estado					
		Inspeccionar desgaste en correas y cintas					
		Inspeccionar desgaste en cuchillos (cizalla de defecto y hoja)					
4	Verificación y ajustes	Verificar los componentes motrices del equipo					
		Verificar estado del tipple					
		Verificar ajuste de la cizalla de defectos					
		Ajuste de sierra circular					
		Verificar y ajustar guías contracuchillas					
		Verificar cadenas					
		Verificar pistolas de adhesivos					
		Ajuste de tensado de correas					
5	Lubricación a componentes	Lubricar rodamientos					
		Lubricar correas					
		Lubricar petines					
		Lubricar polines					

Figura 16.- Pauta de Mantención Semanal Ensambladora N°1.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

5.12.3 Plan de mantenimiento mensual

El mantenimiento mensual a ejecutar se realizó gracias a las distintas recomendaciones dadas por parte del área de mantención de la empresa Paneles Arauco. Este mantenimiento de tipo mensual la realizará el personal mecánico encargado, el supervisor del área de ensamblado y el jefe del área de mantención mecánica programada cuyo trabajo se realizará en el horario laboral correspondiente.

Descripción: Pauta de Mantención Mensual Ensambladora N°1		arauco renovables para una vida mejor					
Ubicación: Ensambladora N°1							
Plan:	**Ruta:**						
Responsable:	**Fecha:**						
Orden:	**Duración:**						
Especialidad: Mecánico	**Sistema: Ensamblado**						
ID	**Actividad**	**Actividad a realizar**	**Ubicación Técnica/ Equipo**	**Personas**	**Duración**	**Comentarios**	✓
1	Previos	Verificar bloqueo del equipo					
2	Inspección visual y auditiva	Vibraciones anormales del equipo					
		Fugas de líquidos					
		Conexionado eléctrico en mal estado					
		Inspeccionar desgaste en correas y cintas					
		Inspeccionar desgaste en cuchillos (cizalla de defecto y hoja)					
3	Verificación y ajustes	Verificar los componentes motrices del equipo					
4	Mediciones	Medir el desgaste en cuchillas					
		Medir desgaste en correas y cintas					
		Medir desgaste en ruedas					
5	Revisión circuito hidráulico	Revisar servo motor, válvulas, mangueras					
6	Lubricación	Se lubricará el equipo completo (todos los componentes)					

Figura 17.- Pauta de Mantención Mensual Ensambladora N°1.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

5.12.4 Programa de mantención ensambladora

El siguiente programa tiene la finalidad de poder llevar un cronograma de la mantención al equipo en estudio, el cual comienza a las 7:50 am con la detención y entrega del equipo a mantención, para finalizar a las 16:30 pm con el equipo en servicio.

Este programa va en ayuda especialmente para el personal mecánico a cargo de realizar la mantención preventiva.

arauco

Recepción: **Programa Ensambladora 1**

Fecha	
Turno	
Jefe Mecánico	
Jefe Eléctrico	
Encargado Planificación	

	N°	No ejecutadas	%Cumplimiento
Actividades programadas Mec			
Actividades programadas Elect			
Total			

Adicionales Mecánicos	
Adicionales Eléctricos	

ÍTEM	DETALLE DE TIEMPOS.				
	Planif. (Hr)	Real (Hr)	Desviación (Min)	Responsable	Observación
Detención y entrega de equipo a Mantención	7:50 8:20				
Bloqueo del equipo	8:20 8:40				
Hora de inicio Mantención	8:40				
Hora inicio Aseo	8:40				
Hora fin Aseo	14:00				
Hora de Termino Mantención	15:00				
Retiro de Bloqueo	15:00 15:30				
Ajuste Operación y mantención	15:30 16:00				
Pruebas de seguridad	16:00 16:30				
Equipo en servicio	16:30				

PRINCIPALES RETRASOS DE LA MANTENCIÓN			
Retraso	Inicio atraso	Fin atraso	Descripción retraso

RECEPCIÓN DE OPERACIONES _____

ENTREGA ESP. MECÁNICA _____

ENTREGA ESP. ELÉCTRICA _____

Figura 18.- Programa Mantenimiento Preventivo Ensambladora N°1.

(Fuente: Elaboración propia Santiago Ramírez).

Programa Ensambladora 1

Mecánico

ID	Orden	Ubicación Técnica	Descripción Unidad Tratada	N°Pers	Descripción Operación	Avance	HH	Observación
						MANT		
						MANT		
						MANT		
						MANT		
						MANT		
						MANT		
						MANT		
						MANT		

Figura 19.- Programa Mecánico Mantenimiento Preventivo.

(Fuente: Elaboración propia).

Lubricación

ID	Orden	Ubicación Técnica	Descripción Unidad Tratada	N°Pers	Descripción Operación	Avance	HH	Observación

Total HH solicitadas	
Lubricadores	

Figura 20.- Programa de lubricación a ensambladora.

(Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez).

5.13 ACCIONES PREVENTIVAS

Para poder generar esta propuesta de plan de mantenimiento preventivo de forma ordenada y eficiente, se elaboró una tabla con las acciones preventivas a ejecutar de forma diaria, semanal y mensual, con el fin de que se ejecute de manera planificada para poder alargar la vida útil de los distintos componentes del equipo en estudio. A continuación, se muestra la tabla confeccionada con las revisiones que se deben realizar frecuentemente.

Subsistema	Acción por ejecutar	Descripción	Frecuencia		
			Diaria	Semanal	Mensual
Apilador de chapa ensamblada	Ajuste	Ajuste neumáticos a pateadores		x	
	Cambio	Mangueras neumáticas dañadas			x
		Silenciadores neumáticos			x
		Correa de transmisión		x	
Bomba hidráulica BBA 621	Cambio	Acomplamiento rótex de transmisión			x
Bomba hidráulica BBA 622	Cambio	Acomplamiento rótex de transmisión			x
Central hidráulica composer	Limpieza	Unidad hidráulica		x	
Equipo de refrigeración	Ajuste	Altura y paralelismo		x	
		Reapriete y eliminación fugas de agua		x	
	Cambio	Rodamientos rodillos			x
Pistolas dosificadoras de adhesivo	Limpieza y ajuste	Pernos pistolas Nordson		x	
Tijera de alimentación	Ajuste	Reapriete espárragos tensores de cadena		x	
		Corregir fisuras estructurales		x	
Tijera de apilado	Cambio	Ruedas transportador de salida			x
Transportador de salida	Ajuste	Reapriete prisioneros soporte eje de transmisión		x	
Almacenador de chapa	Ajuste	Corregir fisuras estructurales			
	Cambio	Espárragos tensores de cadena			x
Transportador de cadenas 613	Ajuste	Altura de patines presionadores		x	
		Cadenas cuerpo inferior		x	
		Presión block presionador		x	
	Limpieza	Sprocket de transmisión	x		
Transportador de cadenas 614	Ajuste	Altura de patines presionadores		x	
		Guías de block presionador		x	
		Cadenas cuerpo inferior		x	
	Limpieza	Sprocket de transmisión	x		
Transportador de cadenas 615	Ajuste	Distancia polines inferiores		x	
		Distancia correas inferiores		x	
		Tensión correas cortas		x	
		Distancia polines superiores		x	
		Distancia correas superiores		x	
		Reapriete ejes cortos de transmisión correas		x	
		Enderezar galgas presionadoras		x	
Cizalla de defectos	Ajuste	Reapriete pernos a base de cilindros		x	
	Limpieza	Cuchillos y contracuchilla	x		
Cizalla de hoja	Ajuste	Reapriete de pernos a base de cilindros		x	
	Limpieza	Cuchillo	x		
Ventilador 630 ELLIOT	Limpieza	Interna del ventilador		x	

Tabla N°14.- Frecuencia y revisiones al equipo.

(Fuente: Elaboración propia de Ricardo Hernández)

La lubricación es un pilar fundamental en mantener y conservar la vida útil de los componentes y equipos, dado que esta actúa como elemento refrigerante, ya que, absorbe y disipa el calor generado en las piezas del equipo, dando así un menor desgaste de los componentes, ayudando a aumentar como se mencionó anteriormente su vida útil. Ayuda en el ahorro de energía y mejora en la productividad. Es por esto por lo que el personal mecánico debe estar constantemente inspeccionando los componentes del equipo en estudio, para evitar así cualquier desgaste que pueda ocasionar un desperfecto en el proceso productivo de la máquina ensambladora.

Siguiendo esta metodología, de forma constante, se logrará que el plan de mantenimiento propuesto genere un gran impacto y ayuda en el ámbito mecánico, para que así el equipo

pueda trabajar de una forma clara, eficiente, productiva y no genere tiempos muertos ni de detenciones no programadas que pudiesen perjudicar en gran manera a la empresa y al proceso productivo general de la planta Panales Arauco Horcones. [Ver ANEXO E: PROTOCOLO ACCIONES MANTENIMIENTO PREVENTIVO].

5.14 AJUSTES Y MEDICIONES

5.14.1 Posiciones de la combinación transportador de alimentación y tipple.

- Distancia de la cizalla: La distancia entre la rueda extrema del tipple y la contracuchilla de la cizalla es de 16 mm (ver imagen xxx). El hueco entre la cinta no llegue jamás en contacto con la cassette de cuchillas. Los centros de las ruedas delanteras se ajustan frente a frente a través de los tornillos de ajuste (S). Las guías de chapa se colocan al nivel de la superficie de arriba de la cinta.

- Posición de altura del transportador de alimentación: Se coloca el transportador de alimentación en posición horizontal, a la misma altura que la superficie de arriba de la contracuchilla de la cizalla, la precisión debe ser de +/- 2 mm.

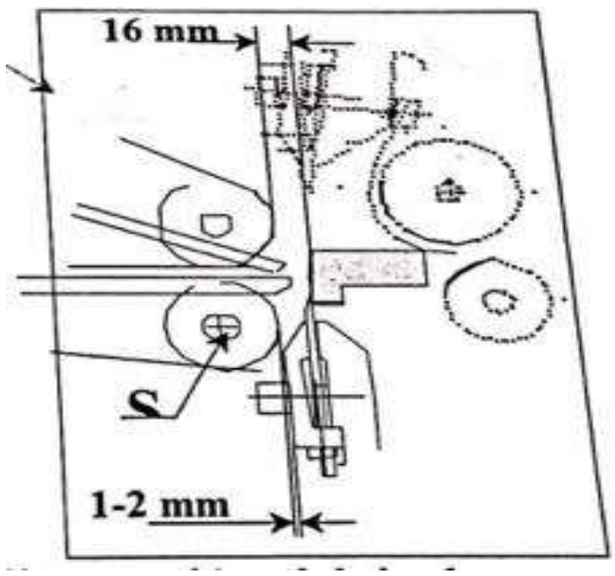


Figura 21.- Distancia y posición transportador de alimentación.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

5.14.2 Movimientos del tipple

- El tipple y la cizalla en posición superior; Cuando el tipple y la cizalla están en la posición superior, el tipple debe estar 3 mm por encima de la contracuchilla (según imagen xxx). En la posición superior el cilindro doble (carrera de golpe 20+12 mm) está en su longitud máxima.

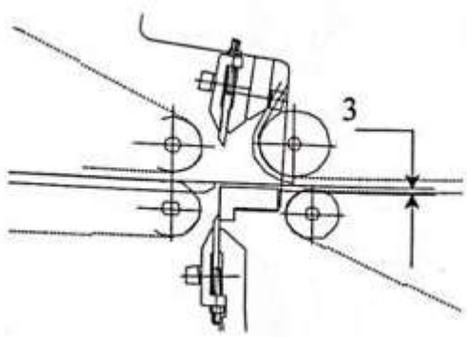


Figura 22.- Posición superior del tipple.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- El tipple y la cizalla en posición intermedia: La posición intermedia (espesor máximo de la chapa es de 4 mm) se alcanza al realizarse una de las longitudes de carrera de 12 mm. Se hace el ajuste fino de esta posición por el borne del cilindro.

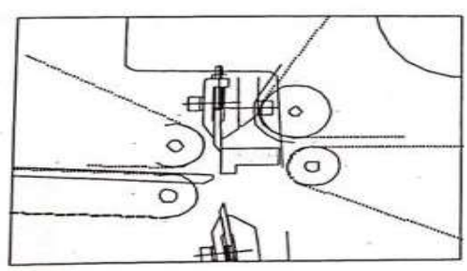


Figura 23.- Posición intermedia del tipple.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- Tipple en posición inferior: Cuando la cizalla está en la posición inferior y el cilindro doble en su longitud mínima, la posición del tipple es de 27 mm por debajo de la superficie de debajo de la contracuchilla (según imagen 2.3).

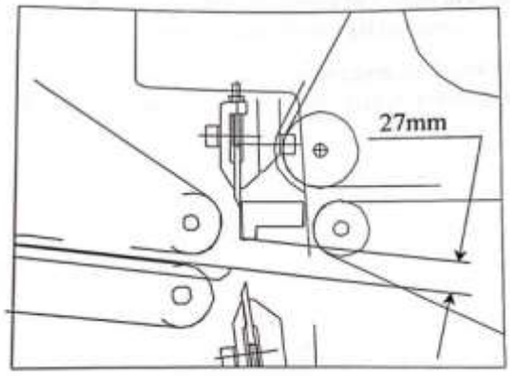


Figura 24.- Posición inferior del tipple.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

Velocidades de los movimientos del tipple: La presión de hidráulica del tipple se ajusta a 60-70 bar. Las velocidades de los movimientos se ajustan por la válvula antagonista de resistencia con el fin de que sean flexiblemente rápidas.

Las amortiguaciones de cabecera se ajustan a máxima velocidad posible de modo que no se oiga ningún golpe de los movimientos de límites extremos.

5.14.3 Prensadores del tipple

- Prensadores de cinta: En las ruedas de cinta se ajusta la distancia entre las cintas a 0,5 – 1,0 mm (A). La altura del tragante es de 15 mm (B) aproximadamente.
  La adherencia de la cinta prensadora en la rueda de tracción es de 50-100N y la adherencia de la cinta de abajo como mínimo de 200N.

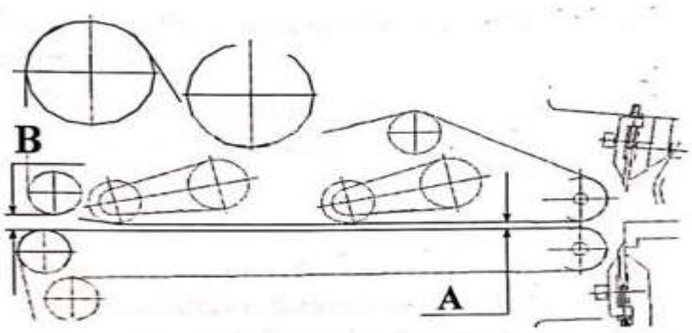


Figura 25.- Distancias entre las cintas del tipple.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- Galgas: La distancia mínima de la galga (L) desde la contracuchilla de la cizalla es de 7 a 10 mm. La fuerza de arrastre se ajusta por la válvula de seguridad de modo que no impida el paso de la chapa.

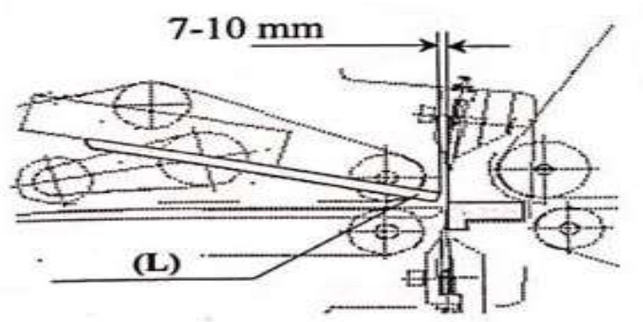


Figura 26.- Galgas.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

5.14.4 Movimientos de la cizalla de defectos

- Recorte: Los cojinetes de la cizalla se ajustan sin hueco apretándolas. Las aberturas entre las cuchillas de recorte y la contracuchilla se ajustan a 0,05 mm aproximadamente.
- Posición superior de la cizalla de defectos: Cuando la cizalla está en la posición superior, la posición de las cuchillas superiores es:

  En los bordes a una distancia de 37 mm desde la superficie de arriba de la contracuchilla (según imagen A = 37 mm) y en el centro a 40 mm desde la superficie de arriba de la contracuchilla.

  Cuando la cizalla está en la posición superior, la posición de las cuchillas inferiores es:

  Las cuchillas inferiores de la cizalla pasan por la superficie de debajo de la contracuchilla en los bordes a una distancia de 8 mm (según imagen B = 8 mm) y en el centro a 5 mm.

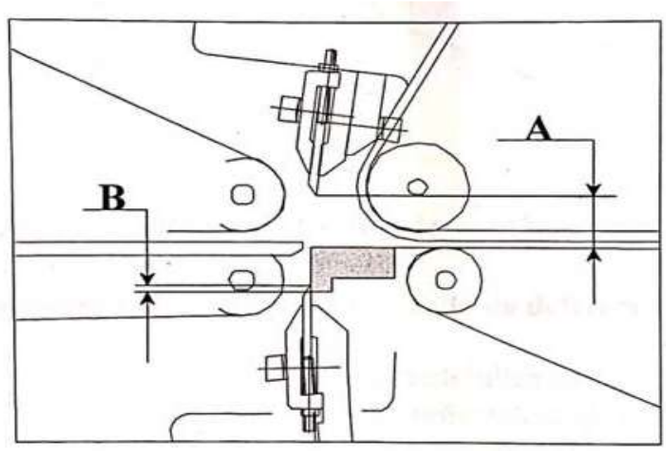


Figura 27.- Posición superior de la cizalla.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- Posición inferior de la cizalla de defectos: Cuando la cizalla está en la posición inferior, la posición de las cuchillas superiores es:

  Los bordes de la cuchilla superior pasan por la superficie de arriba de la contracuchilla a una distancia de 8 mm (según la imagen A = 8 mm) y los puntos de medio de las cuchillas superiores a 5 mm.

  Cuando la cizalla está en la posición inferior, la posición de las cuchillas inferiores es:

  Los bordes de las cuchillas inferiores están a una distancia de 37 mm (según la imagen B = 37 mm) y los puntos de centro a 40 mm por debajo del borde inferior de la contracuchilla. Las cuchillas inferiores están inclinadas en 3 mm, por los bordes más arriba.

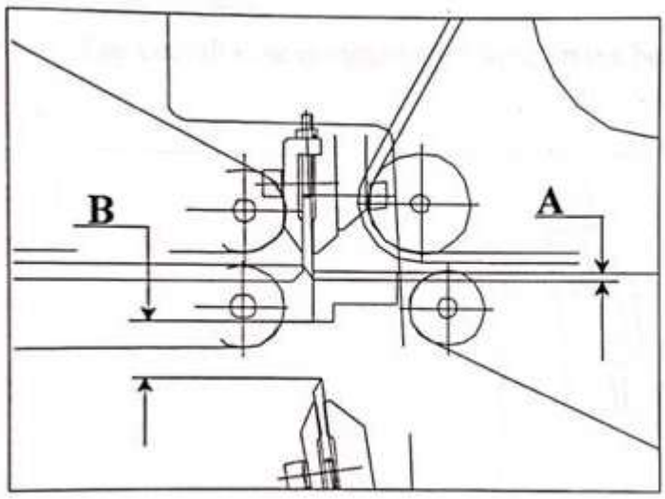


Figura 28.- Posición inferior de la cizalla.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- Velocidades de los movimientos de la cizalla de defectos: Se ajustan las presiones de hidráulica a 60 – 70 bar.
  Las velocidades de los movimientos se ajustan, con el fin de tenerlas rápidas, por la válvula antagonista de resistencia.
  De los movimientos de límites extremos no debe oírse ningún golpe a pesar de la amortiguación rápida de la cabecera.

5.14.5 Movimientos de la cizalla de hojas

- Recorte: Los cojinetes de mecanismo de recorte se ajustan sin hueco. La abertura entre las cuchillas de recorte y la contracuchilla se ajusta a 0,05 mm aproximadamente.
- Posición superior de la cizalla de hojas: Cuando la cizalla de hojas está en la posición superior, la posición de las cuchillas de recorte es:

  Los bordes de las cuchillas están 37 mm (según la imagen A = 37 mm) y los puntos del centro 40 mm por encima de la superficie de arriba de la contracuchilla.

  Las cuchillas se inclinan en 3 mm, en los bordes más abajo.

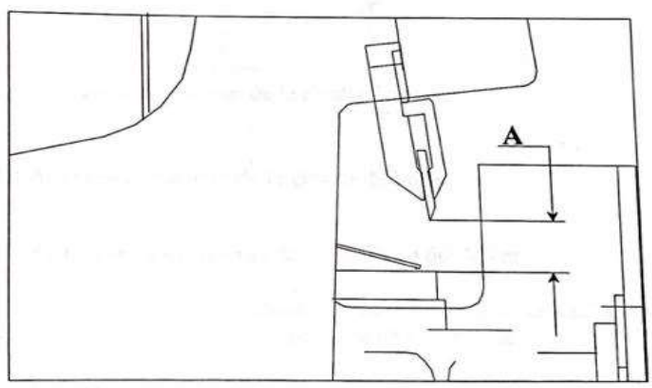


Figura 29.- Posición superior de la cizalla de hojas.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- Posición de los bloques de apretador: Abra los tornillos 26 y ajuste los bloques de apretador a la misma línea y distancia desde la cassette de cuchillas. Apriete los tornillos 26. En el punto de la cassette de cuchilla, el hueco entre la cadena y el armazón de montaje de la cuchilla es de 8 a 12 mm aproximadamente. Se alinea la cadena de arriba según la cadena de abajo.

  Afloje los tornillos 27 y los tornillos de bloqueo 5. Ajuste la tensión de los melles mediante los tornillos 23. La dimensión estable es de 40 mm.

  Baje el bloque de apretador y su cadena por encima de la cadena inferior de forma recta y en la misma línea. Apriete los tornillos 27.

  Al ser necesario reducir el hueco entre las cadenas superior e inferior, ajústelo por tornillos 25, y el de la rueda de cadena por el conjunto de tornillos 21,22 y 23.

  Apriete el tornillo de bloqueo 5.

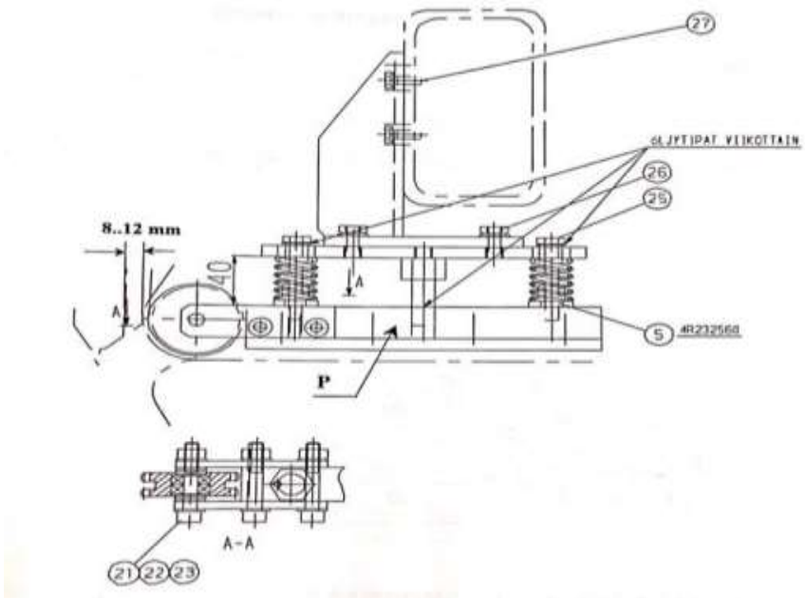


Figura 30.- Ajuste de los bloques de apretador.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

5.14.6 Prensadores

- Prensador de alimentación del punto de juntado: Se ajusta la rueda prensadora (P1) 1 mm por encima de la rueda prensadora (P2) mediante los tornillos de ajuste (S). La presión de cilindro del prensador de alimentación es de 3.0 bar.
  En la parte inferior del cilindro no debe haber amortiguación de cabecera.

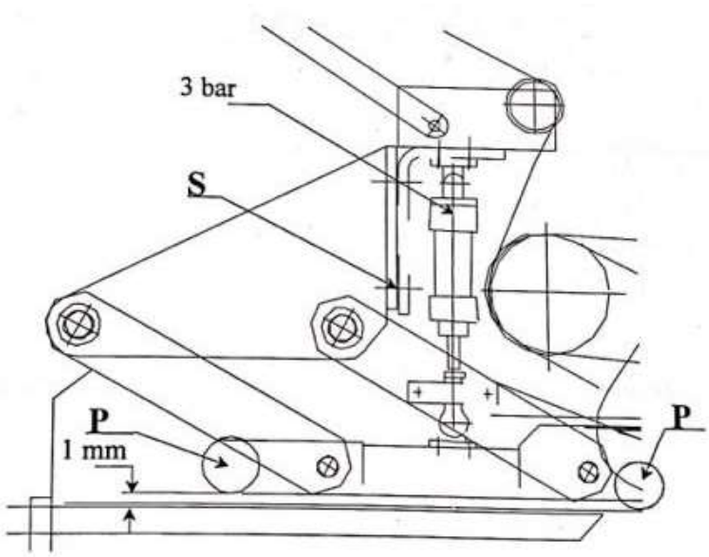


Figura 31.- Ajuste de los prensadores de alimentación al punto de juntado.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- Prensador del punto de juntado: La presión de cilindro del prensador en el punto de juntado es de 0,5 bar.

  Se ajusta la distancia entre las cadenas de modo que corresponde al valor de espesor máximo de chapas + 1 mm (= 5 mm, en el punto de las ruedas de cadena).

  El hueco de la cadena en el punto de los prensadores debe ser de 0,5 – 1,0 mm.

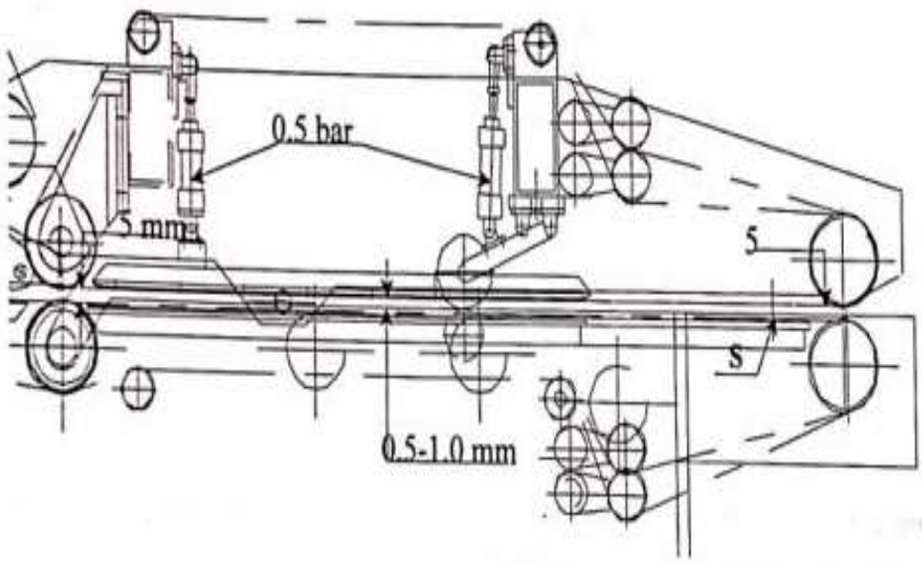


Figura 32.- Ajuste de los prensadores en el punto de juntado.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- Células fotoeléctricas del punto de juntado: Las distancias entre las células fotoeléctricas de parada (4 unidades) y las boquillas de dosificación de cola (S) son de 80 mm aproximadamente. Las células fotoeléctricas se alinean por ejemplo según la contracuchilla de la cizalla, y las alineaciones de todas las células y puntos de cola tienen que ser paralelas a la contracuchilla de la cizalla. Entre la cédula y la chapa debe haber un contacto de vista libre. También por debajo de la célula debe haber bastante sitio vacío.

  La distancia entre los dosificadores de cola (L) (tobera de la cola) y el centro de los ejes es de 45 mm aproximadamente (según imagen 9.1).

  El borde trasero de la chapa debe pararse a una distancia de 2 – 8 mm de las boquillas del aplicador de cola lo que se puede ajustar en el programa del computador de mando.

- Puntos de cola: Las superficies de arriba (L) de los dosificadores de cola se colocan 0.1 – 0.2 mm sobre la superficie de la cadena. Se ajustan los dosificadores horizontalmente en la misma línea.

  La posición de altura de la cadena superior de la rueda se ajusta de tal modo que la distancia entre las cadenas es de 5 mm.

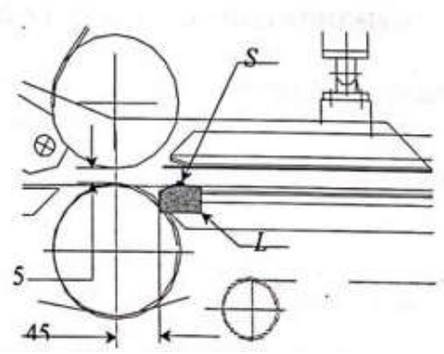


Figura 33.- Ajuste del dosificador de cola.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

A la cantidad de cola que sale de la boquilla afecta el tiempo de abertura de la válvula de la pistola de cola, la temperatura de la cola, y la presión de aire entrante en la bomba de cola

La forma y el tamaño del punto de cola debería ser en la superficie de chapa una media bola oval, con un diámetro de 2 a 5 mm.

Para la solidificación del punto de cola es importante que se esté dosificando una cantidad mínima de cola de temperatura baja.

5.14.7 Cambio de cuchillas (defectos y hojas)

Nota: El estado de las cuchillas de las cizallas tiene que comprobarse semanalmente, y se hace observando el resultado de corte en las chapas cortadas.

Si se rompen al cortarse, o si se producen rajaduras, hay que chequear si hay redondeos o grietas en las aristas de las cuchillas y contracuchillas. En la cizalla de hojas hay que seguir además roturas de hilos.

Cambio de la contracuchilla de la cizalla

Desmonte y cambio de la contracuchilla:

- Pare la línea de juntado y guíe la cizalla a la posición superior por mando manual (interruptor “cizalla arriba”)
- Desconecte las disposiciones a marcha del juntador y de la hidráulica.
- Levante los bloqueos del apretador de arriba (panel de aire comprimido).
- Abra las redes de protección de la cizalla.
- Cierre las cuchillas en la posición superior para que no puedan moverse hacia abajo durante el trabajo.
- Quite las planchas de protección (A) detrás de la contracuchilla.
- Abra los tornillos de fijación (B) y los tornillos de ajuste laterales por debajo de las planchas de protección. Quite la contracuchilla.
- Cambie la contracuchilla (C), colóquela contra la cuchilla inferior (D) y apriete ligeramente los tornillos de fijación (B).

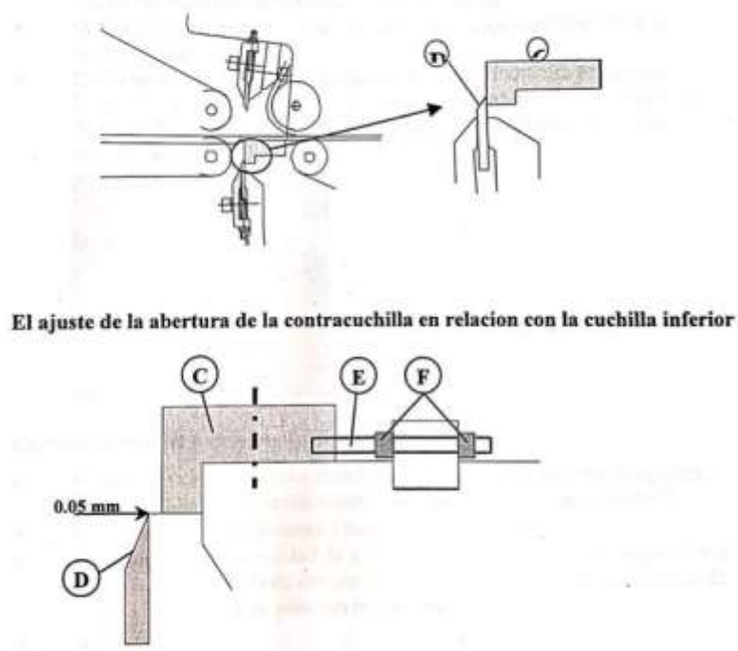


Figura 34.- Cambio y ajuste contracuchilla.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

- Quite el soporte que impide los movimientos de la cizalla.
- Haga correr en el depósito una tal cantidad de aceite hidráulico que la punta de la cuchilla inferior de la cizalla baja al nivel de la superficie inferior de la contracuchilla.

- Ajuste la contracuchilla (a todo su largo) a una distancia de 0,05 mm aprox. Desde las cuchillas de recorte por los tornillos (E) y las tuercas de ajuste (F). Apriete bien los tornillos de fijación (B).

Comprobación y ajuste de la abertura de la cuchilla superior en relación con la contracuchilla:

- Haga correr aceite hidráulico en el depósito desde el mismo punto de medición de presión hasta que la punta de la cuchilla superior baje hasta el nivel de la superficie de arriba de la contracuchilla.
- Mida la abertura entre la cuchilla superior y la contracuchilla. Tiene que ser de 0.05 mm aprox.
- En el caso de que la abertura se desvíe del valor estable, ajuste la abertura de la cuchilla superior. Abra primero ligeramente los tornillos en ambos lados de los tornillos de ajuste, y ajuste luego el valor de la abertura con los tornillos de ajuste.

Comprobación del funcionamiento de la cizalla

- Conecte las disposiciones a marcha de hidráulica y de la línea de juntado.
- Guíe la cizalla a la posición superior (pulsador “cizalla abajo/arriba).
- Desconecte las disposiciones a marcha.
- Haga correr una cantidad de aceite hidráulico del equipo en el depósito que la cizalla de defectos baje a la posición de abajo. Asegúrese de que la cizalla baje a su posición inferior sin obstáculos.

Después de ello:

- Coloque las planchas de protección en sus sitios.
  Cierre las redes de protección.
- Baje los bloqueos de apretamiento abajo.
- Conecte las disposiciones a marcha de hidráulica y del juntador de chapas.
- Haga unos movimientos de recorte en la cizalla por mando manual. Déjela luego en la posición inferior.
- Arranque el juntador de chapas. Después de unas hojas juntadas compruebe que el resultado del recorte está bien.

Cambio de la cuchilla inferior de la cizalla:

- Pare el juntador de chapas y guíe la cizalla y el tipple a la posición inferior por mando manual.
- Desconecte las disposiciones a marcha de hidráulica y del juntador.
- Abra las protecciones laterales del juntador.
- Abra los tornillos de fijación de las cuchillas inferiores.
- Tire al lado las cuchillas inferiores, use guantes de protección.
- Introduzca dentro las cuchillas de recambio.
- Apriete ligeramente los tornillos de fijación de las cuchillas inferiores.
- Mida mediante galgas de ajuste la altura de las cuchillas inferiores, desde ambas puntas de cuchillas. Al ser preciso, ajuste la altura de las cuchillas inferiores a través de los tornillos de ajuste. Así se obtiene el ángulo correcto de recorte.
- Apriete los tornillos de fijación de las cuchillas.
- Apriete todos los tornillos de ajuste contra la espalda de la cuchilla.

Comprobación de la marcha de la cizalla:

- Conecte la disposición a marcha de hidráulica y de la línea de juntado, y guíe la cizalla a la posición superior (pulsador “cizalla arriba/abajo).
- Desconecte las disposiciones a marcha.
- Haga correr en el depósito una tal cantidad de aceite hidráulico desde el punto de medición de presión que la cuchilla inferior de la cizalla baja al nivel de la superficie debajo de la contracuchilla. Compruebe que la abertura es de 0,05 mm. Haga correr más aceite con el fin de bajar la cizalla a su posición inferior.
- Asegúrese de que la cizalla baje a su posición inferior sin obstáculos.

Después de ello:

- Cierre las protecciones laterales del juntador.
- Conecte la disposición a marcha de la línea de juntado y de hidráulica.
- Haga unos movimientos de recorte por mando manual para comprobar que la cizalla funciona bien. Deje la cizalla en posición inferior.
- Arranque la línea de juntado. Después de unas hojas juntadas compruebe que el resultado del recorte de chapa esté bien.

Cambio de la contracuchilla de la cizalla de hojas

Desmonte y cambio de la contracuchilla:

- Pare la línea de juntado y guíe por mando manual la cizalla a la posición superior.
- Desconecte las disposiciones a marcha del juntador y de hidráulica.
- Levante la parte de juntado arriba (panel aire comprimido).
- Abra las protecciones de la cizalla.
- Cierre la cizalla en la posición superior para que no pueda moverse hacia abajo durante el trabajo.
- Abra los tornillos de fijación y tire la contracuchilla.
- Introduzca la contracuchilla de recambio en su sitio y apriete ligeramente los tornillos de fijación.
- Ajuste la superficie de arriba de la contracuchilla de los tornillos de ajuste por debajo de la contracuchilla de modo que quede 0,5 mm aprox. Por debajo del armazón.
- Apriete los tornillos de fijación.

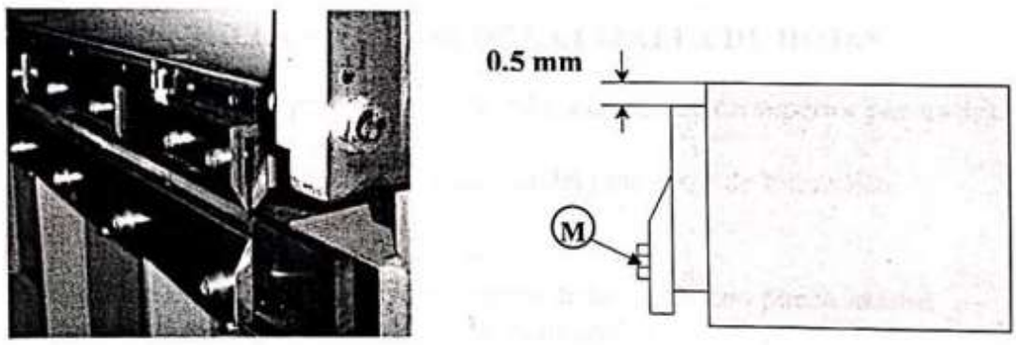


Figura 35.- Cambio contracuchilla de la cizalla de hojas.

(Fuente: Catálogo de funcionamiento ensambladora).

Comprobación y ajuste de la abertura de la cuchilla superior en relación con la contracuchilla:

Haga correr en el depósito una cantidad de aceite hidráulico desde el punto de medición de presión y que la punta de la cuchilla superior se baje al nivel de la superficie de arriba de la contracuchilla.

Mida la abertura entre la cuchilla superior y la contracuchilla. Tiene que ser de 0,05 mm aprox.

Si se desvía la abertura del valor estable, ajuste la abertura de la cuchilla superior. El ajuste se realiza del mismo modo que en la cizalla de defectos.

Después de ello:

- Haga correr en el depósito una cantidad de aceite hidráulico desde el punto de medición de presión y que la cizalla de hojas baje a la posición inferior.
- Asegúrese de que la cizalla de hojas baje a la posición inferior sin obstáculos.
- Coloque las protecciones en sus sitios.
- Baje la unidad del juntado abajo.
- Conecte las disposiciones a marcha del juntador y de la hidráulica.
- Haga movimientos de recorte en la cizalla por mando manual. Deje la cizalla en la posición superior.
- Arranque el juntador. Después de unas hojas juntadas asegúrese de que el recorte esté bien.

Cambio de la cuchilla superior de la cizalla de hojas

- Pare el juntador y guíe la cizalla de tablas a la posición superior por mando manual.
- Desconecte las disposiciones a marcha del juntador y de la hidráulica.
- Levante la unidad de juntado.
- Abra las protecciones de la cizalla.
- Cierre la cizalla en la posición superior de modo que no pueda bajarse durante el trabajo.
- Ponga una tabla de contrachapado sobre la contracuchilla para soportar las cuchillas abiertas.
- Abra los tornillos de fijación de las cuchillas superiores. Se bajan las cuchillas superiores contra el contrachapado.
- Tire al lado las cuchillas superiores.
- Introduzca dentro, entre el armazón metálico y las piezas de bloqueo, las cuchillas de recambio.
- Levante las cuchillas contra los tornillos de ajuste sobre la tabla de contrachapado y apriete ligeramente los tornillos de fijación.
- Coloque las galgas de ajuste en ambas puntas de la cuchilla superiores.
- Abra los tornillos de fijación de la cuchilla superior de modo que las cuchillas baje contra la galga de ajuste.
- Apriete los tornillos de fijación y quite las galgas de ajuste.
- Apriete los tornillos de ajuste de las cuchillas superiores contra la espalda de la cuchilla.
- Quite la tabla de contrachapado y los soportes que mantienen la cizalla de arriba.

Comprobación del funcionamiento de la cizalla de hojas

- Haga correr en el depósito una cantidad de aceite hidráulico desde el punto de medición de presión y que la cuchilla superior de la cizalla de hojas baje al nivel de la superficie de arriba de la contracuchilla. Compruebe que las aberturas sean de 0,05 mm aprox. Después haga correr más aceite hidráulico de modo que la cizalla de hojas baje a la posición inferior.

Después de ello:

- Cierre las protecciones.
- Baje la unidad de juntado.
- Conecte las disposiciones a marcha de la línea de juntado y de hidráulica.
- Haga movimientos de recorte por mando manual para asegurarse de que la cizalla funcione apropiadamente, Deje la cizalla de hojas en la posición inferior.
- Arranque la línea de juntado. Después de unas hojas compruebe que el resultado de recorte es de buena calidad.

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica que se le realizó a esta propuesta de mantenimiento preventivo abarca los tres tipos de pautas de mantenimiento anteriormente propuestos (diaria, semanal y mensual), cabe señalar que en esta evaluación no se consideran las HH (horas hombres) debido a que son valores que están dentro de los contratos de cada trabajador técnico mecánico señalado por la empresa Paneles Arauco.

La evaluación, se enfocó principalmente en los costos asociados a la compra de los repuestos que frecuentemente se utilizan para poder reparar el equipo mensualmente.

Repuestos e insumos	Valor (unidad)
Mangueras neumáticas	$ 19.990
Silenciadores neumáticos	$ 25.500
Corres cortas de transmisión	$ 7.000
Rodamientos	$ 3.000
Ruedas transportador	$ 3.454
Rótex de transmisión	$ 63.900
Pernos	$ 160
Espárragos tensores	$ 6.200
Prisioneros	$1.300
Cadenas	$ 43.500
Cilindro neumático	$ 1.710.000
Guías largas	$ 80.015
Placas de aluminio 900 mm	$ 14.000
Placas de aluminio 820 mm	$ 12.500
Placas de aluminio 1030 mm	$ 15.000
Galgas presionadoras	$ 65.181
Manguera Nordson	$ 98.000
Tuercas para guías	$ 800
Guías cortas	$ 830
Pistolas de adhesivo	$ 18.200
Tipple	$ 105.000
Total	$ 2.293.530

Tabla N°15.- Costos unitarios de repuestos para el equipo de ensamblaje.

Fuente: Elaboración propia, colaboración de área de planificación Paneles Arauco.

Los valores dados en la tabla anterior son cotizados por los alumnos en diferentes plataformas, como Mercado Libre, Paneles Arauco Nueva Aldea, Milan Fabjanovic Spa Coronel.

A continuación en la siguiente tabla se darán a conocer los costos por pauta de mantenimiento mensual.

Cantidad	Repuesto e insumo	Valor
2	Mangueras neumáticas	38.980
2	Silenciadores neumáticos	51.000
4	Corres cortas de transmisión	28.000
8	Rodamientos	24.000
8	Ruedas transportador	27.632
1	Rótex de transmisión	63.900
20	Pernos	3200
10	Espárragos tensores	62.000
20	Prisioneros	26.000
4	Cadenas	174.000
1	Cilindro neumático	1.710.000
4	Guías largas	320.060
1	Placas de aluminio 900 mm	14.000
1	Placas de aluminio 820 mm	12.500
1	Placas de aluminio 1030 mm	15.000
2	Galgas presionadoras	130.363
1	Manguera Nordson	98.000
8	Tuercas para guías	6400
4	Guías cortas	3.320
8	Pistolas de adhesivo	145.600
3	Tipple	315.000
Valor total costo de mantenimiento propuesto		3.268.955

Tabla N°16.- Costos de repuestos para el equipo de ensamblaje.

Fuente: Elaboración propia, colaboración área de planificación de Paneles Arauco.

El costo asociado para el plan de mantenimiento preventivo propuesto es de aproximadamente $ 3.268.955, estos valores propuestos pueden variar según los precios del mercado actualmente, y a la vez las condiciones en las que se encuentre el equipo (ensambladora).

La evaluación económica realizada nos arroja que es un 26,8% más ahorrativo que los gastos en repuestos destinados al equipo de ensamblado en el mes de enero 2022, con una diferencia de $1.196.804 mensual.

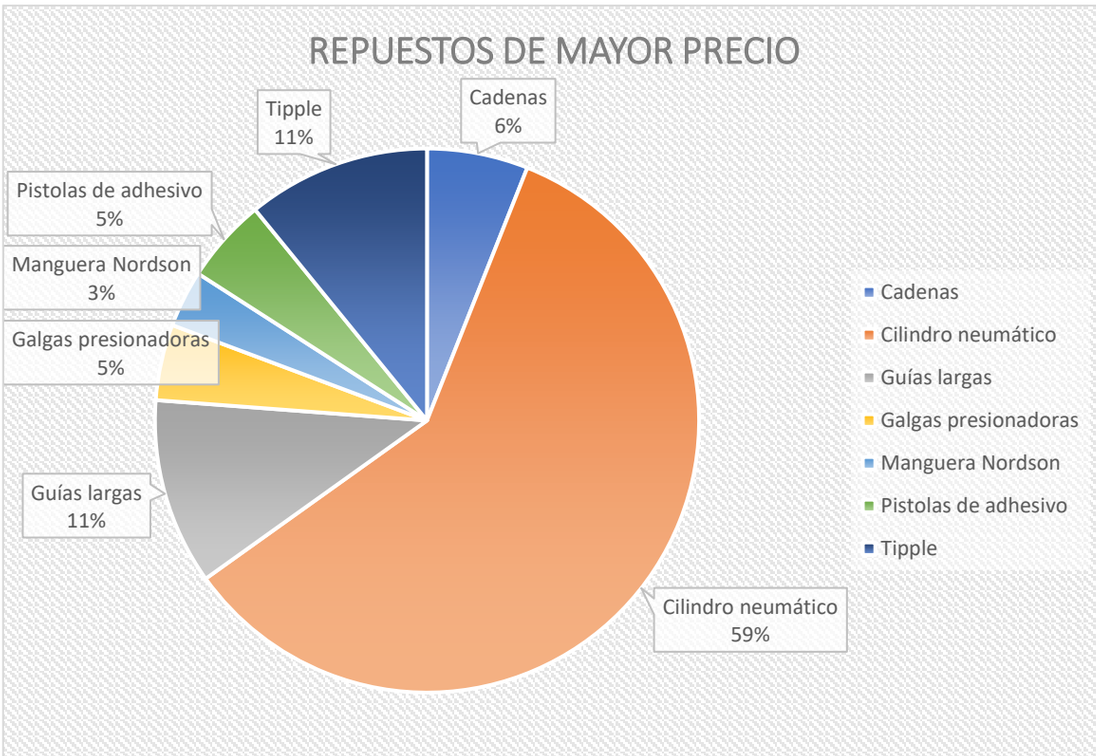


Gráfico N°3.- Repuestos de mayor costo/precio.

Fuente: Elaboración propia de Santiago Ramírez.

6.2 STOCK IDÓNEOS DE REPUESTOS

En la presente tabla se proponen las cantidades idóneas de repuestos que se busca tener mes a mes en la planta como stock físico, pero en su defecto también presentamos el stock mínimo que se puede tener en bodega y al que debemos estar pendientes siempre de que ese stock nunca llegue a 0 (cero) así evitaremos los tiempos perdidos por la falta de repuestos presentados anteriormente por la empresa.

Propuesta de stock de insumos mensuales minimos			
Repuestos Insumos	Nivel de criticidad	Cantidad mínima de stock	Cantidad de insumos idóneos
Mangueras neumáticas		2	4
Silenciadores neumáticos		2	4
Correas cortas de trasmisión		4	6
Rodamientos		4	8
Ruedas transportador		4	8
Rótex de transmisión		1	2
Pernos		20	50
Espárragos tensores		5	20
Prisioneros		20	50
Cadenas		2	4
Cilindro neumático		1	1
Guías largas		2	4
Placas de aluminio 900mm		1	2
Placas de aluminio 820mm		1	2
Placas de aluminio 1030mm		1	2
Galgas presionadoras		2	4
Manguera Nordson		2	4
Tuercas para guías		20	50
Guías cortas		10	40
Pistolas de adhesivo		2	4
Tipple		1	2

CRÍTICO	
SEMI- CRÍTICO	
NO CRÍTICO	

Tabla N°17.- Stock idóneos de repuestos.

(Fuente: Elaboración propia de Ricardo Hernández).

Las cantidades propuestas de insumos fueron puestas de acuerdo con la criticidad de cada insumo y su valor correspondiente ya que el tener inventarios demasiados altos en cantidad y costo produce una inmovilización de recursos que podrían ser mejor utilizados en otras áreas productivas de la empresa. Además, el inventario detenido tiende a volverse obsoleto o corre el riesgo de ser dañado al no mantenerse en las condiciones adecuadas y genera un mayor costo en la mantención de la bodega.

Pero sin embargo el mantener un nivel bajo de inventario tiene consecuencias altas en cuanto a la producción perdida en caso de no tener el insumo a utilizar disponible en bodega lo cual genera perdida en la rentabilidad de la empresa debido a tiempos muertos.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIÓN

A lo largo del estudio realizado en el equipo, se pudieron cumplir con todos los objetivos que se han propuestos desde el principio, logrando así poder generar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a la línea ensambladora.

Así mismo, se concluye que es fundamental generar una estrategia de mantenimiento a los equipos, para así poder saber los parámetros en los cuales los equipos, máquinas e instalaciones están trabajando.

Este trabajo ayudará en gran manera al actual plan de mantenimiento por el cual se rige la empresa, sirviendo como guía de cómo trabaja la máquina ensambladora en puntos clave como lo es la confiabilidad, las causas a prevenir, componentes críticos, entre otros.

Este proyecto que se generó contiene protocolos que ayudarán a que se realice una correcta ejecución, ajustes y mejoras a las actividades que se proponen en el plan de mantenimiento preventivo de la empresa Paneles Arauco, logrando así que el equipo en estudio pueda ejercer su trabajo productivo de manera eficiente.

Para realizar este plan de mantenimiento preventivo se tomaron datos del mes de enero 2022, donde las horas de detención del equipo eran elevadas (37,9 horas), es por eso que con este plan propuesto se busca disminuir estas horas de detención, mediante herramientas de análisis de datos como las pautas de mantención preventiva, diagrama de Pareto, análisis de confiabilidad y de criticidad del equipo.

7.2 RECOMENDACIONES

Para lograr un mantenimiento ordenado y eficiente, se recomienda:

Como mejora continua al plan de mantenimiento propuesto, se recomienda colocar énfasis en las causas a prevenir que mayor tiempo de detención generó en el mes de enero, la cual es la falla en la compuerta de rechazo de las galgas junto con el tipple. Este evento se da debido a que las galgas y el tipple tiene una vida útil determinada, es por eso por lo que la mejora continua a ejecutar sería realizar diariamente una inspección visual por parte del personal mecánico a estos dos elementos, ya que esto servirá para prevenir que al momento de que estos componentes comiencen a fallar puedan cambiarse de manera anticipada a la falla, logrando así disminuir los tiempos de detención por mantenimiento correctivo, tiempos de fallas y dando como producto un mejor tiempo de producción.

Cada vez que se utilice un repuesto debido a una intervención en el equipo, se recomienda al personal que ejecuta el trabajo dar el aviso en el software SAP, para así reponerlo en bodega y no quedar sin stock, evitando los tiempos muertos por falta de este mismo.

Capacitar constantemente al personal mecánico entrante y actual con respecto al funcionamiento y catálogo en general de la máquina ensambladora, logrando generar conocimientos básicos de este antes de realizar cualquier intervención.

Por último, ocupar elementos de protección personal obligatorio al momento de entrar al área de producción donde se encuentran los equipos en funcionamiento de la planta Paneles Arauco, por el contrario será causa de amonestación el no contar con la utilización de estos.

7.3 BIBLIOGRAFÍA

PISTARELLI, Alejandro J. MANUAL DE MANTENIMIENTO. Ingeniería, Gestión y Organización. 2010.

PANELES ARAUCO S.A Catálogo de funcionamiento a línea de ensamblaje, versión española.

ROMERO, Javiera Quezada. Generar plan de mantenimiento preventivo/predictivo en línea de proceso salmones camanchaca. Memoria (Ingeniería de ejecución en mecánica de procesos y mantenimiento industrial), Concepción, Chile; UTFSM. Sede Concepción. 2022.

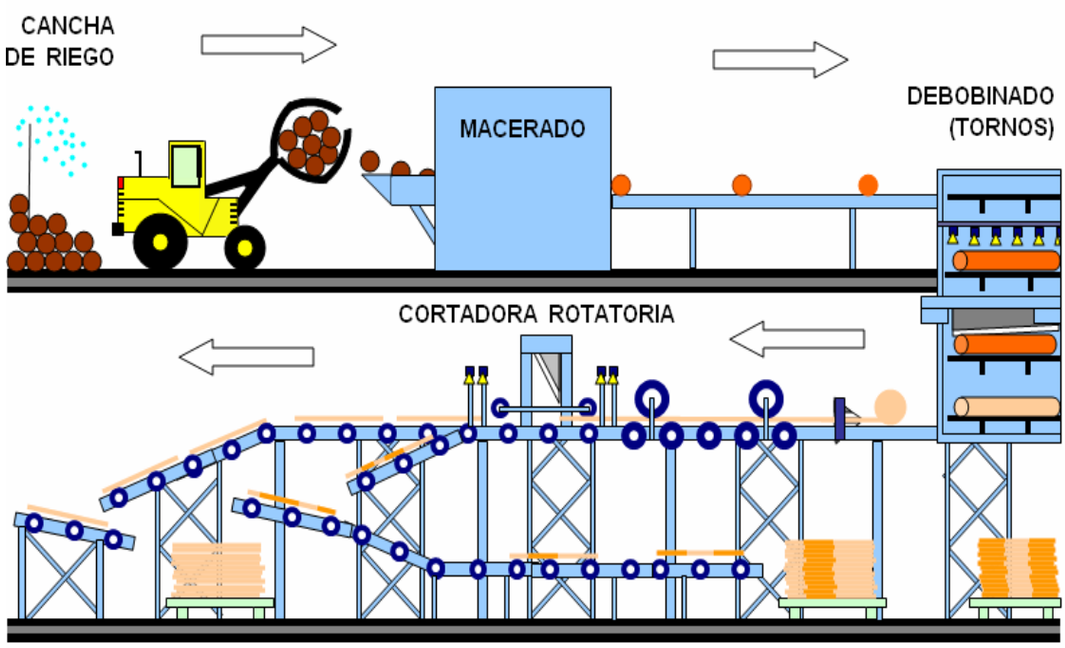
DIAZ Barra, Sebastián Ignacio. Plan de mantenimiento preventivo/predictivo a equipos de línea de proceso planta DIALUM. Memoria (Ingeniería en mantenimiento industrial), Concepción, Chile; UTFSM. Sede Concepción. 2021.

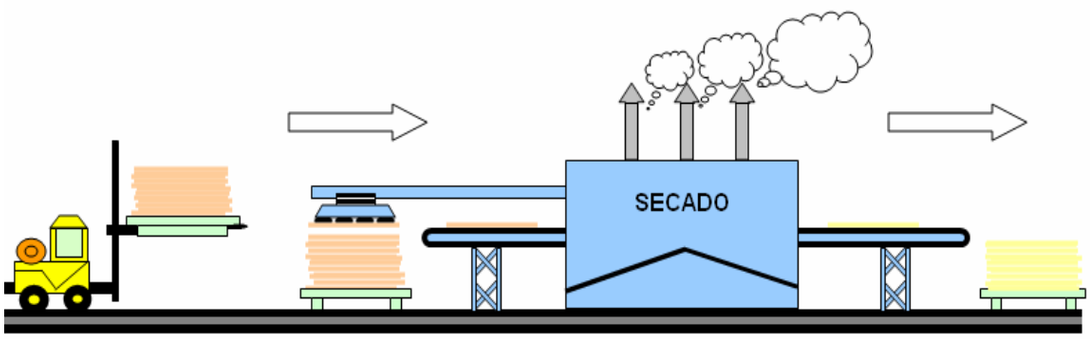
7.4 REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (LINKOGRAFÍA)

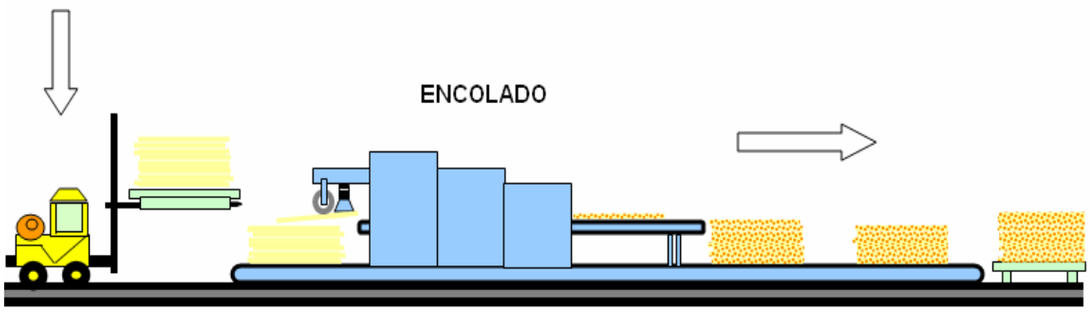
- https://www.arauco.cl/chile/
- https://noticias.usm.cl/2020/05/08/la-importancia-del-mantenimiento-industrial-en-tiempos-de-pandemia/
- www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientoprogramad
- https://www.academia.edu/35929852/Libro_de_Mantenimiento_Industrial_pdf
- https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/
- https://www.euroinnova.cl/blog/mantenimiento-tecnico
- https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/inspecciones-de-areas-equipos-y-partes-criticas/
- https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad

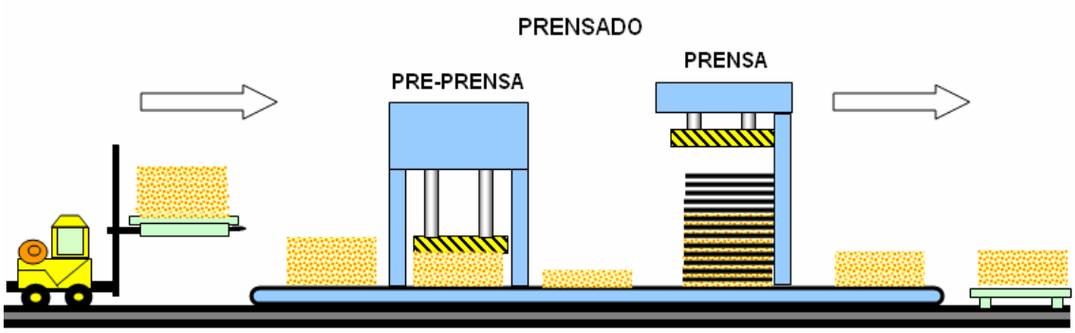
ANEXO

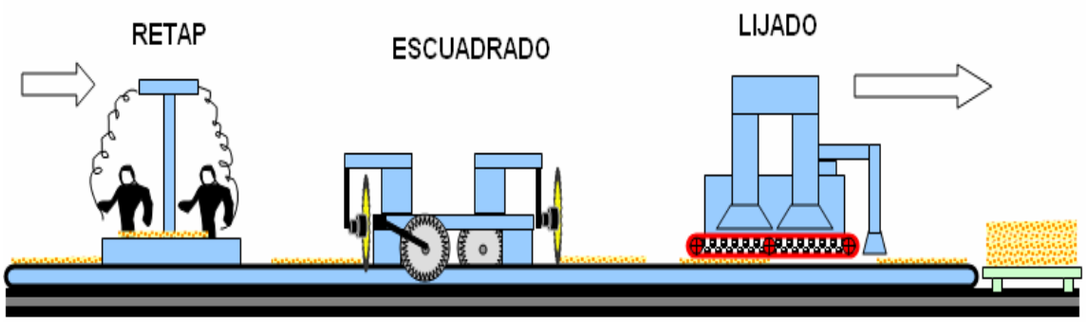
ANEXO A: PROCESO DE PRODUCCIÓN GENERAL DE LA PLANTA PANELES ARAUCO.

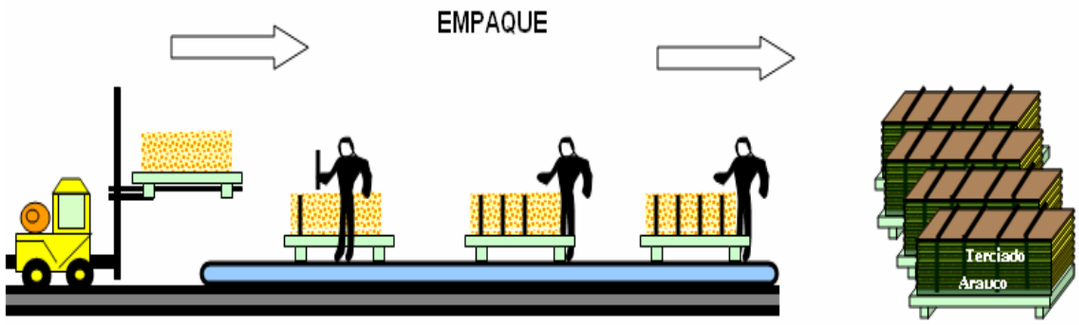



SECADO


ENCOLADO


PRENSADO
PRE-PRENSA
PRENSA

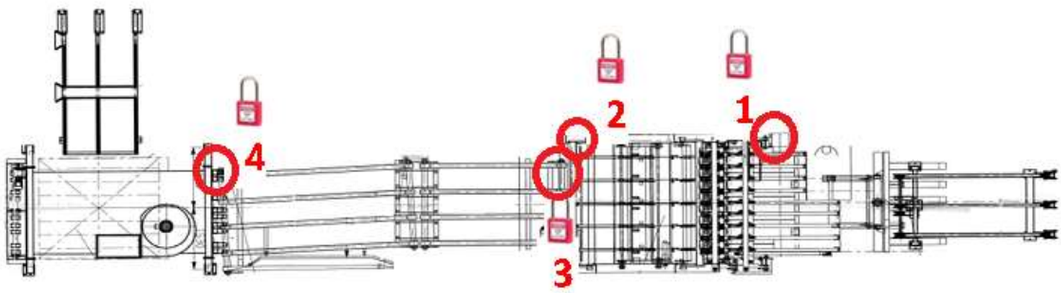

RETAP
ESCUADRADO
LIJADO


EMPAQUE
Terciado
Arauco

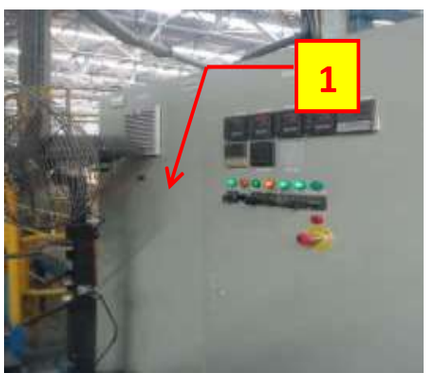
ANEXO B: TABLA FUNDAMENTOS PARA LA EVALUACIÓN.

TABLA FUNDAMENTOS PARA LA EVALUACIÓN				
Ítem	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento predictivo	Mantenimiento Proactivo
Costos de mantención	7	6	3	4
Confiabilidad del equipo	2	8	7	7
Seguridad de los trabajadores	3	7	8	8
Nivel de tecnología necesaria	8	7	4	3
Nivel de conocimientos	8	6	5	4
Ahorro a largo plazo	4	7	9	7
Vida útil de los equipos	3	7	8	8
Aumento de producción	4	8	8	8
Stock de repuestos	3	10	8	8
Tiempos en mano de obra	3	8	8	7
Totales	45	74	68	64

ANEXO C: BLOQUEOS DE SEGURIDAD Y TARJETA DE BLOQUEO PERSONAL.

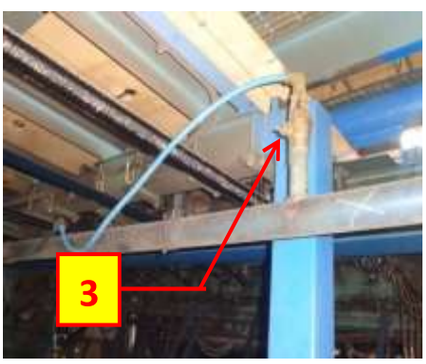


Bloquea breaker principal 600 MK. (Producción bloquea siempre cuando intervengan el equipo, tomándose del bloqueo realizado por eléctrico)



Bloquea Válvula neumática entrada a manifold (dejando fuera sistema de cadenas presionadoras).

Bloquea válvula neumática frente a cizalla de hojas (dejando fuera Nordson ygalgas presionadoras).



Bloquea válvula neumática en apilador (dejando fuera los pateadores).

PELIGRO
TARJETA DE BLOQUEO PERSONAL
NO OPERAR
SANTIAGO RAMIREZ MARQUEZ
RUT: 19.714.367-3
TELEFONO: 9 59837301
Alumno Practica
arauco

PELIGRO
¡SE HA BLOQUEADO ESTE EQUIPO!
SOLAMENTE EL DUEÑO DE ESTA TARJETA PUEDE RETIRAR EL BLOQUEO
El no cumplimiento de esta instrucción de prevención de accidentes, será considerado una falta grave y expone al funcionario a recibir las sanciones establecidas en la reglamentación interna.
arauco

PELIGRO
TARJETA DE BLOQUEO PERSONAL
NO OPERAR
RICARDO HERNANDEZ SAEZ
RUT: 20.088.391-8
TELEFONO: 9 91830480
Alumno Practica
arauco

PELIGRO
¡SE HA BLOQUEADO ESTE EQUIPO!
SOLAMENTE EL DUEÑO DE ESTA TARJETA PUEDE RETIRAR EL BLOQUEO
El no cumplimiento de esta instrucción de prevención de accidentes, será considerado una falta grave y expone al funcionario a recibir las sanciones establecidas en la reglamentación interna.
arauco

ANEXO D: PAUTAS DE MANTENCIÓN A LÍNEA ENSAMBLADORA.

Descripción: Pauta de Mantención Diaria Ensambladora N°1		arauco renovables para una vida mejor					
Ubicación: Ensambladora N°1							
Plan:	Ruta:						
Responsable:	Fecha:						
Orden:	Duración:						
Especialidad: Mecánico	Sistema: Ensamblado						
ID	Actividad	Actividad a realizar	Ubicación Técnica/ Equipo	Personas	Duración	Comentarios	✓
1	Previos	Verificar bloqueo del equipo					
2	Limpieza del equipo	Limpieza a unidad hidráulica					
		Limpieza a pernos pistalos Nordson					
		Limpieza sprocket de transmisión					
		Limpieza interna ventilador					
3	Inspección visual y auditiva	Vibraciones anormales del equipo					
		Fugas de liquidos					
		Conexionado eléctrico en mal estado					
4	Comprobar estado de los componentes	Verificar los componentes motrices del equipo					

Descripción: Pauta de Mantención Semanal Ensambladora N°1		arauco renovables para una vida mejor					
Ubicación: Ensambladora N°1							
Plan:	Ruta:						
Responsable:	Fecha:						
Orden:	Duración:						
Especialidad: Mecánico	Sistema: Ensamblado						
ID	Actividad	Actividad a realizar	Ubicación Técnica/ Equipo	Personas	Duración	Comentarios	✓
1	Previos	Verificar bloqueo del equipo					
2	Limpieza del equipo	Limpieza a pernos pistalos Nordson					
		Limpieza a filtros de agua					
		Limpieza sprocket de transmisión					
		Limpieza a unidad hidráulica					
		Limpieza interna ventilador					
		Limpieza a tipple					
		Limpieza a correas y cintas					
3	Inspección visual y auditiva	Vibraciones anormales del equipo					
		Fugas de liquidos					
		Conexionado eléctrico en mal estado					
		Inspeccionar desgaste en correas y cintas					
		Inspeccionar desgaste en cuchillos (cizalla de defecto y hoja)					
4	Verificación y ajustes	Verificar los componentes motrices del equipo					
		Verificar estado del tipple					
		Verificar ajuste de la cizalla de defectos					
		Ajuste de sierra circular					
		Verificar y ajustar guías contracuchillas					
		Verificar cadenas					
		Verificar pistolas de adhesivos					
		Ajuste de tensado de correas					
5	Lubricación a componentes	Lubricar rodamientos					
		Lubricar correas					
		Lubricar patines					
		Lubricar polines					

Descripción: Pauta de Mantención Mensual Ensambladora N°1		arauco renovables para una vida mejor					
Ubicación: Ensambladora N°1							
Plan:	Ruta:						
Responsable:	Fecha:						
Orden:	Duración:						
Especialidad: Mecánico	Sistema: Ensamblado						
ID	Actividad	Actividad a realizar	Ubicación Técnica/ Equipo	Personas	Duración	Comentarios	✓
1	Previos	Verificar bloqueo del equipo					
2	Inspección visual y auditiva	Vibraciones anormales del equipo					
		Fugas de liquidos					
		Conexionado eléctrico en mal estado					
		Inspeccionar desgaste en correas y cintas					
		Inspeccionar desgaste en cuchillos (cizalla de defecto y hoja)					
3	Verificación y ajustes	Verificar los componentes motrices del equipo					
4	Mediciones	Medir el desgaste en cuchillas					
		Medir desgaste en correas y cintas					
		Medir desgaste en ruedas					
5	Revisión circuito hidráulico	Revisar servo motor, válvulas, mangueras					
6	Lubricación	Se lubricará el equipo completo (todos los componentes)					

ANEXO E: PROTOCOLO ACCIONES MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Subsistema	Ubicación Técnica/Equipo	Descripción	Frecuencia			
			Diaria	Semanal	Mensual	Anual
Apilador de chapa ensamblada	TA01-303-CP1-API001	Inspección de ruidos			x	
		Inspección visual		x		
		Vibraciones			x	
		Alineación			x	
		Toma de temperatura		x		
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Bomba hidráulica BBA 621	TA01-303-CP1-CHI001-BOH001	Inspección de ruidos			x	
		Inspección visual		x		
		Vibraciones				x
		Alineación				x
		Toma de temperatura				x
		Limpieza			x	
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad		x		
Bomba hidráulica BBA 622	TA01-303-CP1-CHI001-BOH002	Inspección de ruidos			x	
		Inspección visual		x		
		Vibraciones				x
		Alineación				x
		Toma de temperatura				x
		Limpieza			x	
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad		x		
Central hidráulica composer	TA01-303-CP1-CHI001-CHI001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual		x		
		Vibraciones			x	
		Alineación				x
		Toma de temperatura			x	
		Limpieza			x	
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Equipo de refrigeración	TA01-303-CP1-ENS001-ENF001	Inspección de ruidos				
		Inspección visual				
		Vibraciones				
		Alineación				
		Toma de temperatura				
		Limpieza				
		Lubricación				
		Inspección de seguridad				
Pistolas dosificadoras de adhesivo	TA01-303-CP1-ENS001-PIS001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual		x		
		Vibraciones			x	
		Alineación			x	
		Toma de temperatura		x		
		Limpieza		x		
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Tijera de alimentación	TA01-303-CP1-PFO001-PFO001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual	x			
		Vibraciones			x	
		Alineación			x	
		Toma de temperatura				
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Tijera de apilado	TA01-303-CP1-API001-PFO001	Inspección de ruidos			x	
		Inspección visual		x		
		Vibraciones				x
		Alineación			x	
		Toma de temperatura				
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Transportador de salida	TA01-303-CP1-TRA005-TRA001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual	x			
		Vibraciones			x	
		Alineación		x		
		Toma de temperatura				x
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Almacenador de chapa	TA01-303-CP1-TRA001-TRA001	Inspección de ruidos			x	
		Inspección visual		x		
		Vibraciones				x
		Alineación			x	
		Toma de temperatura				
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad		x		
Transportador de cintas 613	TA01-303-CP1-TRA002-TRA001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual	x			
		Vibraciones			x	
		Alineación		x		
		Toma de temperatura			x	
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Transportador de cadenas 614	TA01-303-CP1-TRA003-TRA001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual	x			
		Vibraciones			x	
		Alineación		x		
		Toma de temperatura			x	
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			

Transportador de cadenas 615	TA01-303-CP1-TRA004-TRA001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual	x			
		Vibraciones			x	
		Alineación		x		
		Toma de temperatura			x	
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Cizalla de defectos	TA01-303-CP1-CIZ001-CIZ001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual	x			
		Vibraciones			x	
		Alineación		x		
		Toma de temperatura		x		
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Cizalla de hoja	TA01-303-CP1-CIZ002-CIZ001	Inspección de ruidos		x		
		Inspección visual	x			
		Vibraciones			x	
		Alineación		x		
		Toma de temperatura		x		
		Limpieza	x			
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad	x			
Ventilador 630 ELLIOT	TA01-303-CP1-TRA005-VEN001	Inspección de ruidos			x	
		Inspección visual			x	
		Vibraciones				x
		Alineación				x
		Toma de temperatura			x	
		Limpieza			x	
		Lubricación			x	
		Inspección de seguridad		x		